

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E AS REVISTAS DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: POTENCIALIDADES E
LIMITAÇÕES PARA O USO EM SALA DE AULA**

ALESSANDRA KEMPER

ORIENTADORA:
PROFA. DRA. ERIKA ZIMMERMANN

CO-ORIENTADORA:
PROFA. DRA. MARIA LUIZA DE ARAÚJO GASTAL

BRASÍLIA
2008

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E AS REVISTAS DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: POTENCIALIDADES E
LIMITAÇÕES PARA O USO EM SALA DE AULA**

ALESSANDRA KEMPER

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. ERIKA ZIMMERMANN (orientadora)

Profa. Dra. MARTHA MARANDINO

Prof. Dr. WILDSON LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

Prof. Dr. CRISTIANO ALBERTO MUNIZ

ALESSANDRA KEMPER

**A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E AS REVISTAS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA:
POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES PARA O USO EM SALA DE AULA**

Dissertação aprovada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Educação, Universidade de Brasília – UnB,
pela seguinte Banca Examinadora:

Profa. Dra. Erika Zimmermann (UnB)

Profa. Dra. Martha Marandino (USP)

Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos (UnB)

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz (UnB)

BRASÍLIA – DF, 18 DE MARÇO DE 2008

Em março os ciganos voltaram. Desta vez traziam um óculo de alcance e uma lupa do tamanho de um tambor, que exibiram como a última descoberta dos judeus de Amsterdã. Sentaram uma cigana num extremo da aldeia e instalaram o óculo de alcance na entrada da tenda. Mediante o pagamento de cinco reais, o povo se aproximava do óculo e via a cigana ao alcance da mão. "A ciência eliminou as distâncias", apregoava Melquíades. "Dentro em pouco o homem poderá ver o que acontece em qualquer lugar da terra, sem sair de sua casa".

Gabriel García Márquez – Cem Anos de Solidão

Agradecimentos

Às minhas orientadoras, profa. Dra. Erika Zimmermann e profa. Dra. Maria Luiza de Araújo Gastal, por terem, de fato, me orientado nessa jornada, e por todo o trabalho que tiveram comigo – sei que não foi pouco!

Aos demais membros da banca, profa. Dra. Martha Marandino, prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos, e prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz, pela participação, pelas valiosas contribuições à época da qualificação, e especialmente pela paciência e pela gentileza de terem lido este trabalho em tão curto prazo.

À CAPES e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Ao pessoal da secretaria do PPGE/UnB, por terem sempre sido prestativos em todas as questões administrativas e burocráticas durante o curso.

Aos colegas do curso, em especial à Ângela, à Patrícia e à Simone, por toda a amizade, o carinho e pela constante troca de figurinhas.

À minha (grande) família, pelo apoio e pela torcida em todas as horas. À minha mãe, Sandra, por relevar o estresse e sempre tentar me animar. Ao meu pai, Paulo, por estar sempre ao meu lado quando eu mais precisei. Ao meu irmão, Paulo, que mesmo do outro lado do mundo acompanhou minha jornada e que, segurando minhas mãos, me ajudou a descer a montanha. À Elisa, pela força e pela compreensão que só quem passa pela mesma situação pode ter. Aos meus tios Dantas e Cristine e ao meu primo Eduardo, pelo carinho e pela companhia. Às famílias Couto e Kümmel, que além de me receberem torceram por mim.

Aos amigos queridos que estão comigo há anos, porque sem sua presença eu não chegaria aqui. Vocês sabem quem são!

Aos meus irmãos do coração, Carol, Evy e Rapha, por tantas razões que não caberia aqui.

E em especial ao Bruno, por tudo e mais um pouco, por todo o amor e toda a paciência, principalmente nos momentos de crise.

Resumo

Considerando a importância dos conceitos de Evolução para a Biologia e para o ensino dessa disciplina, o presente trabalho tem por objetivo fazer uma análise acerca da Evolução apresentada em duas revistas de Divulgação Científica brasileiras – a *Galileu* e a *Superinteressante* –, enfatizando as potencialidades e limitações para o uso desse material em sala de aula. A revisão da literatura foi feita de forma a traçar um panorama básico sobre os conceitos abordados neste trabalho. Assim, o quadro teórico inclui uma discussão sobre a Divulgação Científica, trazendo sua definição, seus aspectos históricos e suas principais características, bem como sua relação com a educação formal. Ainda no quadro teórico, falamos um pouco de Evolução e do ensino deste tema. A metodologia escolhida para a exploração dos dados foi a análise de conteúdo, privilegiando a análise documental. Com isso, buscamos evidenciar os aspectos levantados nas questões de pesquisa. O *corpus* do trabalho foi constituído pelos artigos das revistas *SuperInteressante* e *Galileu*, publicados entre janeiro e dezembro de 2006, e que de alguma forma mencionassem a Evolução. Durante a análise, enfatizamos os aspectos que respondiam às questões de pesquisa. Feita a análise, agrupamos os dados de forma a melhor compreendê-los. Nas categorias relativas à ciência como um todo, procuramos verificar a presença de procedimentos internos e seu funcionamento institucional. Em relação à linguagem, os aspectos destacados foram o uso de metáforas, analogias e terminologia científica. Já no domínio da Evolução, buscamos evidenciar a menção a mecanismos evolutivos, conceitos de instrucionismo, teleologia e tendência ao progresso, e o contexto no qual a Evolução se insere no artigo. Por fim, destacamos as principais possibilidades para o uso em sala de aula, bem como cuidados e limitações a serem tomados ao usar esse material no meio escolar.

Palavras-chave: divulgação científica, evolução, letramento científico.

Abstract

Considering the relevance of concepts of Evolution to Biology and its teaching, this work has as an objective to perform an analysis on how Evolution is presented in two Brazilian Science Popularization magazines – Galileu and SuperInteressante –, emphasizing the possibilities and limitations for using this material in class. Theory review was written in order to establish a basic panorama about the concepts used in this work. Thus, it includes a discussion on Scientific Popularization, bringing its definition, its historical background and its main characteristics, as well as its relation to formal education. Still on theory review, we discussed a little about Evolution and its teaching. Methodology chosen for data exploration was content analysis, focusing on documental analysis. With that, our goal was to bring to light aspects raised by research questions. Our corpus was made of articles of SuperInteressante and Galileu magazines, published between January and December 2006, that mentioned Evolution in any way. During analysis, we emphasized aspects that answered our research questions. Done with the analysis, we grouped data in order to best understand them. In science as a whole related categories, we sought verification for the presence of internal procedures as well as science institutional functioning. Concerning language, aspects stressed were using of metaphors, analogies and scientific terminology. When it came to Evolution, we searched evidence for mentioning evolutionary mechanisms, concepts of instructionism, teleology and tendency to progress, and the context on which Evolution is inside the article. And last, we showed main possibilities for using this material in class, as well as limitations and precautions that should be taking when bringing this material to formal education.

Keywords: science popularization, evolution, science literacy.

Lista de Figuras

Figura 1. Primata ilustrando o artigo e descrito na legenda como sendo um dos “macacos fissurados por álcool” (página 57)

Figura 2. *Boreoeutherian ancestral*, o mamífero que seria o ancestral dos mamíferos placentários modernos, caminhando no galho da árvore genealógica dessa classe (página 68)

Figura 3. O presidente norte-americano George W. Bush, segurando a tábua dos mandamentos de seu governo (página 71)

Figura 4. Aspecto geral das ilustrações do artigo “E se... não sonhássemos?” (página 75)

Figura 5. Corpos humanos com cabeças de mamíferos e aves, reforçando o comentário de que esses animais ocupariam nosso “trono” caso os humanos não sonhassem (página 75)

Figura 6. No artigo, essa foto não possui legenda. Presume-se que o crânio seja o fóssil encontrado (página 85)

Figura 7. A foto do fóssil descrito no artigo. A barra lateral em verde é a outra página; a foto, recortada, não permite saber como é o resto do fóssil (página 86)

Figura 8. As fotos dos três atletas que ilustram o artigo – halterofilista (67 anos), nadadora (73 anos) e surfista (73 anos) – indicam que a prática de exercícios físicos é um fator relevante para a longevidade com qualidade de vida (página 89)

Figura 9. A foto, muito além de mostrar os dentes incisivos do rato, tem um tom hostil – o rato parece prestes a morder o que está em sua frente (página 94)

Figura 10. Representação, em mapas, das duas idéias sobre a origem da espécie humana mostradas no artigo (página 100)

Lista de Tabelas

Tabela 1. Aspectos relativos à ciência: procedimentos (métodos e técnicas) internos da ciência e funcionamento institucional da ciência, divididos de acordo com o tipo de abordagem dada pelo artigo (página 107)

Tabela 2. Aspectos analisados em relação à linguagem (página 110)

Tabela 3. Aspectos observados em relação à Evolução (página 112)

Tabela 4. Possibilidades de uso dos artigos analisados em diferentes áreas do conhecimento (página 115)

Tabela 5. Aspectos que apresentam limitações e/ou cuidados a serem tomados (página 116)

Sumário

_Toc195959381	
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	vi
Introdução	3
1 Quadro Teórico	8
1.1 Divulgação Científica	8
1.1.1 Definição de Divulgação Científica.....	11
1.1.2 Breve Histórico da Divulgação Científica	15
1.1.2.1 A Divulgação Científica no Brasil.....	16
1.1.2.3 José Reis e a Divulgação Científica	18
1.1.3 Funcionamento da Divulgação Científica	20
1.1.4 O Discurso da Divulgação Científica	22
1.1.5 Impasses da Divulgação Científica e Imagens Transmitidas	24
1.1.6 O Papel da Divulgação Científica.....	28
1.1.7 Alfabetização e Letramento Científico.....	31
1.1.8 Divulgação Científica e Educação.....	33
1.2 Evolução Biológica	36
1.2.1 Ensino de Evolução.....	45
2 Desenho Metodológico.....	48
2.1 O Problema da Pesquisa	48
2.2 Questões de Pesquisa.....	48
2.3 Objetivos.....	49
2.3.1 Objetivo Geral	49
2.3.2 Objetivos Específicos	49
2.4 Tipo de Pesquisa	50
2.4.1 Análise Documental	50
2.5 Coleta dos Dados	50
2.6 Metodologia da Análise de Dados	51
3 Análise dos Artigos.....	55
3.1 Análise das Revistas.....	55
3.1.1 Revista Superinteressante	55
3.1.1.1 Planeta dos Macacos Bêbados (S1- jan/2006).....	56
3.1.1.2 Por que os gays são gays? (S2 - jan/2006).....	59
3.1.1.3 Instinto Assassino (S3 - jan/2006)	64
3.1.1.4 Rumo ao Parque dos Dinossauros (S4 - jul/2006).....	67
3.1.1.5 E se... o 11 de Setembro não tivesse ocorrido? (S5 - set/2006)	70
3.1.1.6 Conexões: da política aos macacos (S6 - nov/2006).....	72
3.1.1.7 E se... não sonhássemos? (S7 - nov/2006).....	74

3.1.1.8 Existem cachorros que não latem? (S8 - dez/2006)	79
3.1.2 Revista Galileu	81
3.1.2.1 A prova está nos pés (G1 - jan/2006)	81
3.1.2.2 Elo encontrado (G2 - maio/2006).....	83
3.1.2.3 Peixe que anda (G3 - maio/2006).....	85
3.1.2.4 Viver para sempre (G4 - maio/2006)	86
3.1.2.5 Músicas sobre ciência (G5 - maio/2006)	92
3.1.2.6 Os dentes de ratos sempre crescem? (G6 - maio/2006)	93
3.1.2.7 Por que acreditar em Darwin? (G7 - set/2006)	95
3.1.2.8 Fora da África... (... e da Ásia, e da Europa) (G8 - set/2006) ...	98
3.1.2.9 Você acha que sabe tudo? (G9 - set/2006)	102
3.1.2.10 Síntese – Dinos com quatro asas (G10 - nov/2006).....	102
3.1.2.11 Brincando de Deus: biologia também é arte (G11 - nov/2006)	103
4 Discussões e Resultados	106
4.1 Procedimentos Internos da Ciência e Funcionamento Institucional da Ciência.....	106
4.2 Linguagem Empregada.....	109
4.3 Conceitos de Evolução	112
4.4 Possibilidades de uso dos artigos.....	114
4.5 Cuidados e limitações para uso em sala de aula.....	116
5 Considerações Finais	118
6 Referências	124
ANEXO.....	134
G1, G2 e G3	135
G4.....	136
G5.....	142
G6 e G7	144
G8.....	145
G9.....	153
G10 e G11	154
S1	155
S2.....	156
S3.....	162
S4	168
S5.....	170
S6.....	172
S7	173
S8.....	175

Introdução

Inspirada por documentários exibidos na mídia televisiva, decidi pela formação acadêmica em Ciências Biológicas, com intenção de fazer pesquisa na área de zoologia. Porém, conforme o curso prosseguia, comecei a perceber que fazer pesquisa em Biologia não se resumia a filmar animais selvagens para produzir documentários interessantes. Apesar de admirar as ações que levam a ciência para fora do meio acadêmico, comecei a ver que esses programas, que acreditava então que fossem científicos, algumas vezes apresentavam problemas conceituais.

Para que as pessoas, de forma geral, possam compreender a ciência e o empreendimento científico, é necessário que haja uma modificação na linguagem científica, ou seja, uma transposição desta para uma mais acessível ao público em geral, privilegiando os aspectos históricos, humanos e os desafios sociais e econômicos da ciência, sem, contudo, sacrificar os conceitos científicos. Foi a partir dessas reflexões que me surgiu a idéia de fazer uma pesquisa tendo a Divulgação Científica (DC), na mídia impressa, como objeto de estudo. Realizar uma investigação que olhe para a DC. Pensei que com esse trabalho eu, talvez, pudesse alertar sobre o potencial e as limitações da Divulgação Científica promovida por certas revistas, para uso em sala de aula de Ciências e Biologia. Entendo que essa idéia, apesar de pretensiosa, é, para mim, desafiadora.

Decidi, para tanto, analisar como a Biologia é veiculada em revistas de Divulgação Científica. No entanto, como o escopo da Biologia é amplo, tentar analisar todos os seus aspectos nesse tipo de revistas acabaria por se tornar um trabalho impossível; portanto, foi necessário fazer escolhas. Resolvi concentrar-me nos artigos que contivessem conceitos relacionados à Evolução, mesmo que o artigo não falasse exclusivamente de Biologia. Outra seleção que fiz se relaciona ao veículo de DC e decidi por revistas de grande circulação nacional.

Por que Evolução? Pessoalmente, é um assunto que sempre me atraiu, assim como sempre me interessou, mais especificamente, o debate que a

Teoria da Evolução ocasiona. Darwin, ao afirmar que as espécies se originaram de espécies pré-existentes, derrubou a idéia do homem como imagem e semelhança de Deus e, assim, parece ter aberto uma “ferida” na humanidade. A idéia de que o ser humano é resultado de milhões de anos de mudanças em seres pré-existentes, e não o resultado de uma força criadora, foi revolucionária à época, e gera ainda hoje gera muita discussão acalorada. Não há dúvida que esse é um tema central de Biologia e para o seu ensino e, portanto, merecedor de uma abordagem crítica. Além disso, a Evolução é uma das bases da Biologia moderna. Em se pensando em ensino, é um tema que pode unir conhecimentos gerais de História e Biologia de maneira harmoniosa e atraente.

Para examinar o conteúdo dos artigos que contenham conceitos de Evolução veiculados nas revistas de Divulgação Científica é preciso, antes de tudo, entender a DC. Portanto, as primeiras perguntas que preciso responder são: o que é a Divulgação Científica? Quem faz a Divulgação Científica? A quem ela é dirigida? E qual o seu papel?

Essas questões, por sua vez, levam a outras, e uma que me interessa em especial é: qual o potencial e quais as limitações do uso de revistas de DC em sala de aula? Ou seja, esse material pode ser levado para a sala de aula de Biologia? Que cuidados os professores devem ter ao levá-lo para dentro da sala de aula?

Por meio do aumento do número de revistas de DC, de matérias de ciência em jornais, da produção de vídeos científicos e do crescimento do número de museus e centros de ciências, nota-se que a ênfase dada à Divulgação Científica vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. A popularização da ciência está, atualmente, na agenda de programas governamentais, de movimentos sociais, de ações da comunidade científica e mesmo em projetos de grupos privados sensibilizados e interessados pelo tema. Apesar disso, ainda são poucas as pesquisas que examinam seu uso e impacto junto à população escolar.

Já no que concerne à educação formal, as novas exigências educacionais, decorrentes da globalização, do desenvolvimento científico e tecnológico, da tecnologia da informação, da modernização da sociedade, são acontecimentos que trazem consigo inúmeros problemas educacionais. A busca de soluções para essas novas exigências educacionais tem sido pensada. Algumas dessas soluções incluem o fortalecimento da Divulgação Científica, valorizando a aprendizagem ao longo da vida e os vínculos entre educação formal e não-formal. É nesse contexto que se insere este trabalho, cujo foco é a Divulgação Científica, e que busca o aprofundamento teórico e a análise crítica de artigos de revistas de DC para fins de educação formal. Para isso, optou-se por examinar artigos de revistas de Divulgação Científica, que lidassem com a temática da Evolução, com vistas ao seu uso em sala de aula.

A seção anterior já apresentou algumas justificativas por se ter escolhido artigos sobre Evolução para serem analisados. No entanto, ainda existem outras justificativas que devem aqui ser discutidas.

Na Biologia, a teoria da seleção natural assume o papel central e unificador das diversas disciplinas biológicas, organizando-as em torno de um eixo comum (OLIVEIRA, 1998; MEYER; EL-HANI, 2001). Pechula (2007) destaca que “a crescente credibilidade e desenvolvimento da Teoria da Seleção Natural das Espécies” (p. 212) influenciou e possibilitou uma grande transformação científica no século XX. O tema “origem e evolução da vida” aparece como um dos seis temas estruturadores propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCN+ (BRASIL, 2002), bem como consiste em um assunto de fundamental interesse ao ser humano (OGBORN, 2006). Além disso, o tema é popular e conhecido do cidadão comum. No desfile das escolas de samba do Rio de Janeiro de 2007, a agremiação Unidos de Vila Isabel trouxe o tema “Metamorfoses: do reino natural à corte popular do carnaval – As transformações da vida”. A parte inicial do enredo ilustrou as transformações do mundo natural, tendo os idealizadores do enredo se baseado na obra do naturalista inglês Charles Darwin¹.

¹ <http://www.gresunidosdevilaisabel.com.br/1110.asp>. Acesso em: 27 fev 2007.

O cartunista brasileiro Mauricio de Sousa também acredita no sucesso do assunto quando cria o personagem Piteco, homem pré-histórico, inspirado pelo nome *Pithecanthropus erectus*, nome originalmente dado ao Homem de Java (*Homo erectus*)². Até mesmo em um livro de sátira ao mundo corporativo a Evolução aparece. Em *O Princípio Dilbert*, o autor, Scott Adams, inclui um “resumo” da Teoria da Evolução da seguinte maneira: “Primeiro existiam algumas amebas. Amebas dissidentes se adaptaram melhor ao meio ambiente, tornando-se assim macacos. E aí veio a Gestão da Qualidade Total” (1997, p. 13). Esses são exemplos que demonstram que há interesse pelo tema pelo público em geral, e por isso diversos autores, escritores e jornalistas dos mais diversos assuntos têm usado o tema como fonte de inspiração.

De forma que a Teoria da Evolução é levada a diferentes ambientes, como, por exemplo, a museus. O Museu de Arte de São Paulo (MASP), um dos mais importantes museus de arte do Brasil, trouxe em 2007 a exposição “Darwin – Descubra o homem e a revolucionária teoria que mudou o mundo”, que ficou aberta ao público entre os dias 04 de maio e 15 de julho. A exposição foi realizada por iniciativa do Instituto Sangari, que é o representante oficial do Museu de História Natural de Nova York no Brasil. O sucesso da exposição foi tão grande que agora é o Rio de Janeiro que a recebe, e São Paulo voltará a recebê-la de maio a julho de 2008.

Assim, como mostra o sucesso dessa exposição, podemos nos arriscar a dizer que a Divulgação Científica acaba por suprir a sociedade com conhecimentos que a escola ou os livros didáticos muitas vezes não conseguem oferecer, além de ser fonte de informação para quem não mais frequenta a escola, ou ainda para aqueles que sequer puderam frequentá-la. Mais do que informação extracurricular, materiais de DC podem ser utilizados como ferramentas no ensino formal. Portanto, o exame das revistas de Divulgação Científica é justificado pelo impacto que esse material pode ter no público escolar.

² <http://www.britannica.com/eb/article-9043428/Java-man#45444.hook>. Acesso em: 06 mar 2008.

A principal pergunta feita nesse trabalho é: será que esse material tem potencial para ser usado em aulas de Biologia? Com que cuidados? Sendo assim, este trabalho poderá auxiliar professores que utilizem ou venham a utilizar artigos de DC em suas aulas.

1 Quadro Teórico

A seção anterior mostra como se chegou à idéia de examinar assuntos relativos à Evolução apresentados em revistas de Divulgação Científica de grande tiragem. Argumentando que a Evolução é a base da Biologia moderna e que é um tema de interesse do público e que gera discussões e controvérsias calorosas, justificou-se a necessidade de pesquisas que analisem os conceitos de Evolução apresentados em revistas de Divulgação Científica para fins didáticos.

Para este trabalho, é necessária uma discussão sobre o conceito de Divulgação Científica, sua história e suas possibilidades educativas. Para finalizar essa fundamentação, faz-se necessária também uma discussão acerca da Teoria da Evolução.

1.1 *Divulgação Científica*

A partir do século XIX temos presenciado um grande crescimento da produção científica e de suas conseqüências tecnológicas. Bertoletti (2003) alerta que, devido ao dinamismo da ciência e da tecnologia, os conhecimentos científicos se multiplicam de forma muito rápida e por isso as pessoas precisam se atualizar constantemente. Essa rapidez de desenvolvimento da ciência e tecnologia faz com que o conhecimento dos cidadãos se torne cada vez mais distante do conhecimento produzido pela ciência. Isso também interfere na educação escolar, que não acompanha tudo o que é gerado e, assim, é insuficiente para a formação de cidadãos que tenham consciência dos desafios do futuro (TUFFANI, 2003).

Crianças e jovens, especialmente, devem não só saber como conviver com essas mudanças constantes, mas também entender como lidar com elas no cotidiano. Para Cazelli (1992), uma população com baixos níveis de alfabetização científica³ tem sérias dificuldades para desempenhar várias atividades que facilitariam suas vidas. A autora também chama atenção para o

³ Para adiantar, podemos grosseiramente dizer que *Alfabetização* é o ato ou efeito de *alfabetizar*, ou seja, de ensinar o alfabeto. No entanto, o termo é controverso, como será discutido em outra seção.

desempenho da cidadania através do voto, ou seja, para ela a população não alfabetizada cientificamente tem dificuldades em contribuir para, ou participar de espaços nos quais as políticas públicas são definidas.

Oliveira (2001) destaca que o público tem interesse por ciência – cerca de 70% da população urbana brasileira se interessa por temas científicos e tecnológicos. A autora ressalta ainda que 66% dos brasileiros pensam que a mídia deveria dar mais notícias sobre avanços da ciência e tecnologia (*ibidem*). Cabe ressaltar que esse interesse por parte do público deve ter uma contrapartida de responsabilidade por parte do divulgador científico no sentido de este não publique informações duvidosas, distorcidas ou excessivamente sensacionalistas acerca de temas da ciência. Por exemplo, ao noticiar novos medicamentos que auxiliem no tratamento ou cura de determinada doença, o divulgador científico deve ter o cuidado de não tratar as descobertas como definitivas ou milagrosas, pois elas podem ainda ser preliminares. O divulgador científico não pode dar falsas esperanças ao leitor (VIEIRA, 1999).

Cavalcanti (s.d.), em sua pesquisa sobre o diálogo entre cientistas e jornalistas, relata um caso no qual um cientista brasileiro era um intérprete na entrevista com um cientista japonês. Em certo momento da entrevista, o cientista afirmou que as amebas existentes no Brasil não causam doenças, mas acabam por levar a culpa de muitas enfermidades causadas por outros organismos. Por isso, o cientista não achava necessário tratar as amebíases, uma vez que elas nunca iriam causar diarreias, ou invadir um organismo provocando abscessos. Em sua matéria, o jornalista escreveu que as amebas eram benéficas. Segundo o cientista, o artigo foi ridicularizado no laboratório, chegando a resultar na proibição de entrevistas sem a permissão do chefe do laboratório. Além disso, o jornalista poderia incitar certo descuido em relação à higiene pessoal e dos alimentos: se as amebas são benéficas, para que matá-las? Se as pessoas deixarem de higienizar seus alimentos antes do consumo de forma a não matar as amebas “benéficas”, isso poderia abrir espaço para outros tipos de doenças relacionadas à falta de higiene, como cólera ou verminoses. Cabe ressaltar que a extrapolação feita por este jornalista vai além

de um simples problema de transposição de linguagem, sugerindo que o profissional teve uma formação precária em ciência.

Na tentativa de tornar o texto mais impactante, não é incomum os divulgadores científicos se basearem quase exclusivamente em declarações diretas dos cientistas (ZAMBONI, 2001). Moura (2001) destaca “o uso de testemunhos de autoridade para legitimar determinadas opiniões e de contra-argumentos para desautorizar opiniões contrárias” (p. 47). O público em geral não possui necessariamente formação em ciência, então o argumento da autoridade científica usado pelo divulgador pode ser percebido pelo leitor como uma verdade absoluta e incontestável. Bill Bryson (2005), em seu livro *Breve história de quase tudo*, de certa forma ilustra essa atitude ao afirmar que ainda tende a “confiar nas declarações dos cientistas, assim como [...] nas dos cirurgiões, encanadores e outros detentores de informações privilegiadas” (p. 15). Será que essa opinião reflete o comportamento do público das revistas de Divulgação Científica, que confia nos artigos veiculados?

O Ministério da Ciência e Tecnologia publicou, em 2007, pesquisa realizada com duas mil e quatro pessoas de todas as regiões do Brasil, com o objetivo de fazer um levantamento acerca do interesse, grau de informação, atitudes, visões e conhecimento que a população brasileira tem em relação aos temas ciência e tecnologia. Segundo essa pesquisa, 53% dos entrevistados consideram que as descobertas científicas e tecnológicas são apresentadas de forma satisfatória nos jornais. Desse total, 83% das pessoas pensam que as matérias dos jornais têm boa qualidade e 79% informaram que essas matérias têm fácil entendimento. Por outro lado, 32% dos entrevistados opinaram que a cobertura dos jornais em relação à ciência e tecnologia é insatisfatória. Os fatores mais citados foram: o número reduzido de artigos, lembrado por 72% do total de leitores insatisfeitos; a falta de discussão acerca dos riscos e problemas que podem ser gerados pela aplicação da ciência e tecnologia (61%); e, empatados com 56% cada, a dificuldade de compreensão das matérias e a postura tendenciosa da mídia (BRASIL, 2007).

1.1.1 Definição de Divulgação Científica

O que é comunicar ciência? Essa é uma pergunta que tem gerado algumas discussões. Definir quem são os comunicadores em ciência é outra questão que provoca sérias discussões. Será que é preciso ser cientista para comunicar ciência? E o que se pode dizer do inverso: é preciso se especialista em comunicação para se escrever ou falar sobre ciência? Noticiar sobre ciência é comunicar ciência, ou noticiar ciência? O físico português Carlos Fiolhais respondeu a estas questões de uma forma sóbria e inteligente: “Comunica ciência quem pode!” (TRINCÃO, 2008).

Difusão científica, jornalismo científico, divulgação científica, popularização da ciência, comunicação científica, vulgarização da ciência, disseminação científica, esses são os vários termos que se referem à veiculação de assuntos relativos à ciência e à tecnologia em diferentes meios de comunicação.

Faremos aqui, portanto, uma revisão conceitual para discutir as distinções entre vários dos termos acima mencionados, que muitas vezes são, de forma equivocada, alguns deles são considerados sinônimos (GERMANO; KULESZA, 2007). Além disso, a expressão “divulgação científica” comporta as mais diversas atividades, como as realizadas por museus, zoológicos e jardins botânicos, assim como as de trocas feitas em instituições de pesquisa, a elaboração de livros e de outros informativos por parte de cientistas e várias outras, inclusive as jornalísticas. Mas afinal, o que é DC e quais os meios de comunicação que são utilizados para isso?

Tendo em vista que este trabalho trata de revistas de DC direcionadas ao público em geral⁴, será aqui tratada a Divulgação Científica na forma do Jornalismo Científico como pode ser usada na educação formal. Para que possamos examiná-la em revistas voltadas para o público em geral, é importante que ela seja logo definida, ainda que resumidamente, no contexto da comunicação científica.

⁴ É necessário ressaltar que a expressão “público em geral” é usada preferencialmente a “público leigo”, uma vez que um especialista pode gostar de ler revistas de DC, mesmo não sendo o público-alvo primário.

A partir dos trabalhos de Loureiro (2003) e Lozada-Chávez e Olivera (2007), e pelas referências citadas por esses autores, percebeu-se que definir DC é problemático, pois, de partida, estamos tratando com algum tipo de “comunicação”. Segundo Loureiro (2003), a sociologia vem fazendo inúmeras reflexões acerca da geração e transferência da informação científica e tem discutido, também, “a participação da sociedade como um todo em tais processos”. Criou-se a expressão **comunicação científica** para denominar o processo de produção e transferência de informação científica entre pares (cientistas). Portanto, a comunicação científica engloba todo o processo de geração, disseminação e uso da informação científica, desde a concepção até a aprovação do novo conhecimento como sendo científico. Assim, quem gera o conhecimento é o cientista, que o comunica através de canais formais e informais.

Nos canais de comunicação formal, a informação é balizada por regras, procedimentos e avaliações mais rigorosos, para transmissão por meios de comunicação especializados, como periódicos - o mais utilizado e valorizado -, livros, monografias e obras de referência. Nos canais de comunicação informal, a informação, enquanto proposta de pesquisa, é apresentada intrapares pelo cientista/pesquisador e vai gradualmente obedecendo a procedimentos de formalização, integração e avaliação. Destinada à audiência restrita, é por meio da comunicação informal que o cientista/pesquisador busca entre seus pares críticas, sugestões (LOUREIRO, 2003, p. 90).

Já ao discutir sobre a ação de fazer chegar ao público em geral o conhecimento científico, Loureiro assinala que o uso das expressões difusão, disseminação e divulgação científicas é feito sem rigor conceitual. O termo difusão científica, para o autor, é dado a “todo e qualquer processo ou recurso utilizado para a veiculação de informações científicas e tecnológicas”. A difusão científica, para o autor, pode ser subdividida em *disseminação*, destinada aos especialistas, e *divulgação*, voltada ao público em geral.

Comparando os dois artigos acima mencionados (LOUREIRO, 2003; LOZADA-CHÁVEZ; OLIVERA, 2007), percebe-se que o uso das expressões difusão, disseminação e divulgação científicas é, de fato, feito de forma indiscriminada. Para o termo difusão, Loureiro (2003) apresenta a definição de que é “todo e qualquer processo ou recurso utilizado para a veiculação de informações científicas e tecnológicas”. Portanto, toda e qualquer informação

científica transmitida é difusão científica, tanto para Loureiro (2003) como para Bueno (1985). Para os dois autores, a difusão científica é uma atividade abrangente que pode ser subdividida em **disseminação**, destinada aos especialistas, e **divulgação**, voltada ao público em geral. Já para Lozada-Chávez e Olivera (2007), a difusão não é abrangente e é, apenas, a comunicação científica entre pares.

Ao menos para o termo divulgação da ciência, que é o de maior interesse para este trabalho, existe consenso. Tanto para Loureiro (2003) quanto para Lozada-Chávez e Olivera (2003), a Divulgação Científica tem como objetivo comunicar o conhecimento científico a diversos públicos. Também para Bueno (1985), a difusão científica voltada para o público em geral é chamada de divulgação científica. Marcos e Calderón (2002) concordam que a divulgação científica é a comunicação social da ciência e da tecnologia através dos meios de comunicação, ou seja, imprensa, rádio, televisão, internet, entre outros.

Por outro lado, Bueno (1985) define a Divulgação Científica de uma forma menos vaga. Para ele, como para Loureiro (2003), existe uma atividade abrangente denominada difusão científica, que pode ser dividida em dois ramos: a difusão para os especialistas (entre pares) e a divulgação para o público em geral. Bueno (1985) vai mais longe. Para ele, a difusão científica voltada para os pares é definida como **disseminação científica** e se subdivide em dois tipos. Quando divulgador e público pertencem ao mesmo campo de especialidade, ocorre a **disseminação científica intrapares**; por exemplo, artigos de biologia molecular destinados a biólogos moleculares. Porém, se divulgador e público não pertencem ao mesmo campo de especialidade, mas ambos são cientistas, ocorre a **disseminação científica extrapares**; por exemplo, um artigo sobre hormônios pode ser lido por bioquímicos ou fisiologistas, entre outros.

Ainda segundo Bueno (1985), a difusão científica voltada para o público em geral é chamada de **Divulgação Científica**. Nessa última se incluem o jornalismo científico, documentários de televisão, livros didáticos de ciências, folhetos que explicam a prevenção de uma doença, para citar alguns exemplos.

Portanto, temos que a comunicação científica pode ser endereçada para três públicos diferentes, sendo eles:

1. Cientistas da mesma área de especialidade (disseminação científica intrapares);
2. Cientistas de outras áreas de especialidade (disseminação científica extrapares);
3. Público em geral (Divulgação Científica).

Para finalizar, é importante ainda para esse trabalho distinguir quem são os receptores da comunicação científica. Enquanto que na disseminação científica o emissor e o receptor têm níveis de conhecimento semelhantes e os receptores estão em busca de aprendizado, na DC o público para o qual a informação é dirigida, apesar de ser, em geral, leigo, não necessariamente busca aprender (LOZADA-CHÁVEZ; OLIVERA, 2007).

É necessário ressaltar que a Divulgação Científica é, muitas vezes, também denominada de "popularização da ciência", sendo este termo mais utilizado dentro da tradição de países anglo-saxônicos, a partir da década de 1950, para caracterizar atividades que buscam difundir o conhecimento científico para públicos não especializados (LOZADA-CHÁVEZ; OLIVERA, 2007). Outras expressões, com sentidos mais restritivos, são também usadas, como comunicação pública da ciência, comunicação social da ciência e vulgarização científica (*ibidem*).

Comunicar ciência para o público em geral é o que torna a DC um processo complexo, como afirma Mora (1995, *apud* LOZADA-CHÁVEZ; OLIVERA, 2007).

Recentemente, a DC tem sido repensada como um instrumento para transmitir conhecimentos e tecnologias que ajudem a melhorar a vida das pessoas e que dêem suporte a desenvolvimentos econômicos e sociais sustentáveis. Somando-se a isso, a DC tem sido usada por alguns professores como instrumento pedagógico auxiliar, podendo ter, portanto, um importante papel de apoio às atividades escolares. Contudo, é necessário ressaltar que

ela não deve ser vista apenas pelo seu caráter complementar ao ensino formal. A DC, como será discutido a seguir pelo exame de sua história, tem seu significado próprio, ao se dirigir a um público mais amplo, que já passou (ou não) pelas escolas.

1.1.2 Breve Histórico da Divulgação Científica

Embora José Reis (1984, *apud* NUNES, s.d.), em suas anotações pessoais, tenha indicado que a Divulgação Científica é um fenômeno que tem pelo menos cinco mil anos, muitos autores consideram que Galileu Galilei foi o primeiro autor de Divulgação Científica (GUERRERO, 2002). Malet (2002) afirma que os fatores necessários para o desenvolvimento de estratégias de DC não ocorreram na Europa antes do século XVIII. Segundo o autor, nesse século surge a classe média, camada social que proporcionaria audiência para o discurso da Divulgação Científica, e também aumenta o número de sociedades científicas e conferências científicas públicas não universitárias. O autor ainda destaca que também foram publicados livros de DC destinados a jovens leitores, com idades entre 3 e 16 anos.

No século XIX, Panza e Presas (2002) observam que houve um processo através do qual o conceito de ciência deixou de ser um termo específico do meio erudito e passou a ser um termo de uso corrente. Esse processo deveu-se, em grande parte, aos diferentes meios de comunicação, que se empenharam em levar as idéias científicas modernas, as áreas de pesquisa e seus resultados a uma população sem formação científica correspondente. Ainda assim, os autores apontam que a ascensão da Divulgação Científica está intimamente ligada ao aumento do nível educacional da época, em especial à diminuição do analfabetismo.

Guerrero (2002) destaca que, ainda no século XIX, surgiu o gênero literário ficção científica. Por meio dessas obras, a sociedade pôde entrar em contato com descobertas científicas, e também suas conseqüências, com um vocabulário mais simples, ou seja, sem termos técnicos indecifráveis para não-especialistas na área. Além disso, foram publicados diversos livros científicos

não-ficcionais, já no século XX, por autores como Carl Sagan, Stephen Jay Gould e Isaac Asimov, entre outros.

1.1.2.1 A Divulgação Científica no Brasil

Entre os séculos XVI e XVIII, o Brasil era uma colônia portuguesa, e, como tal, sua existência destinava-se em grande parte à exploração dos recursos naturais. A atividade científica em solo brasileiro era praticamente inexistente, uma vez que Portugal não permitia a publicação de livros na colônia. Além disso, a população letrada era muito reduzida e a educação se concentrava nas mãos dos padres jesuítas. Poucas pessoas tinham acesso ao conhecimento científico que era desenvolvido na Europa, através de informações recebidas do exterior. O pouco de atividade científica que existia estava quase sempre restrito a questões técnicas ou militares de interesse imediato. Ainda assim, houve tentativas de se organizar associações com propósito de difusão científica. Dentre essas, destaca-se a criação, em 1772, da Academia Científica do Rio de Janeiro, com o intento de dedicar-se à química, física, história natural, farmácia, medicina e agricultura. Porém, sete anos após sua fundação, foi fechada, não tardando a reabrir sob o nome de Sociedade Literária do Rio de Janeiro, também fechada logo, dessa vez por razões políticas (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Devido ao retorno de vários brasileiros que freqüentaram cursos superiores na Europa, nos séculos XVIII e XIX começou uma lenta e discreta difusão das novas concepções científicas, trazidas especialmente de Portugal, França, Bélgica e Escócia.

Com a vinda da Corte portuguesa para o Brasil, no início do século XIX, ocorreu a abertura dos portos e chegou ao fim da proibição da impressão de textos em terras brasileiras. A criação da Imprensa Régia permitiu que textos e manuais de cunho científico fossem difundidos ou mesmo impressos em território brasileiro. Com isso, foi publicado o primeiro jornal brasileiro, a Gazeta do Rio de Janeiro (TEGA, 2008). Em pouco tempo, foram criadas escolas de ensino superior e instituições de alguma forma ligadas à ciência, como a Academia Real Militar e o Museu Nacional (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Ainda assim, F. Oliveira (2005) aponta que a demora no estabelecimento da imprensa no Brasil e a incipiente pesquisa científica no país causaram atraso na Divulgação Científica.

O século XIX comportou a segunda revolução industrial na Europa, que resultou na intensificação, em escala global, das atividades de difusão científica. O mundo foi percorrido pelo otimismo em relação aos benefícios trazidos pelo progresso científico e técnico. Esse otimismo chegou ao Brasil, mesmo que em escala reduzida, uma vez que a pesquisa científica em solo brasileiro era restrita a poucas pessoas, visto que no país o número de analfabetos ultrapassava os 80% do total da população. Ainda assim, o interesse por temas científicos aumentou entre o restrito público letrado. Para isso, contribuiu o interesse em ciência por parte do então imperador Dom Pedro II (MASSARANI, 1998; MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Dos aproximadamente 7.000 periódicos criados no século XIX, cerca de 300 de alguma forma se relacionavam à ciência. Como a partir de 1874 o Brasil possuía ligação telegráfica com a Europa, os jornais brasileiros puderam divulgar, mais rapidamente, notícias sobre novas teorias e descobertas científicas. Já nessa época existiam várias revistas de cunho científico, tais como *Ciência para o Povo* e *Revista do Observatório*. Houve ainda diversas conferências científicas, e a atuação dos museus de história natural na divulgação da ciência também foi significativa. É importante ressaltar que até então a difusão científica se dava através dos próprios cientistas, sendo que a participação de jornalistas ou escritores interessados em ciência não aparenta ter sido relevante (MASSARANI, 1998; MOREIRA; MASSARANI, 2002).

No início do século XX, embora a pesquisa científica não fosse consolidada no Brasil, houve um ligeiro crescimento das atividades de Divulgação Científica no estado do Rio de Janeiro, que na época era o centro do país. A criação da Sociedade Brasileira de Ciências, posteriormente chamada Academia Brasileira de Ciências, foi um importante marco para a difusão científica no período. Essa sociedade foi a responsável pela criação da primeira emissora de rádio do Brasil, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro. Essa emissora difundia informações e temas em educação, cultura e ciência,

tendo sido elogiada pelo físico Albert Einstein. Além da criação de revistas de difusão científica, como a *Sciencia e Educação* e a *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências*, diversos jornais diários deram espaço para notícias relacionadas à ciência (MASSARANI, 1998; MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Entre os anos 30 e 70, contudo, a ciência no Brasil progrediu lentamente. Ainda assim, a criação das primeiras faculdades de ciência e de institutos de pesquisa teve impacto positivo na ciência brasileira. O Instituto Nacional do Cinema Educativo, fundado no final da década de 30, foi responsável pela produção de mais de cem filmes que visavam à educação em ciências e a Divulgação Científica e Tecnológica. Autores como Monteiro Lobato e Malba Tahan (Júlio César de Mello e Souza) também contribuíram para a divulgação da ciência através de livros famosos como a coleção do *Sítio do Pica-pau Amarelo* e *O homem que calculava*, entre outros. Nos anos 60, sob a influência das transformações ocorridas no ensino de ciências nos Estados Unidos, surgiram diversos centros de ciência no país, o que contribuiu para a popularização da ciência, embora esses centros estivessem mais diretamente relacionados ao ensino formal (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Com a diversificação dos meios de comunicação, houve um aumento das atividades de DC. A “revolução tecnológica” possibilitou avanços no campo da informação; com isso, a Divulgação Científica pôde ficar ainda mais acessível ao público, excedendo os limites da universidade (PECHULA, 2007). Surgiram novas revistas de DC, como *SuperInteressante*, *Ciência Hoje* e *Globo Ciência* (hoje, *Galileu*). No meio televisivo, a ciência também garantiu seu espaço, através de programas como *Globo Ciência* e *Estação Ciência*, e também de manchetes nos noticiários (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

1.1.2.3 José Reis e a Divulgação Científica

Na história da Divulgação Científica no Brasil, destaca-se a atuação de José Reis, considerado o “pai da Divulgação Científica” no país (MENDES, 2005). Esse pioneiro da DC estudou no Instituto Manguinhos (hoje Oswaldo Cruz), formando-se em Medicina e dedicando-se à microbiologia, mais

especificamente ao estudo da ornitopatologia⁵. José Reis demonstrava preocupação com a qualidade de vida das pessoas, defendendo a Divulgação Científica, como uma forma de tanto melhorar a qualidade de vida quanto fazer com que os conhecimentos científicos fizessem parte da cultura dos cidadãos (MENDES, 2005). Nas palavras do próprio José Reis:

O empenho que me tem levado a participar de muitas iniciativas ligadas a melhorar o ensino da ciência em nossas escolas, assim como a um já longo trabalho de divulgação científica pelo jornal, pelo rádio e pelo livro, e ainda em palestras públicas, é consequência natural de uma profunda convicção: a de que sem uma sólida base de ciência, orientadora e geradora da tecnologia, não existe nem desenvolvimento nem soberania nacional (REIS, 2002).

Em parceria com Paulo Nóbrega e Annita Reis, sua esposa, José Reis desenvolveu estudos de doenças de galinhas e aves, culminando no Tratado de Ornitopatologia. No entanto, não se limitou a escrever apenas para cientistas e, a partir dessas pesquisas, Reis passou a fazer folhetos informativos destinados a produtores avícolas, em geral pessoas com pouca ou nenhuma formação acadêmica. Ele próprio visitava os pequenos produtores para informá-los sobre soluções no tratamento das doenças de galinhas. Foi nessa época que ele começou, também, a escrever artigos e informações científicas publicados na revista Chácaras e Quintais, direcionados a pequenos produtores (REBOUÇAS; BACILIERI, 2005).

No dia 6 de abril de 1947, José Reis começou seu trabalho de DC na Folha da Manhã (grupo dos jornais Folha da Noite e Folha de São Paulo). Entre 1948 e maio de 2002, quando morreu, Reis publicou todos os domingos, na Folha de S. Paulo, o “No Mundo da Ciência”. Devido ao seu sucesso como jornalista, em 1962 ele tornou-se diretor de redação da Folha. Paralelamente ao seu trabalho na Folha de São Paulo, toda sexta-feira Reis começou a organizar reuniões para discutir assuntos científicos. Esses encontros marcaram a vida intelectual brasileira, por causa do conteúdo discutido. Um dos resultados desses encontros às sextas feiras (“sexta-ferina”) foi a criação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em 1948. Até hoje, essas reuniões são de grande importância para a difusão da ciência no Brasil.

⁵ Estudo de doenças de aves.

Reis começou o movimento de criação das Feiras de Ciência. Como se tanta atividade não fosse suficiente para satisfazer sua inquietação intelectual, ele passou a ser conhecido como o caixeiro-viajante da Ciência, porque incentivava a criação de feiras de ciências em várias cidades interioranas, viajando muito pelo país. Em 1968, publicou o livro Educação é Investimento, uma obra ainda útil e atual. A longevidade do veterano cientista e jornalista fez com que ele conhecesse a posteridade ainda em vida. Em 1978, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) criou o Prêmio José Reis de Divulgação Científica (vencido em 1990 pela Super). E, em 1992, a Universidade de São Paulo fundou o Núcleo José Reis de Divulgação Científica. Tudo isso para garantir que o legado de J. Reis terá continuidade (PAVAN; KREINZ, 2002).

Foi por tudo isso que, esse cientista-jornalista, tornou-se o pioneiro da divulgação da ciência no Brasil. Em uma época em que os resultados das pesquisas eram restritos à comunidade científica, ele surpreendeu ao divulgar ciência ao público em geral e àqueles que necessitavam certas informações, como era o caso dos pequenos produtores. Sua habilidade em escrever logo o levou a tornar-se jornalista, profissão que exerceu muito bem e que o possibilitou levar a ciência a mais e mais pessoas. Por sua brilhante carreira, José Reis recebeu diversos prêmios, além de emprestar seu nome a um prêmio criado pelo CNPq em 1978 e que existe até hoje (REBOUÇAS; BACILIERI, 2005).

1.1.3 Funcionamento da Divulgação Científica

A Divulgação Científica é uma das formas de levar informação científica ao público em geral. Para tanto, ela possui cinco elementos fundamentais: emissor, canal, mensagem, conteúdo e receptor. O *emissor* é o responsável por emitir a mensagem, podendo ser um divulgador, um grupo de divulgadores ou um órgão difuso, como uma rede de televisão. Se o emissor é um divulgador científico, ou um grupo deles, é essencial que possua conhecimentos, tanto da ciência que quer divulgar quanto de comunicação. Os conhecimentos da ciência a ser divulgada são necessários para que possa entender e interpretar corretamente os artigos, declarações, textos e as ações dos cientistas, bem como as estruturas das instituições e comunidades científicas (MARCOS; CALDERÓN, 2002).

A *mensagem* da DC é transmitida através de um *canal* – jornais, revistas, rádio, televisão, internet e filmes são alguns exemplos – e deve ser

provida de um *conteúdo*. A mensagem pode versar sobre avanços científicos ou tecnológicos, o fazer científico, os processos que culminam em inovações, enfim, não deve focar somente nos resultados, esquecendo-se da metodologia. Por fim, a mensagem atinge o *receptor*, que, no caso da Divulgação Científica, em princípio se supõe que tenha menos conhecimentos que o divulgador (KIENTZ, 1973; MARCOS; CALDERÓN, 2002; MALAVOY, 2005).

O receptor da Divulgação Científica é o público em geral. Esse público não deve ser desconsiderado, afinal o discurso da DC não independe daquele a quem é destinado. Ou seja, o receptor da mensagem se faz presente no discurso que lhe é endereçado e interfere no processo de produção e constituição do discurso. Esse discurso deve desconsiderar a linguagem “esotérica” empregada pelo discurso científico e abrir espaço para analogias, generalizações, comparações, simplificações e aproximações (VIEIRA, 1999; ZAMBONI, 2001), uma vez que 52% dos brasileiros consideram que o conhecimento científico, se bem explicado, pode ser compreendido pela maioria das pessoas (BRASIL, 2007).

Tanto Vieira (1999) quanto Malavoy (2005) destacam a importância do receptor no processo de divulgação da ciência. Malavoy, em seu *Guia Prático de Divulgação Científica*, destaca que o divulgador científico deve fazer algumas perguntas: “quem são as pessoas a quem estou me dirigindo? O que sabem elas e, sobretudo, o que elas não sabem?” (p. 7). Adicionalmente, Vieira (1999) lembra que mesmo cientistas não estão isentos de desconhecerem conceitos, mesmo os básicos, de áreas da ciência que não são sua especialidade.

Atualmente, discutem-se outros modelos de comunicação pública da ciência. Lewenstein (2003) explica os modelos contextual, de experiência leiga e de participação pública. Para o autor, o modelo contextual é um modelo unidirecional, ou seja, as decisões partem do emissor para o receptor, e é criticado como sendo uma versão sofisticada do modelo de déficit (o receptor é leigo e o emissor é o detentor do saber). No entanto, o modelo contextual considera que o receptor é capaz de processar as informações da DC conforme seus esquemas sociais e psicológicos, moldados por suas

experiências prévias, contexto cultural e circunstâncias pessoais. Já o modelo de experiência leiga, ainda segundo Lewenstein (2003), é um modelo bidirecional ou dialógico, no qual o conhecimento local, baseado nas vidas e histórias de comunidades reais, é considerado como relevante para a resolução de problemas científicos. Uma crítica a esse modelo é que ele privilegia o conhecimento local em detrimento ao conhecimento confiável obtido pelo sistema científico moderno. Por fim, cita o modelo de participação pública, modelo que se baseia em um compromisso de se democratizar a ciência por meio de atividades como conferências de consenso, debates e foros.

1.1.4 O Discurso da Divulgação Científica

Há autores (DESTÁCIO, 2002; PEREIRA, 2002) que afirmam que a Divulgação Científica é uma mera recodificação da linguagem científica, uma tradução do discurso científico para uma linguagem compreensível pelo público leigo. Em outras palavras, para esses, o divulgador muda o código do discurso científico, mas não altera seu conteúdo. Para Destácio (2002), a DC

“implica a recodificação da linguagem científica, de modo a apresentar a informação com origem na ciência em uma linguagem não-especializada, tornando seu conteúdo acessível ao público em geral” (p. 94).

Pereira (2002) e Olivera (2003) concordam com essa afirmação ao dizerem que o divulgador científico tem a responsabilidade de fazer a “tradução” de textos científicos para textos acessíveis ao público alvo; para isso, o divulgador deve suprimir completamente os jargões técnicos e utilizar analogias (VIEIRA, 1999).

Zamboni (2001), em seu trabalho de análise do discurso da Divulgação Científica, não concorda com a idéia de que a DC seja apenas uma recodificação da linguagem científica. Para ela, a Divulgação Científica é “gênero particular no conjunto das práticas de reformulação de um discurso-fonte em um discurso-segundo” (p.20). Ela afirma que o discurso da Divulgação Científica é um gênero discursivo particular que resulta de um trabalho efetivo de formulação discursiva, e não se confunde com o gênero do discurso científico. A autora ainda assegura que o discurso da DC tem autonomia como

qualquer outro discurso e envolve e cativa seu público como qualquer boa mercadoria posta à venda. Zamboni defende que o bom divulgador científico não é necessariamente aquele que reproduz de forma mais simples a fala da fonte especializada. Concordamos com Zamboni: para nós, como para ela, a Divulgação Científica não é uma simples tradução do discurso científico para uma linguagem mais informal e corriqueira; constitui-se em um novo discurso, construído a partir de uma vivência, e defendemos que esse novo discurso deve ser construído a partir de uma perspectiva crítica, não se restringindo a uma decodificação, mas a uma interpretação, logo a uma construção.

O trabalho do professor, em certos aspectos, se assemelha ao do divulgador. Um conceito sofre profundas modificações ao ser transferido de um contexto para outro. Apesar de manter semelhanças com a idéia original no contexto da pesquisa, o conceito transposto ganha outros significados próprios do ambiente ao qual se destina. Sendo assim, o processo de transposição acaba transformando o saber, que recebe um novo status epistemológico (ASTOLFI; DEVELAY, 2006). No entanto, Chevallard (1991, *apud* BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2006) alerta que o conhecimento transposto não deve ser uma mera simplificação de assuntos retirados de pesquisa, com o intuito de facilitar a apreensão desse conhecimento pelos jovens. Assim como Zamboni (2001), Chevallard (1991) defende que o conhecimento transposto é um novo conhecimento que se relaciona com dois domínios epistemológicos diferentes: ciência e público (alunos ou leitores).

A transposição didática é uma ponte entre a teoria e a prática (EJERSBO; LERON, 2005), que transforma o saber sábio – produto do trabalho de cientistas ou intelectuais em relação a uma forma de entendimento sobre a realidade – em saber a ensinar – que é organizado e hierarquizado em grau de dificuldade – para que possa, por fim, se tornar saber ensinado – o saber de fato apresentado aos alunos, no cotidiano das práticas na escola e em sala de aula (PINHO ALVES, 2000; RODRIGUES; GURGEL; PIETROCOLA, 2005), ou, no caso da DC, para seu público. Para que isso ocorra, Chevallard (1991, *apud* MARANDINO, 2004) ressalta que o saber deve passar por “deformações” para que possa ser ensinado, passando por

processos de descontemporização, naturalização, descontextualização e despersonalização.

Para esse trabalho, portanto, defendemos que a DC é um novo discurso. No entanto, mesmo se tratando de um novo discurso, há casos em que o divulgador se apóia exclusivamente na autoridade da ciência para dar respaldo e seriedade ao seu artigo. Zamboni (2001) explica esse tipo de atitude dá apoio ao divulgador com a fórmula “as palavras que eu utilizo são as tuas, não as minhas” (p. 25). Para a autora, o discurso indireto e o excessivo cuidado em citar todos os títulos das fontes especializadas compõem o quadro de anunciação para dar ao discurso da Divulgação Científica o aval das autoridades científicas. Ou seja, com isso o divulgador tenta transmitir veracidade, seriedade e autoridade para seu texto, mas pode acabar se tornando um mero ventríloquo. As declarações dadas pelos cientistas são importantes em um artigo de Divulgação Científica, mas não podem ser seu único conteúdo (ABRAMO, 1989).

1.1.5 Impasses da Divulgação Científica e Imagens Transmitidas

A nosso ver, a opinião jornalística a respeito da ciência não pode ser feita com critérios sensacionalistas ou com pouco conhecimento de causa. Isso não significa que não se deva tratar de temas científicos nos meios de comunicação. É necessário que a comunicação científica seja bem feita e submetida a críticas (MARCOS, 2002).

Por outro lado, como ressaltam Marcos e Calderón (2002), os veículos de DC se equilibram entre dois objetivos maiores. O primeiro é o de ganhar audiência em curto prazo, e para isso muitas vezes esses veículos se valem do sensacionalismo na seleção e apresentação das notícias e artigos que serão veiculados. O segundo é o de ganhar credibilidade em longo prazo, o que conduz a uma seleção de assuntos menos espetaculares, porém mais transcendentais, ou a uma posição crítica que por vezes independe da opinião mais comum.

A notícia com tema científico não deve, em princípio, ser tendenciosa, cabendo ao divulgador quando relatar um fato, analisar qual poderá ser sua repercussão. Isso não significa, de forma alguma, que o divulgador não possa ter sua opinião e externá-la. Porém, deve haver discernimento quanto à forma e hora adequadas para isso. Xavier e Kerr (2004) alertam que os meios de comunicação, por terem grande poder de disseminação de informações, podem ocasionar o estabelecimento de erros conceituais junto à população. A DC, dependendo de como é feita, pode levar a uma visão distorcida da ciência, levando muitos a verem-na como solução e a outros como a razão de todos os males. Será que essas visões sobre a ciência podem chegar às salas de aula?

Em uma pesquisa realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) constatou-se que para 28% do público, a ciência só traz benefícios para a humanidade. Outros 46% consideram que a ciência traz mais malefícios do que benefícios, sendo que os dois benefícios mais citados são em relação à saúde e proteção contra doenças (56%) e melhorias na qualidade de vida (38%). Além disso, 20% dos brasileiros acham que a ciência e a tecnologia vão ajudar a eliminar a fome e a pobreza no mundo (BRASIL, 2007). Os dados levantados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia parecem indicar para a idéia de que a ciência tem responsabilidade de encontrar soluções para todos os problemas. Será que a DC é um dos meios que leva o público a ter esse tipo de idéia sobre a ciência?

Os meios de comunicação podem influenciar a opinião do público; portanto, o divulgador deve ser cauteloso e evitar ser tendencioso. Ele não pode impor suas convicções ao leitor, ouvinte ou telespectador (MARCOS, 2002).

Vieira (1999) afirma que as informações veiculadas, sejam elas científicas ou não, devem ser válidas – a popularização da ciência não implica, necessariamente, o abandono da precisão científica. Afinal, 63% dos brasileiros concordam que a população deve ser consultada nas grandes decisões concernentes aos rumos da ciência e tecnologia (BRASIL, 2007), e, para que isso seja possível, a população deve ter um bom entendimento acerca do tema. A popularização da ciência e da tecnologia requer saberes

fundamentais que promovam e construam âmbitos e cenários de apropriação coletiva do conhecimento científico, sem exclusividade nem rejeição, segundo formas e modos característicos de cada sociedade e de cada cultura (MERINO, 2003).

A mídia pode ter grande influência no modo como as pessoas pensam e vêem os acontecimentos e, principalmente, em seu modo de agir. Um exemplo dessa influência da mídia é a má-fama da aranha marrom (*Loxosceles* spp.). Sohn (2003) relata o caso de uma mulher norte-americana que, em 1992, teve braços, pernas e nariz amputados. A paciente afirmou se lembrar de ter sido mordida por uma aranha marrom. Com isso, diversos veículos da mídia alegaram que a aranha marrom era a causa da condição médica da paciente. Desde então, muitos médicos começaram a afirmar que a aranha marrom era a responsável por necroses na pele, mesmo sem previamente se certificarem de que seus pacientes haviam tido contato com o aracnídeo (SOHN, 2003). Ibsister et al. (2005), em seu artigo, criticam e corrigem um trabalho de classificação das mordidas de aranha que, segundo os autores, baseia-se em revisão seletiva da literatura, considerando apenas casos com efeitos severos de mordidas de aranhas, muitos deles não confirmados e com meras suspeitas. Se a mídia consegue incutir conceitos errôneos em especialistas, o efeito que pode produzir sobre o público em geral pode ser desastroso. Por outro lado, deve-se ressaltar que a mídia pode disseminar informações úteis à prevenção e tratamento de diversas doenças, como é o caso da dengue.

Burkett (1990) ressalta que não se pode culpar exclusivamente o divulgador científico se o seu artigo transmitir noções inadequadas, embora ele também não possa ser eximido de sua responsabilidade por equívocos. Para o autor, as distorções das informações científicas ocorrem mais freqüentemente em “situações de ‘sobrevivência’, onde a nutrição, a energia ou o meio ambiente estão em jogo” (p. 110). Isso pode ocorrer quando o divulgador científico dá destaque a somente um dos aspectos do tema, geralmente o de efeito mais imediato, negligenciando outros aspectos, sem refletir sobre as possíveis conseqüências de focar somente nesse ou naquele aspecto. O público percebe isso; 30% dos brasileiros acham que a televisão apresenta as

matérias científicas de forma insatisfatória, e 32% têm a mesma opinião acerca dos jornais. Em ambos os casos, a segunda razão mais citada para justificar essa insatisfação – 63% e 61%, respectivamente – foi de que os meios de comunicação ignoram os riscos e problemas que podem ser causados pela aplicação da ciência e da tecnologia. Além disso, para 58% e 56% dos brasileiros, respectivamente, a cobertura da mídia é tendenciosa (BRASIL, 2007).

Calvo Hernando (1970) aponta três grandes causas de equívocos na Divulgação Científica. A primeira causa provém de problemas referentes ao jornalismo, tais como linguagem, redação, apresentação e ilustrações. Os problemas referentes à ciência listados pelo autor são: extensão e complexidade da ciência, explosão informativa e as pseudociências. Por fim, os problemas referentes à divulgação são, na verdade, conflitos que existem entre a ciência e a divulgação, o cientista e o jornalista, a rapidez e a exatidão, e a informação científica e o sensacionalismo.

Além dos equívocos e distorções, o processo de divulgação da ciência pode causar uma redução quantitativa entre a informação científica original e a notícia que chega ao público. Um artigo científico pode ser resumido a “um título, uma entrevista de trinta segundos na TV, uma legenda de foto, uma nota de 2 ou 3 linhas” (MOURA, 2001, p. 14). A autora destaca que a informação científica também pode estar presente em filmes, novelas, músicas, entre outros.

Apesar de o conhecimento científico estar disponível em bibliotecas públicas e na internet, como aponta Olivera (2003), em princípio está fora do alcance do cidadão médio, visto que, em sua forma original, a ciência apresenta linguagem técnica, acessível somente aos especialistas. Como já mencionado, o divulgador de ciência faz uma transposição do discurso científico, criando uma nova mensagem na linguagem de seu público.

Olivera (2003) lança o seguinte questionamento:

Até onde o divulgador tem direito de transformar a mensagem, de usar sua criatividade em algo não somente compreensível, mas

também atrativo para o leitor, sem por ele trair o rigor científico da versão original?

Esse questionamento cria a chamada “tensão essencial da divulgação da ciência” (OLIVERA, 2007). Além disso, o autor destaca que o divulgador tem “pavor de dizer mentiras”, ou seja, erros, inexatidões, falsidades, más interpretações. Porém, como a ciência constrói representações, nem sempre exatas (modelos, simulações, equações, entre outros), para explicar o mundo, o divulgador de ciência adapta essas representações e, por isso, acaba por construir “mentiras, imprecisões, metáforas mais ou menos exatas” na tentativa de fazer essa adaptação com a fidelidade adequada (*ibidem*).

1.1.6 O Papel da Divulgação Científica

Como já enfatizado, esse trabalho pretende analisar como o conceito de Evolução é apresentado em algumas revistas de Divulgação Científica. Antes de chegarmos a essa análise devemos refletir um pouco sobre a importância da DC e, portanto, não podemos nos furtar à pergunta: Por que e para que divulgar ciência?

Atualmente, a popularização da ciência tem sido interpretada também como um instrumento para tornar disponíveis conhecimentos e tecnologias que ajudem a melhorar a vida das pessoas e que dêem suporte a desenvolvimentos econômicos e sociais sustentáveis. Tais ações podem ter ainda um importante papel de apoio às atividades escolares. Mas não devem ser vistas apenas pelo seu caráter complementar ao ensino formal. Têm seu significado próprio, ao se dirigirem a um público mais amplo, que já passou (ou não) pelas escolas.

Nielsen (2005) ressalta que a Divulgação Científica é necessária como uma conexão ativa entre a ciência e a sociedade, de forma a assegurar que as pessoas entendam os resultados e os processos de trabalho da ciência. Hoffmann (1992, *apud* VIEIRA, 1999) aprofunda esse conceito ao afirmar que a obtenção de conhecimentos científicos permite que as pessoas compreendam melhor as decisões, diminuindo o risco de se tornarem vítimas de demagogos e especialistas. Além disso, a comunicação científica, feita através da Divulgação

Científica, deve permitir que o público em geral compreenda a ciência, a tecnologia e suas conseqüências – para o meio ambiente, para sua vida cotidiana, para as gerações futuras, entre outros objetivos.

A DC pode contribuir para que o conhecimento científico e tecnológico se constitua em componente da cultura e da ciência social, em inteligência coletiva e em efetiva integração cultural, ética, lingüística, social e econômica. Para que isso ocorra, é fundamental ampliar os cenários da ciência e da tecnologia, promover a integração entre educação formal e não-formal e aproximar o conhecimento científico e tecnológico dos cidadãos (MERINO, 2003). Vieira (1999) lembra, ainda, que a DC é também uma forma de prestação de contas à sociedade, na medida em que mostra os resultados da aplicação de verbas públicas à pesquisa.

É necessário enfatizar que os últimos séculos presenciaram um grande crescimento da produção científica e das suas conseqüências tecnológicas, principalmente a partir do momento em que o homem dominou o espaço e a informação *globalizada*. As recentes revoluções em áreas como a da computação, genética e automação, por exemplo, provocaram intenso impacto social e isto vem contribuindo para despertar o interesse do público em geral – cidadãos comuns – sobre esses assuntos. Um público que, em sua maioria, tem pouco acesso a esse tipo de informação. Por outro lado, a escola não tem como dar conta de levar rapidamente tanto conhecimento para os cidadãos.

Gaspar (1993) defende que:

Ensinar é tarefa da escola. Este é um consenso em todo o mundo, que chamamos de civilizado. À família, à sociedade, cabe educar: transmitir a língua materna, hábitos e costumes, valores morais e cívicos. Até há algum tempo atrás era possível supor que, dessa forma, todo conhecimento humano seria alcançado e transmitido de geração a geração. Hoje, entretanto, isso não é mais verdade. Mesmo que a escola fosse, por hipótese, uma instituição eficiente, fiel a seus objetivos, livre das críticas e queixas que atualmente se voltam contra ela até nos países desenvolvidos, ser-lhe-ia impossível abarcar todo esse conhecimento. Não há tempo, não há espaço em seus limitados currículos e programas e, mais ainda, não há como acompanhar o vertiginoso progresso científico e tecnológico dos nossos dias. (...) Cada vez mais a humanidade, em sua imensa maioria, está alheia às suas próprias conquistas (p. 32).

A Divulgação Científica surge, nesse contexto, como importante ferramenta educativa. Inserida no âmbito social através de uma variedade de meios de comunicação, permite que se leve informação científica aos mais variados públicos, nos mais diferentes locais. Assim, a DC pode ajudar a promover a reflexão dos cidadãos sobre os impactos sociais da ciência e da tecnologia. A divulgação pode, na conjuntura da educação científica, aliar-se ao ensino formal na construção de uma sociedade letrada cientificamente, capaz de refletir criticamente e atuar a respeito dos assuntos de ciência e tecnologia em seu contexto. Assim, espaços não-formais e informais de educação como os meios midiáticos, os museus, zoológicos, hortos florestais e outros, acabam suprimindo a sociedade com conhecimentos que a escola não tem condições de oferecer (GASPAR, 1993). O autor diferencia educação formal, não-formal e educação informal. No entanto, para este trabalho, consideramos apenas os conceitos de educação formal e não-formal, abaixo explicitados.

As escolas e universidades são os principais representantes da educação formal. Por educação formal entende-se um modelo sistemático e organizado, que depende de uma diretriz educacional centralizada, como o currículo, e que possui estruturas hierárquicas e burocráticas determinadas em nível nacional, sendo fiscalizado por órgãos dos ministérios da educação. Já a educação não-formal é um processo menos rígido, menos hierarquizado e menos burocrático. Os métodos são mais flexíveis e os programas não precisam obrigatoriamente ser seqüenciais, ou seja, não necessariamente envolvem um sistema de “progressão” como as séries na educação formal (DIB, 1988; GADOTTI, 2005).

Calvo Hernando (2006) lista algumas das funções atribuídas à Divulgação Científica de qualidade: criação de uma consciência científica coletiva, coesão entre os grupos sociais, desenvolvimento cultural, incremento da qualidade de vida, política de comunicação científica, combate à falta de interesse, “desdramatização” da ciência, divulgação e educação, e complemento ao ensino. Uma vez que o ensino formal não consegue fornecer toda a educação e informação científica para os cidadãos (KRAPAS; REBELLO, 1998), a Divulgação Científica acaba por suprir essa lacuna. No

entanto, o divulgador científico não deve assumir o papel de educador, pois a DC não é responsável pela educação científica, embora possa contribuir para ela (MALAVOY, 2005; MAIA; GOMES, 2006), desde que o divulgador tenha uma postura crítica em relação às novidades sobre as quais ele escreve (DESTÁCIO, 2002).

De acordo com a já citada pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia, para 27% do público, o jornalista é apontado como a fonte mais confiável de informações, seguido por médicos (24%) e cientistas que trabalham em universidades (17%) (BRASIL, 2007). Se os jornalistas contam com maior credibilidade do que os cientistas, sua responsabilidade ao escreverem sobre ciência em princípio é maior, já que o público tenderá a acreditar no que está escrito. Deve-se, no entanto, considerar que o jornalista precisa lidar com tempo reduzido, pauta diversificada, falta de embasamento específico para cada tema de ciência e tecnologia do qual deve tratar, entre outros, e que talvez essas condições façam com que os artigos não sejam perfeitos.

Portanto, defendemos nesse trabalho que a DC pode, e deve, vir em auxílio da educação formal, oferecendo à sociedade o que a escola não tem condições. Em outras palavras a DC, através dos meios de comunicação como revistas, jornais rádio e televisão, deve ter como papel assistir a escola no letramento científico da população.

1.1.7 Alfabetização e Letramento Científico

Nesse ponto do trabalho é importante, antes de seguir adiante para se falar da DC na educação, definir-se alfabetização e letramento científico, termos originários da educação. Há autores que chamam atenção para o fato de que muitas vezes os termos “vulgarização da ciência, divulgação científica, alfabetização científica, e popularização da ciência são inadvertidamente utilizados como sinônimos de uma mesma prática” (GERMANO; KULESZA, 2007, p. 7). Portanto, é necessário se entender esses conceitos para que não sejam usados de forma equivocada.

A divulgação científica é também denominada por alguns de popularização ou vulgarização científica (GERMANO; KULESZA, 2007).

O termo vulgarização, que significa tornar conhecido, surgiu na França no século XIX; por parecer pejorativo, acreditava-se que seria de difícil utilização. É assim que surge a expressão “popularização” que, apesar de tudo, não consegue se impor. Pierre Rostand, defendendo a palavra vulgarização (apud GERMANO; KULESZA, 2007) afirma:

De minha parte, duvido fortemente que encontremos esse sinônimo mais relevante que nos contentaria a todos. Aceitemos portanto resolutamente e corajosamente essa velha palavra, consagrada pelo uso de vulgarização, lembremo-nos que vulgo quer dizer povo e não vulgar, que as línguas vulgares são as línguas vivas e que a própria Bíblia só se espalhou pelo mundo graças à tradução que se denomina Vulgata (p.9-10).

Já o conceito de letramento, que não tem nenhuma vinculação com o termo divulgação, surgiu, no início dos anos 80, a partir de preocupações distintas, em diversos contextos, referindo-se ao uso social da linguagem escrita (ZIMMERMANN; MAMEDE, 2005). Na França, as discussões sobre letramento foram motivadas pela percepção de que uma grande parcela na população, ainda que dominasse o sistema de escrita, não era capaz de fazer uso da leitura e da escrita em situações reais (MAMEDE, 2005). A preocupação com o letramento surgiu, na Inglaterra, a partir da necessidade de gerar a alfabetização inicial dos indivíduos (MAMEDE, 2005).

Zimmermann e Mamede (2005) apontam que, embora os conceitos de alfabetização e letramento se relacionem entre si e sejam indissociáveis, eles são diferentes. Para as autoras, a alfabetização se refere

às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla (p.4).

Assim, com relação à educação científica, poderíamos diferenciar a alfabetização científica, como sendo a *aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica*, do letramento científico, como sendo o *uso da ciência e*

do conhecimento científico no cotidiano, no interior de um contexto sócio-histórico específico. No entanto, é preciso ressaltar que no ensino de ciências tem-se utilizado indiscriminadamente os termos alfabetização científica e letramento científico como sinônimos.

É neste ponto de nossas reflexões que entra uma das principais funções da Divulgação Científica: a de auxiliar a escola a cumprir o objetivo de letrar cientificamente a população. Cumprindo essa função, a DC pode contribuir para a melhora da percepção pública da ciência daqueles que não mais freqüentam ou que não puderam freqüentar a escola.

1.1.8 Divulgação Científica e Educação

A DC, por ocorrer em meios de comunicação, leva tópicos contemporâneos ao alcance do público em geral, que engloba, também, alunos da educação básica e superior. Sendo assim, materiais de DC podem ser usados com propósitos educacionais, podendo proporcionar um ensino de ciências mais abrangente e dinâmico. Porém, para utilizar esse material em contexto escolar, o professor deve estar atento às modificações que porventura deverão ser efetuadas no material de DC, para que este possa estar mais bem ajustado ao propósito de sala de aula. O material de Divulgação Científica, portanto, requer um trabalho de re-elaboração, de forma a se tornar um instrumento didático adequado.

Alveti (1999) alerta para o fato de que a DC, apesar de poder ser usada em contexto educacional, apresenta problemas como “reducionismo da informação, ausência de uma mensagem didática e positiva, falta de rigor científico, tendência ao sensacionalismo e falta de fontes seguras de informação” (p. 66). Ainda assim, o autor destaca que a DC comporta elementos que têm maiores possibilidades para utilização em contexto educacional.

A ciência é assunto recorrente nos meios de comunicação em massa. Sendo assim, a DC é uma forma de levar as novidades científicas e tecnológicas para a sala de aula de uma forma mais rápida do que os livros

didáticos, e mais compreensível do que os periódicos científicos. Por isso, Almeida e Ricon (1993) consideram que, muitas vezes, a abrangência e a visão global com que alguns assuntos são tratados compensam a eventual falta de rigor conceitual e o pouco aprofundamento em alguns detalhes específicos.

Além de trazer novidades, o uso da DC em contexto escolar é, também, uma forma de possibilitar o desenvolvimento cultural dos estudantes. As novas tendências curriculares se direcionam para a necessidade de se renovar os conteúdos culturais escolares, bem como de contemplar uma educação que forme cidadãos e de propiciar reflexões sobre a ciência, os valores a ela associados, suas motivações e suas conseqüências para a sociedade (RIBEIRO; KAWAMURA, 2006).

A pesquisa sobre a relação entre DC e educação é um tema ainda incipiente em termos quantitativos. Em dezesseis encontros de pesquisa em ensino de ciências, realizados entre 1997 e 2005, Nascimento e Souza (2005) observaram que aproximadamente 5% dos trabalhos apresentados tratam de Divulgação Científica aplicada em contexto educacional. Desses, o que teve a maior porcentagem de trabalhos nessa área foi o II Encontro Regional de Ensino de Biologia (Rio de Janeiro e Espírito Santo), com 8,85% do total. Ao todo, as autoras identificaram 181 trabalhos de DC entre os 3.642 trabalhos apresentados nos eventos investigados. Os temas de divulgação científica mais recorrentes foram museus/exposições e textos da mídia.

Leal e Gouvêa (2000) ressaltam que as escolas, os museus, a mídia e a internet são as principais instâncias responsáveis pela formação da opinião pública sobre ciência e tecnologia. Em seu trabalho, as autoras verificaram que os professores de Ciências usam, com freqüência, artigos de jornais e revistas, sendo estas últimas dominantes. Além disso, elas observaram que a maioria dos professores que levou suas turmas ao Museu de Astronomia e Ciências Afins do Rio de Janeiro no período estudado não pertencia à área de Ciências. As autoras também ressaltam que, usualmente, esses professores levavam seus alunos ao museu para “fixar” os conteúdos trabalhados em sala de aula. Outra constatação feita foi a de que o museu apresenta os conteúdos de forma contextualizada e ressalta a história da ciência, estando mais próximo de um

projeto de alfabetização científica do que a escola. A conclusão, a que as autoras chegaram com a pesquisa, é que o ensino formal e o ensino não-formal não estão em sintonia.

Marandino (2006) defende que tópicos referentes ao ensino não-formal e à Divulgação Científica, mais especificamente aos museus de Ciências, estão cada vez mais presentes nas novas tendências de pesquisa no ensino de Ciências. A autora ressalta que pesquisas sobre atividades culturais e/ou exposições em museus de Ciências vêm se intensificando nos últimos anos, tornando-se assim um campo de produção de conhecimento. Essas pesquisas, em sua opinião, se dividem em dois enfoques, fundamentados no campo da educação e no campo da comunicação. Se antes as pesquisas feitas com os visitantes dos museus avaliavam somente aspectos relativos à aprendizagem escolar, estudos recentes apontam que devem ser considerados múltiplos parâmetros para mensurar o efeito das visitas escolares, seja esse efeito positivo ou neutro.

Brotero e Marcondes (2005) analisaram o Informativo Oficial do Conselho Regional de Química XII valendo-se de elementos da linha francesa da Análise de Discurso. O informativo, apesar de ter um projeto gráfico cuidadosamente elaborado e uma proposta de divulgação do conhecimento químico, apresenta informações desatualizadas, tendenciosas e declarações hiperbólicas, o que conota um objetivo ligado à produção industrial e necessidade de propaganda do produto. As autoras alertam que muitas vezes esses aspectos não são observados em caso de escolha dos textos da revista em contextos escolares.

Estudando os conceitos de gene em revistas de Divulgação Científica, Goldbach, El-Hani e Martins (2005) destacam o amplo uso de metáforas como um importante recurso na comunicação por facilitarem a apreensão de significados. Esses autores, ainda, chamam a atenção para o fato de que as revistas de DC podem ser instrumentos importantes a serem utilizados em contexto escolar, uma vez que apresentam esquemas, exemplos reais, fotografias e recursos gráficos chamativos, entre outros, que podem auxiliar no

ensino de conceitos como genes, desde que essas revistas sejam usadas criticamente e criteriosamente.

As lacunas deixadas pela educação formal em relação a certos conteúdos abrem espaço para que os alunos assimilem conceitos errôneos. Perez e Caluzi (2004), investigando o conceito massa-energia relativístico, alertam que o divulgador de ciência, seja ele cientista ou jornalista, deve ter em mente a história da ciência envolvida, para que não cometa arbitrariedades conceituais. Os autores observaram que erros conceituais na DC acontecem. Como exemplo, a relação $E = mc^2$, proposta por Albert Einstein, é citada para explicar que a energia é convertida em matéria; os autores explicam que a relação $E = mc^2$ não se trata de uma conversão. Os autores dão destaque a conceitos de Física Moderna marcados por “aberrações conceituais (...) publicadas mesmo por aqueles que a priori deveriam ter mais responsabilidade pelo ensino/aprendizagem dos conteúdos sistematizados pela Física” (p. 8). No entanto, cabe ressaltar que as situações consideradas pelos autores se tratam de, digamos “errinhos”, que para físicos são graves, mas, para que o público em geral possa entender o tema, não chegam a ser um “pecado”. Basta lembrarmos que em nível microscópico a Mecânica Newtoniana, por exemplo, não funciona, ou seja, está “errada”. Casos como os relatados por esses autores não podem condenar a DC como ruim e inadequada. É necessário lembrar que, muitas vezes, problemas como esses acontecem na transposição do conhecimento mesmo em sala de aula.

A DC, como qualquer atividade humana, não está isenta de problemas. Apesar desses problemas, os artigos de DC podem e devem ser utilizados em sala de aula. Afinal, é um material que traz novidades e aborda temas que nem sempre são contemplados nos currículos da educação formal, mas que podem ser relevantes e interessantes para os alunos e para os professores também.

1.2 Evolução Biológica

A seção anterior traçou um panorama acerca da Divulgação Científica. Apresentou a definição do conceito adotado no presente trabalho. Trouxe um breve histórico da atividade no Brasil, bem como características da mesma –

seu papel, seu discurso e seu funcionamento. Além disso, foram discutidos alguns problemas relacionados à atividade de se divulgar a ciência para o grande público. Por fim, foram citadas algumas interfaces entre educação e DC. Nesta seção, pretende-se apresentar, em resumo, o conceito de Evolução Biológica, com ênfase no darwinismo, bem como um pouco da situação atual desse conceito.

O naturalista francês Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck foi um dos primeiros a propor uma explicação mais completa para a transmutação das espécies⁶, embora na época de sua publicação tivesse causado pouco impacto. A teoria proposta por Lamarck se baseava em um sistema deísta, que excluía qualquer interferência divina direta, ou seja, Deus teria criado a natureza e suas leis, e esta por si própria originou todos os seres (MARTINS, 1997; MEYER; EL-HANI, 2001).

Para Lamarck, a transmutação das espécies – geração de uma nova espécie por meio do acúmulo progressivo de modificações na espécie original – era regida por quatro leis: tendência para o aumento da complexidade, surgimento de órgãos em razão de necessidades, uso e desuso, e herança dos caracteres adquiridos, além do pressuposto da geração espontânea. Porém, Lamarck é mais lembrado pelas duas últimas. Curiosamente, a herança dos caracteres adquiridos não foi a idéia principal em sua teoria e tampouco foi uma novidade, pois remonta à Grécia antiga, não sendo controversa à época de Lamarck (MARTINS, 1997; MEYER; EL-HANI, 2001; PENA, 2006).

A primeira lei proposta por Lamarck versa sobre a tendência para o aumento da complexidade. O naturalista sistematizou as idéias sobre um poder inerente à vida, que conduziria tanto um indivíduo quanto uma espécie ao aumento da complexidade (MARTINS, 1997). Essa idéia de progresso tem acompanhado a idéia de evolução biológica desde seu início, estando presente inclusive no pensamento dos evolucionistas Julian Huxley e Theodosius Dobzhansky. Nessa idéia, há uma noção de valor implícita, ou seja, embutida no pensamento de que o ser humano é a melhor e mais alta forma da natureza,

⁶ Termo utilizado por Lamarck para a modificação das espécies existentes, dando origem a outras.

uma vez que a transmutação teria uma direção – os mamíferos e, mais especificamente, a espécie humana (OLIVEIRA, 1998). Essa idéia de Evolução como tendo uma direção, uma meta, uma finalidade, é uma explicação de base teleológica (MAYR, 1992). Para Mayr (1998) a teleologia é um conceito que existe desde os tempos de Platão e Aristóteles, sendo “a crença (negada pelos epicuristas) de que existe um objetivo, um fim predeterminado, na natureza e nos seus processos” (p.65). Aplicada à evolução, a idéia faz supor que a mudança das espécies tem uma direção ou uma finalidade. Derivada dessa noção, surge também a de tendência ao progresso.

Gould (1989) exemplifica a idéia de o ser humano é a mais avançada forma da natureza afirmando que as mais conhecidas iconografias a respeito da evolução trazem esse pressuposto da superioridade humana, algumas sutilmente, outras de modo grosseiro. Um exemplo é a famosa representação da “marcha do progresso”, na qual os chimpanzés modernos seriam a espécie que originou o ser humano. É necessário ressaltar que a Evolução humana não é tão simples. Os chimpanzés não são nossos ancestrais, e sim parentes modernos, com os quais compartilhamos um antepassado. Para Gould, “a biologia nos fez trocar o status de imagem de Deus pelo de meros macacos pelados que adotaram a postura ereta” (p. 43).

A segunda lei formulada por Lamarck para explicar a variação das espécies se referia à formação de novos órgãos. Para ele, novos órgãos resultariam de uma necessidade constante e de um novo movimento criado e mantido por essa necessidade. Como exemplo, Lamarck afirma que os tentáculos dos gastrópodes (uma classe de moluscos) surgiram a partir da necessidade que esses animais têm de apalpar os corpos diante de si. O esforço realizado pelo animal para executar essa ação teria resultado em um constante deslocamento de fluidos nervosos e outros líquidos para a extremidade cefálica do animal, sendo que esse deslocamento causaria uma distensão gradual dos nervos locais, o que acabaria por gerar os tentáculos. A segunda lei pode ser interpretada como um desdobramento da terceira (MARTINS, 1997).

Embora Lamarck nunca tenha utilizado a expressão “uso e desuso”, é sob esse nome que sua terceira lei ficou mais conhecida. Originalmente, ela trata do desenvolvimento ou atrofia de órgãos em razão da maior ou menor frequência de utilização dos mesmos. No entanto, essa lei era válida para o indivíduo, sendo que as mudanças surgidas seriam transmitidas através da herança dos caracteres adquiridos. Como resultado do uso e desuso, haveria uma grande diversidade de raças, uma vez que os seres não se mantinham nas mesmas circunstâncias nem conservavam os mesmos hábitos (MARTINS, 1997).

Por fim, a quarta lei proposta por Lamarck se referia à herança dos caracteres adquiridos. Embora seja o aspecto mais lembrado de sua teoria, a quarta lei não recebeu atenção especial por parte de Lamarck. Embora Lamarck não tenha tentado explicar como se dava a transmissão desses caracteres, ele acreditava que era necessário que os dois sexos tivessem a mesma característica. Ou seja, nem sempre a característica adquirida seria transmitida para a descendência. Essa herança também excluía os casos de mudanças acidentais, como amputações ou lesões (MARTINS, 1997).

Outro autor a propor uma explicação para a transmutação das espécies foi o escocês Robert Chambers. Suas idéias sobre o tema foram publicadas anonimamente no livro *Vestígios da Criação*, no qual a noção de transformação das espécies vinha apoiada em argumentos provindos da anatomia comparada, distribuição geográfica, embriologia e paleontologia. Mas não se limitou a isso; Chambers procurou também explicar como se dava essa transformação. Para isso, baseou-se no estudo do desenvolvimento, ou seja, as mudanças no desenvolvimento de um indivíduo seriam as causas das transformações evolutivas. Porém, o autor deixa subentendido que havia alguma predestinação divina envolvida no processo. Não faltaram críticas ácidas ao trabalho de Chambers; no entanto, o sucesso popular de seu livro foi notável, tendo vendido 24 mil exemplares em 16 anos (MEYER; EL-HANI, 2001).

No entanto, foi o inglês Charles Robert Darwin quem chegou à explicação mais aceita hoje. Aos dezesseis anos, Darwin iniciou seus estudos

em Medicina, porém não chegou a concluí-los. Foi, então, para Cambridge, onde concluiu seus estudos para se tornar pastor. Embora não tenha seguido nenhuma dessas carreiras, durante seus estudos Darwin travou contato com diversos cientistas e livros de história natural, tornando-se naturalista em parte devido aos próprios esforços autodidatas, e em parte em função de seu convívio com nomes importantes da história natural na Inglaterra, como Robert Grant, John Henslow e Adam Sedgwick (DARWIN, 1887:2000; MAYR, 1998).

Em 27 de dezembro de 1831, Darwin iniciava sua viagem a bordo do H.M.S. *Beagle*. Ao contrário do que diz o mito, Darwin já era bastante experiente como naturalista à época, ou seja, não foram as suas experiências ao longo da viagem que fizeram dele um naturalista. Ainda assim, sua participação na viagem do *Beagle* foi um marco decisivo em sua carreira. Durante os quase cinco anos da viagem, inicialmente prevista para durar apenas dois, Darwin estudou uma rica variedade de características geológicas, fósseis, organismos vivos e coletou um enorme número de espécimes, muitos dos quais ainda desconhecidos. Ao apresentar para o ornitólogo John Gould espécimes de tordo-dos-remédios, coletados nas Ilhas Galápagos, este afirmou que os animais, por possuírem características bastante distintas de uma ilha para outra, chegavam a representar espécies diferentes. Essa idéia contribuiu para que Darwin questionasse a imutabilidade das espécies. Além de juntar evidências que corroborassem a mutabilidade das espécies, Darwin também se preocupou em desenvolver um mecanismo que pudesse explicar essas evidências (DARWIN, 1887:2000; MAYR, 1998).

Não muito tempo após o retorno do *Beagle*, Darwin começou a trabalhar no livro *Origem das Espécies*, atividade que se estendeu por cerca de vinte anos. Pretendia escrever um tratado em vários volumes; porém, em 1858, recebeu uma carta e um artigo não publicado do naturalista galês Alfred Russel Wallace, que independentemente concebeu a idéia de seleção natural. As idéias de ambos os naturalistas foram apresentadas em conjunto na Sociedade Lineana de Londres e causaram pouca repercussão. No entanto, a publicação do livro *A origem das espécies por meio da seleção natural, ou a preservação das raças favorecidas na luta pela vida* teve sua primeira tiragem, de cerca de

1.200 exemplares, esgotada no primeiro dia (DARWIN, 1887:2000; MAYR, 1998).

Juntando algumas idéias e observações que, sozinhas, não causavam muita controvérsia, Darwin e Wallace chegaram à idéia de seleção natural. A partir de suas idéias e observações eles concluíram que se todos os indivíduos de uma população conseguissem se reproduzir com sucesso, essa população aumentaria exponencialmente. Normalmente, no entanto, as populações têm tamanho estável, com pequenas flutuações dentro de um limite. A disponibilidade de recursos naturais não aumenta conforme o crescimento da população. As populações de organismos apresentam variabilidade, o que gera diferentes características que influenciam as chances de sobrevivência e reprodução dos indivíduos, e essa variabilidade é transmitida para os descendentes (MEYER; EL-HANI, 2001).

Gould (2002) aponta que influências culturais podem favorecer mudanças científicas. O conceito de seleção natural teve o contexto cultural como um de seus promotores. O autor destaca que Darwin se baseou nas idéias do economista Adam Smith e extrapola essa influência ao afirmar que a “Teoria da Seleção Natural é, em essência, a Economia de Adam Smith transferida para a natureza” (*ibidem*, p.122). Smith, no âmbito da Economia, disse que a iniciativa privada deveria agir livremente, com pouca ou nenhuma intervenção governamental. A livre competição entre vários fornecedores levaria não só à diminuição do preço dos produtos, mas também a constantes inovações tecnológicas, na tentativa de diminuir o custo de produção e vencer os competidores. Gould (2002) ressalta que as idéias do economista, para Darwin, seriam válidas para o meio natural: a natureza, operando sem intervenções externas, permitiria a “livre competição” entre as espécies, e aquelas mais ajustadas ao seu meio prevaleceriam, em detrimento, e até mesmo extinção, de outras.

Com base nas conclusões de Darwin e Wallace, o princípio da seleção natural, que em sua formulação básica nada declara acerca de progresso em geral, além de não possuir mecanismo algum que possa gerar avanços, poderia ser assim descrito:

A seleção natural, ou a sobrevivência do mais apto, não leva, necessariamente, a um desenvolvimento progressivo, apenas se apodera das variações que se apresentam e que são úteis a cada indivíduo nas relações complicadas da sua existência (DARWIN, 1859:1977, p. 120).

Outra fonte que inspirou Darwin a conceber a idéia de seleção natural foi a leitura de uma obra de Thomas Malthus, em outubro de 1838:

(...) 15 meses após ter iniciado minha pesquisa sistemática, aconteceu estar lendo, por entretenimento, a obra de Malthus sobre a População. Estando bem preparado para apreciar a luta pela sobrevivência que se dá por toda parte, em decorrência da observação prolongada e contínua dos hábitos dos animais e das plantas, ocorreu-me prontamente que, naquelas circunstâncias, as variações favoráveis tenderiam a ser preservadas e as desfavoráveis, a ser destruídas. O resultado disso seria a formação de novas espécies. Desse modo, portanto, eu finalmente havia conseguido uma teoria com que trabalhar; mas estava tão ansioso por evitar os preconceitos que decidí, durante algum tempo, não redigir nenhum esboço dela, por mais sucinto que fosse (DARWIN, 1887: 2000, p. 103-104).

A seleção natural é uma explicação naturalista, ou seja, que não apela para o sobrenatural, para as mudanças e adaptações sofridas pelos organismos (ABRANTES, 2004). O processo de seleção natural como principal causa da modificação das espécies é uma idéia original de Darwin e Wallace, que sofreu descrédito até o final da década de 20 do século XX. Com a seleção natural, Darwin afirmou que a evolução não tem uma direção definida, refutando assim a idéia de Lamarck, que propunha uma direção intrínseca e automática para a perfeição (DARWIN, 1859:1977). A idéia de que os mecanismos evolutivos não causavam direcionamento ao progresso teria sido para Gould (2001) a mais inaceitável das idéias de Darwin, à época.

Em resumo, Darwin concluiu a mutabilidade prevalece na natureza, sendo válida para todos os seres vivos, incluindo os seres humanos (FUTUYMA, 2002). Mais além, a teoria da seleção natural de Darwin e Wallace foi a primeira a consolidar a aceitação da própria idéia de evolução, algo que os mecanismos propostos por Lamarck e Chambers não conseguiram. Além disso, para a seleção natural, as adaptações que ocorrem em determinada espécie são locais e temporais, restritas a um meio ambiente em particular. Se o ambiente mudar, os indivíduos que antes eram os mais adaptados podem passar a não sê-lo mais (ABRANTES, 2004).

A evolução biológica, então, é a mudança na adaptação e na diversidade dos seres vivos, sendo um processo fundamentalmente dinâmico (EPSTEIN, 2002). Uma definição contemporânea (HULL; LANGMAN; GLENN, 2001) descreve a seleção natural como “ciclos repetidos de replicação, variação e interação ambiental estruturados de tal forma que a interação ambiental faz com que a replicação seja diferencial” (p. 53).

As idéias de Lamarck, Darwin e Wallace podem ser agrupadas em duas categorias abstratas para explicar adaptações em geral, no que diz respeito ao papel exercido pelo meio ambiente: instrucionismo e selecionismo. No instrucionismo, o meio ambiente “instrui” ou “conduz” o organismo a sofrer uma adaptação. Por outro lado, no selecionismo o ambiente “mantém” ou “descarta” uma dada característica, embora a origem da mesma seja independente da influência ambiental. Essa idéia refletiria o conceito de seleção natural, proposto por Darwin e Wallace (ABRANTES, 2004). Os termos instrucionismo e selecionismo são usados neste trabalho em preferência a lamarckismo e darwinismo, pois estes implicam outros conceitos além da influência ambiental sobre a variação dos organismos.

A seleção natural é considerada como o principal mecanismo evolutivo, embora não seja o único. Outros mecanismos incluem deriva genética e processos epigenéticos, dentre outros. A deriva genética é um processo estocástico que tende a ocorrer em populações pequenas, no qual um genótipo se torna predominante na população sem que isso seja causado por maior adaptação ao ambiente (CARVALHO, 1987), já que a mudança na frequência dos genótipos, nesse caso, é aleatória (FUTUYMA, 2002). Depew e Weber (1997) comparam a deriva genética a uma roleta de cassino que, girada por dez vezes, cai em uma casa vermelha em todas as dez vezes – tendo a premissa de que a roleta não tenha sido adulterada, a casa vermelha deveria sair em 50% das vezes, pois também existem casas pretas. Os autores afirmam que, de forma análoga, genes podem ser fixados em uma população pequena com intercruzamentos⁷, sem o benefício da seleção natural.

⁷ No original, *interbreeding*. Significa cruzamento entre espécies diferentes.

Um subtipo de deriva genética é o efeito do fundador: uma nova população é fundada a partir de poucos indivíduos da população original. O grupo de fundadores tende a ter menor variedade genética do que a da população de onde veio. Assim, a variedade genética da nova população também será menor (FUTUYMA, 2002), o que pode resultar em mudanças evolutivas na população descendente dos fundadores por razões não adaptativas, mas estocásticas.

Hall (1992, apud BURBANO, 2006) define processos epigenéticos como a soma de fatores genéticos e não-genéticos atuando sobre células para controlar seletivamente a expressão dos genes que produz aumento na complexidade fenotípica durante o desenvolvimento. Os processos epigenéticos compreendem mecanismos menos irrevogáveis do que a mutação de um gene e que não são consequência de mudanças na seqüência do DNA, podendo ser transmitidos hereditariamente (RUSSO; MARTIENSSEN; RIGGS, 1996, apud BIRD, 2002). Garcia (2005) destaca que os processos epigenéticos envolvem alterações químicas (e não estruturais) no DNA, tais como adição de radicais metil à base nitrogenada citosina, e alterações nas proteínas (histonas) associadas ao DNA e que tais alterações podem ter origem em fatores ambientais. Fatores epigenéticos são quimicamente estáveis e afetam a transcrição dos genes, modificando o fenótipo sem mudanças correspondentes no genótipo (SANTOS; MAZZOLA; CARVALHO, 2005).

Alguns casos de processos epigenéticos foram observados como sendo transmitidos hereditariamente, levando à interpretação de herança de caracteres adquiridos. A metilação da citosina, por exemplo, é transmitida para a célula-filha através da mitose, processo de divisão celular que gera células somáticas (não reprodutivas). No entanto, durante a meiose, processo de divisão celular que gera células reprodutivas, as alterações na metilação podem ser transmitidas para os gametas, gerando descendentes cuja expressão do DNA sofre alterações “adquiridas” (PENA, 2006). A descoberta dos processos epigenéticos levou alguns cientistas a falarem num “renascimento do lamarckismo”. Ressalte-se, entretanto, que, como foi apresentado anteriormente, o lamarckismo compõe-se de um conjunto mais

complexo de idéias, que não inclui somente a herança de caracteres adquiridos.

1.2.1 Ensino de Evolução

O ensino de Evolução, no Brasil e também em outros países, tem sido descrito como problemático (SILVA, 2004). O autor aponta que os estudos realizados sobre este tema concentram-se mais em assuntos específicos dessa problemática, sendo que o mais explorado é a relação entre o ensino e a aprendizagem de Evolução e aspectos religiosos e teológicos.

Para os professores, o tema Evolução evoca a discussão entre evolucionismo e criacionismo. Alguns professores preferem evitar a polêmica, desconsiderando a questão criacionista em suas aulas. Outros abordam o criacionismo, mas afirmam que essa idéia não é considerada pela ciência. Há ainda aqueles que misturam a teoria científica com explicações religiosas⁸.

Tidon e Lewontin (2004), em pesquisa realizada com professores de Biologia de Brasília, observaram que somente 82% dos professores consultados estudaram Evolução durante o ensino superior, e que 60% admitiram sentir dificuldades no ensino deste tema, sendo que as dificuldades mais citadas foram a falta de formação dos professores, falta de material didático e falta de tempo para o tema no currículo. A maioria dos professores entrevistados destina somente 10 aulas ou menos ao tema, sendo que a Evolução é abordada pela maioria dos professores apenas no último ano do ensino médio. Considerando que, em média, os estudantes têm 200 aulas de Biologia ao longo do ensino médio, a quantidade de aulas destinadas à Evolução dificilmente pode ser considerada significativa (TIDON; LEWONTIN, 2004).

Esses dados contrastam com os PCN+ do Ensino Médio (BRASIL, 2002). Como já mencionado, o tema Origem e Evolução da Vida é um dos seis temas estruturadores no ensino de Biologia, e no documento sugere-se que seja destinado um semestre inteiro ao tema.

⁸ <http://www.comciencia.br/200407/reportagens/05.shtml> Acesso em 02 mar 2008.

Carneiro (2004) chama a atenção para o fato de que a abordagem da Evolução a partir da história do desenvolvimento desse conceito pode levar à melhor compreensão dos processos evolutivos. Para tanto, a autora ressalta que é necessário definir os conceitos científicos fazendo uma contraposição entre concepções cotidianas e científicas. Além disso, deve-se ter cuidado em relação aos termos pertencentes ao tema, muitos deles polissêmicos, como adaptação ou mesmo a própria palavra Evolução. Em sua opinião, se os conceitos relacionados à Evolução não ficarem claros, isso pode favorecer a fixação de idéias distorcidas por parte dos alunos.

Consoante com Carneiro, Tidon e Lewontin (2004) apontam que a compreensão de Evolução como sendo o processo no qual as espécies respondem a condições ambientais através de mudanças graduais ao longo do tempo conduz à idéia de que o ambiente, em vez de processos aleatórios e seleção natural, faz com que características se modifiquem, ou seja, que características adquiridas podem ser herdadas e que a variabilidade não é importante para a Evolução. Normalmente esta idéia está relacionada à noção de necessidade, isto é, os organismos desenvolvem novas características por precisarem delas para sobreviver, e a palavra “adaptação” é usada em referência a indivíduos mudando em resposta ao ambiente. Essas concepções foram identificadas em alunos de ensino médio, ensino superior e até mesmo em professores (TIDON; LEWONTIN, 2004).

A Evolução é um tema que gera de controvérsias e detém um papel fundamental no conhecimento biológico. Portanto, o ensino desse tema deve ser contemplado de maneira clara e integrada não só durante o ensino básico, mas também durante a formação inicial de professores de Biologia, de forma que possíveis distorções e dificuldades no entendimento desse tema possam ser evitadas. Com isso, os professores apresentariam maior compreensão acerca dos conteúdos de Evolução, assim como estariam mais bem preparados para lidar com as situações por vezes controversas que decorrem do ensino do tema (GOEDERT, 2004).

Essas considerações são importantes para a DC. Mesmo que não tenham formação específica em ciência, os divulgadores científicos estudaram

Biologia, e por consequência Evolução, durante a educação básica. Existem problemas no ensino de Evolução, que vão desde a formação dos professores aos currículos adotados pelas escolas. Com isso, a compreensão dos alunos em relação à Evolução pode ser prejudicada. Se os professores de Biologia, que tiveram formação em ciência, têm dificuldade em tratar a Evolução em sala de aula, os divulgadores científicos também podem apresentar dificuldades ao abordar o assunto em seus artigos. Isso pode levar a confusões em relação aos conceitos da Evolução.

2 Desenho Metodológico

O capítulo anterior apresentou o quadro teórico que embasou o presente trabalho. Foi explicado o conceito de Divulgação Científica adotado, bem como forma discutidos seus aspectos históricos, papel, impasses e relação com a educação. Além disso, foram traçados um panorama geral acerca da Evolução e algumas considerações acerca do ensino do tema.

Este capítulo é dedicado a descrever e justificar a abordagem metodológica utilizada para examinar o conceito de Evolução apresentado em revistas populares de DC. Considerando que a análise desse tema nessas revistas é uma tarefa complexa, decidiu-se realizá-la à luz da análise de conteúdo. Como fonte de dados a serem analisados foram considerados os artigos veiculados nas revistas *Galileu* e *SuperInteressante*, entre janeiro e dezembro de 2006. Dentre esses artigos, foram selecionados e analisados aqueles que continham conceitos de Evolução, ainda que esse tema seja tratado como “pano de fundo” ou como um aspecto complementar ao assunto principal do artigo.

2.1 O Problema da Pesquisa

Tendo em vista o exposto até aqui, essa dissertação apresenta como problema: Como as revistas *SuperInteressante* e *Galileu* abordam a Teoria da Evolução Biológica em seus artigos e como esses podem ser usados em contexto escolar?

2.2 Questões de Pesquisa

A questão de pesquisa acima se desdobra em várias outras:

- Os artigos evidenciam os procedimentos internos da ciência, ou seja, tratam do funcionamento da ciência apresentando discussões sobre métodos e técnicas?

- Os artigos evidenciam o funcionamento institucional da ciência, ou seja, a ciência como instituição, as discussões geradas pelas pesquisas, o debate público das idéias científicas?
- Como é a linguagem utilizada nos artigos? Há uso de metáforas e analogias? Quais? Ela é acessível ou é muito técnica?
- Qual o contexto em que a Evolução está inserida nos artigos das revistas?
- Os artigos trazem noções de instrucionismo, teleologia ou tendência para o progresso?
- Quais as sugestões que podem ser feitas para levar os artigos analisados para a sala de aula?

2.3 Objetivos

A partir das questões de pesquisa acima mencionadas chegou-se aos objetivos dessa pesquisa.

2.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo examinar como a Evolução Biológica é apresentada em duas revistas de Divulgação Científica com maior tiragem no Brasil, com vistas ao uso desse material em sala de aula de ciências.

2.3.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral deste trabalho desdobra-se nos seguintes objetivos específicos:

- Analisar o conteúdo de artigos que apresentam a evolução biológica em revistas de Divulgação Científica;
- Examinar a linguagem utilizada nos artigos;
- Destacar as possibilidades para uso dos artigos em sala de aula.

2.4 Tipo de Pesquisa

O presente trabalho se pauta no paradigma interpretativo configurando-se em uma pesquisa qualitativa baseada em análise documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2004; GONZÁLEZ REY, 2005).

2.4.1 Análise Documental

A análise documental, segundo Chaumier (1974, *apud* BARTIN, 1977), é uma operação, ou conjunto de operações, que visa representar o conteúdo de um documento em uma forma que difere da original, com o propósito de facilitar sua consulta e referência.

O uso da análise documental é apropriado quando o pesquisador tem interesse em estudar o problema partindo da expressão dos indivíduos, isto é, quando a linguagem é importante para a pesquisa (HOLSTI, 1969, *apud* LÜDKE; ANDRÉ, 1986). O documento tem a vantagem de ser uma fonte de dados, geralmente, com baixo custo financeiro, além de imutável, ou seja, a interação com documentos não causa alteração no comportamento ou no ponto de vista dos sujeitos, no caso os autores dos artigos (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

2.5 Coleta dos Dados

Existem várias revistas de Divulgação Científica no Brasil. Destácio (2002) destaca três: *Ciência Hoje*, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), fundada em 1982; *SuperInteressante*, da Editora Abril, fundada em 1986; e *Galileu*, da Editora Globo, fundada em 1990 inicialmente com o nome de *Globo Ciência*. As duas últimas possuem maior alcance popular, ou seja, têm maior tiragem. A maioria dos artigos dessas duas revistas é escrita por jornalistas e não por especialistas, diferentemente da *Ciência Hoje* que tem muitos de seus artigos escritos por especialistas (DESTÁCIO, 2002). Embora mais acessíveis ao público leigo, as revistas *SuperInteressante* e *Galileu* apresentam menor preocupação em relação à qualidade e à dimensão

crítica da ciência (MOREIRA; MASSARANI, 2002). É interessante ressaltar que, segundo informações da própria revista *SuperInteressante*, 95% de seus leitores a consideram séria, rigorosa e confiável⁹.

O *corpus* documental dessa pesquisa foi composto por artigos veiculados nas revistas *Galileu* e *SuperInteressante*. Essas duas revistas foram escolhidas por serem as de maior tiragem do ramo no Brasil. Além disso, são escritas por jornalistas, que não necessariamente têm formação em ciência. Em outras palavras, essa escolha se deu pelo fato de que consideramos que jornalistas têm, em geral, formação em Comunicação, e, por isso, têm mais facilidade de se comunicar com o público. Assim, acreditamos que o texto dessas revistas seja agradável ao público e para os alunos em sala de aula.

Epstein (2002) afirma que após a escolha das fontes, as amostras podem ser selecionadas por data. Assim, foram considerados os artigos presentes em todas as edições compreendidas entre janeiro e dezembro de 2006. Esse intervalo foi escolhido de forma arbitrária: por se tratar de um ano recente, o acesso aos exemplares é mais fácil. Uma vez que este estudo desenvolveu-se no decorrer do ano de 2007, considerá-lo para análise acabaria por ser problemático, pois se estaria procedendo à análise de uma edição e ainda não se teria a próxima em mãos. A escolha do intervalo de análise também se baseou na regra de representatividade, citada por Franco (2003): se o universo a ser analisado for muito volumoso (no caso, todas as edições já publicadas das revistas *Galileu* e *SuperInteressante*), a análise pode ser feita com base em uma amostra, sendo que essa amostra será representativa do universo.

2.6 Metodologia da Análise de Dados

A análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos de análise das comunicações, que utiliza procedimentos objetivos e sistemáticos na descrição do conteúdo das mensagens. Nesse tipo de análise ocorre a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre outra realidade que não a

⁹ <http://super.abril.com.br/super/super.shtml#>. Acesso em: 6 dez. 2006.

da mensagem (BARDIN, 1977). A análise de discurso se divide em dois tipos: quantitativa e qualitativa. A característica da primeira é de inferência fundada na frequência com que aparecem as categorias de análise do material. Já na análise de discurso qualitativa se manipula o material para encontrar os núcleos de sentido que formam o texto do material (*ibidem*). A análise de conteúdo pode ter como material de análise tanto o texto escrito quanto as declarações orais.

Tradicionalmente, a análise de conteúdo qualitativa tem como fonte primária os textos escritos. Existem dois tipos de textos: aqueles que são produzidos no decorrer da pesquisa, tais como transcrições de entrevistas ou relatórios de observações, ou textos produzidos para outras finalidades, não sendo resultado direto do processo de pesquisa, tais como jornais ou circulares em uma empresa. O segundo tipo constitui o material clássico da análise de conteúdo (BAUER, 2002).

No campo lingüístico escrito, a análise de conteúdo é aplicável à comunicação de massa – jornais e revistas, por exemplo. Com a análise de conteúdo, pretende-se inferir conhecimentos relativos às condições de produção com base em indicadores quantitativos ou qualitativos, com o objetivo de responder a duas questões. A primeira questão é “**o que conduziu a um determinado enunciado?**”, sendo que este aspecto se refere às causas ou antecedentes da mensagem. A segunda questão é “**quais as conseqüências que um determinado enunciado pode provocar?**”, referindo-se aos possíveis efeitos da mensagem (BARDIN, 1977).

A análise de conteúdo compreende três etapas básicas. São elas: (1) pré-análise; (2) exploração do material e tratamento dos resultados; (3) inferência e interpretação dos resultados.

A pré-análise é a etapa de organização e sistematização do material e das idéias iniciais. Nessa etapa, incluem-se as fases de: (1) escolha dos documentos a serem analisados, (2) formulação de hipóteses e objetivos; e (3) elaboração dos indicadores que fundamentarão a interpretação final.

A exploração do material, ou seja, a segunda etapa, ocorre como consequência da pré-análise e consiste na administração sistemática das decisões tomadas anteriormente.

Finalmente, na última etapa, os resultados brutos são tratados de forma a se tornarem significativos e válidos. Com isso, o analista pode propor inferências e traçar interpretações com base nos objetivos previstos ou de descobertas inesperadas.

No presente trabalho, baseamos-nos na análise qualitativa do conteúdo. No intervalo analisado, foram publicadas 24 edições, sendo 12 de cada revista. Todos os artigos publicados nessas edições foram lidos, de forma a identificar aqueles que continham menção à Evolução. Com isso, foram separados 19 artigos, sendo que nem todos tinham Evolução, ou mesmo Biologia, como tema central.

A análise foi feita, inicialmente, com base nas questões de pesquisa. Essas inspiraram as categorias *a priori*, de forma a explorar o material sob cada aspecto considerado nas questões. As categorias foram inspiradas pela leitura do artigo de Ribeiro e Kawamura (2005), que, embora analise a Física na DC, traça categorias que consideramos pertinentes para a análise de artigos de DC em geral.

Os artigos selecionados foram analisados individualmente e, a partir da análise, foram traçadas as categorias *a posteriori*, uma vez que a análise evidenciou aspectos não contemplados nas questões de pesquisa, como diagramação, figuras e legendas.

Por ser uma análise qualitativa, o foco incidiu sobre a ocorrência ou não das categorias *a priori*, enfatizando as nuances de cada aspecto analisado. Com base nisso, foi possível estabelecer as categorias *a posteriori*, considerando os padrões que foram elucidados pela análise. Essas categorias foram estabelecidas pela aglutinação de conceitos e estruturas recorrentes nos artigos.

As categorias *a posteriori* foram, então, compiladas em tabelas, de forma a permitir uma visão geral do conteúdo dos artigos analisados e a tomada de conclusões. As tabelas e as conclusões se encontram no Capítulo 4.

3 Análise dos Artigos

Com o capítulo anterior, procuramos explicitar os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho. Traçamos questões de pesquisa, objetivos e metodologia de análise dos dados.

Neste capítulo, trazemos uma breve descrição das revistas, bem como a análise individual dos artigos considerados. Note-se que se trata de uma análise exploratória, ou seja, com o objetivo de identificar as características de cada artigo.

3.1 Análise das Revistas

Abaixo é descrita a análise dos artigos das duas revistas – *Superinteressante* e *Galileu*. A análise começa com uma contextualização de cada uma das revistas e a seguir são analisados cada um dos artigos selecionados por mencionarem a Evolução de alguma forma.

3.1.1 Revista Superinteressante

A revista *SuperInteressante*, no Brasil, começou como a simples tradução da revista espanhola *Muy Interesante*. A edição de estréia, em 1987, teve tiragem de dois milhões de exemplares, distribuídos gratuitamente encartados em outras revistas da Editora Abril. Sua estréia como revista propriamente dita ocorreu em setembro do mesmo ano, já contando com cerca de 5.000 assinantes. Em 1994, a revista passou por sua primeira reforma gráfica, tornando-se mais informal e ganhando o apelido de “Super”. Em 1998, ocorreu outra reforma gráfica, seguida pela reforma de 2000, que deixou a revista mais informal ainda e mais próxima ao leitor. Essa reforma também trouxe à revista temas mais polêmicos, como drogas, aborto e eutanásia. A última reforma ocorreu em 2005, e a revista ganhou o subtítulo “Essencial”. A tiragem média é de aproximadamente 380 mil exemplares, e seu público-alvo primário é de jovens adultos entre 18 e 25 anos¹⁰.

¹⁰ MENEGHELLO, Adriana. Comunicação pessoal em 6 dez. 2006.

Durante o ano de 2006, foram publicados, na revista, oito artigos que de alguma forma mencionam a Evolução, distribuídos em cinco edições.

3.1.1.1 Planeta dos Macacos Bêbados (S1- jan/2006)¹¹

O artigo “Planeta dos Macacos Bêbados” se refere à evolução humana. No artigo, é explicado que a seleção natural estaria por trás da razão pela qual os seres humanos gostam de álcool:

(...) a atração pelo álcool conferiu a nossos ancestrais, 40 milhões de anos atrás, uma vantagem na competição por frutas maduras, base da dieta dos primatas desde aquela época até hoje. O calor e a umidade dos trópicos, onde os humanos evoluíram, causam uma fermentação na casca e na polpa. (...) Para nossos ancestrais, seguir o cheiro de etanol ajudaria a encontrar frutos mais nutritivos. A seleção natural teria então favorecido os primatas com gosto pelo álcool – um traço que teria permanecido mesmo quando os humanos mudaram de dieta.

Esse artigo é curto, ocupando apenas uma página. Não apresenta recursos textuais, como boxes ou frases destacadas, sendo um bloco uniforme de texto que ocupa a metade inferior da página. A outra metade da página é ocupada por uma única figura. É a foto de um chimpanzé deitado no chão com a mão na cabeça, provavelmente para passar a idéia de embriaguez e reforçar o título um tanto sensacionalista do artigo.

A linguagem do artigo é simples, por vezes informal, com pouco uso de terminologia científica: a palavra “etanol” é explicada no artigo como sendo a forma mais comum de álcool presente nas frutas fermentadas. As palavras “calorias” e “enzimas”, apesar de serem termos científicos, não são explicadas no texto, talvez por terem se incorporado ao vocabulário corrente. O conceito de “seleção natural” é exemplificado no trecho supracitado.

O jornalista usa uma comparação ao descrever o comportamento de um primata, observado por um dos pesquisadores citados no artigo:

Correndo o risco de queda ou de se cortar em espinhos, ele [o macaco guariba] pula entre os galhos como se fosse um jovem embriagado.

¹¹ S1 é o código dado ao artigo; nos artigos da SuperInteressante, os códigos vão de S1 a S8, e os da Galileu vão de G1 a G11. Ao lado, está a data de publicação do artigo.

Não há nenhum problema conceitual explícito, mas alguns trechos do artigo podem passar a impressão de que somos descendentes de “macacos”:

Para nossos ancestrais, seguir o cheiro de etanol ajudaria a encontrar frutos mais nutritivos.

Mas para os macacos, o álcool era apenas sinal de uma boa refeição.

Além disso, a foto do artigo (Figura 1), que é de um chimpanzé, pode talvez reforçar essa impressão, embora caiba ressaltar que, a rigor, chimpanzés não são “macacos”, ainda que o senso comum os considere assim.



Figura 1. Primata ilustrando o artigo e descrito na legenda como sendo um dos “macacos fissurados por álcool”.

O artigo faz alusão a procedimentos internos da ciência, como se pode notar na passagem

O pesquisador americano Dustin Stephens, que viu essa cena numa floresta panamenha, analisou as sobras da refeição do guariba e acredita que, sim, o bicho estava mesmo de porre,

Segundo o artigo, o pesquisador, para chegar à conclusão de que o animal estava alcoolizado, se valeu de evidências colhidas na análise dos restos alimentares do animal, sendo uma menção aos procedimentos internos da ciência.

O jornalista tem o cuidado de afirmar que a teoria dos pesquisadores citados ainda é objeto de controvérsia. No entanto, os cientistas citados no artigo afirmam que a genética corrobora a hipótese de que a tendência ao alcoolismo é uma condição que tem uma componente genética envolvida:

A teoria, no entanto, não está comprovada: a tendência ao alcoolismo pode ter evoluído por algum outro motivo ou até mesmo por acaso. Mas, segundo Dudley e Stephens, a prova está nos nossos genes.

Note-se que o jornalista usa a palavra “comprovada”, quando um termo mais adequado seria “corroborada”; afinal, pode ocorrer que um novo estudo refute as idéias propostas pelos cientistas citados no texto. Pelo que se depreende do artigo, os primatas buscavam o álcool por este ser um indicador de que as frutas estavam maduras, portanto mais nutritivas, e não necessariamente por gostarem da substância. Com isso, as enzimas para digestão do álcool teriam conferido uma vantagem por metabolizarem o álcool consumido junto com as frutas. Contudo, no trecho supracitado, o jornalista resume a procura pelo álcool – indicador de frutas maduras – com a expressão “tendência ao alcoolismo”. A genética nos dá enzimas pra digerir o álcool e não o impulso de beber. Porém, mais tarde, o jornalista explica que o alcoolismo seria um problema de abundância de oferta e não uma condição genética.

O ser humano tem enzimas específicas para a digestão do etanol. Se, no passado, o álcool era importante na busca por alimentos, isso poderia passar a impressão de que o consumo de álcool não seria um problema grave. Porém, o autor do artigo desfaz essa impressão:

Ele [o álcool] só teria se tornado um problema a partir da Idade Média, quando começamos a produzir destilados com alto teor alcoólico. O alcoolismo seria assim, uma doença de excesso nutricional, causada pela disparidade de oferta de alimento entre os ambientes pré-histórico e contemporâneo – assim como a obesidade, fruto do encontro entre nossa voracidade por comida e a abundância de calorias hoje à disposição.

Não há, no texto, noção de instrucionismo, de teleologia ou de direção ao progresso. A seleção natural está bem exemplificada, sendo um dos temas centrais do artigo. Não há menção de outro mecanismo evolutivo além da seleção natural.

Do artigo, podem ser depreendidos outros temas em Biologia, tais como respiração anaeróbia (fermentação), digestão (enzimas) e drogas (alcoolismo), além da já citada seleção natural. Pode ser interessante usar esse artigo como exemplificação da seleção natural em sala de aula, observadas as ressalvas feitas anteriormente. O professor pode, também, incentivar a leitura crítica do

artigo, instigando os alunos a observar as nuances contidas no texto. Deve-se observar, no entanto, que a hipótese citada no artigo ainda é objeto de discussão e controvérsia, ou seja, é passível de ser refutada.

3.1.1.2 Por que os gays são gays? (S2 - jan/2006)

O tema principal do artigo “Por que os gays são gays?” é a busca de bases biológicas para o comportamento homossexual em seres humanos. Um dos aspectos abordados para dar suporte a essa busca é o evolutivo. Porém, a abordagem à Evolução se limita ao trecho:

Mas como os genes da homossexualidade também parecem existir, é provável que sirvam ou tenham servido a algum valor reprodutivo ao longo da evolução.

O comportamento homossexual reduz a geração de descendentes, idéia sugerida pelo trecho

ser atraído pelo sexo oposto é útil porque leva o indivíduo a gerar filhos – por isso os genes da heterossexualidade dominam o planeta.

Se a heterossexualidade é “útil” por proporcionar a procriação, ser homossexual seria “inútil” em termos de reprodução, uma vez que a homossexualidade diminui a probabilidade de gerar descendentes. Com isso, além de não representar vantagem, não seria transmitida hereditariamente. Assim, se fosse uma característica genética, ela não deveria existir hoje. No entanto, o artigo sugere que o suposto “gene gay” seria responsável por um comportamento social que não necessariamente estaria ligado a relações sexuais:

A homossexualidade é um traço natural que mantém indivíduos unidos através do contato (...) [não havendo] diferença entre jogadores de futebol que se tocam para funcionar melhor como equipe e duas pessoas que se acariciam intimamente.

Para tentar encontrar evidências que indiquem a existência desse “gene gay”, o texto destaca que

o desafio dos que apóiam uma base genética para a orientação sexual é explicar a permanência e adaptação dos genes gays ao longo da evolução.

Embora, no artigo, essa discussão não se estenda, supõe-se que o “gene gay”, conforme escrito no primeiro trecho destacado, teria sido fixado por uma razão que não o mero acaso.

Um mecanismo que pode explicar a permanência do “gene gay” é a seleção natural. No entanto, isso não é diretamente mencionado, sendo sugerido pelo trecho:

Mas como os genes da homossexualidade também parecem existir, é provável que sirvam ou tenham servido a algum valor reprodutivo ao longo da evolução.

Ou seja, a homossexualidade, considerando que possua uma origem genética, deve ter conferido algum tipo de vantagem, sendo mantida até hoje pela seleção natural. Contudo, a seleção natural não é a única alternativa para a permanência do “gene gay” nas populações atuais. Além de deriva genética, o suposto “gene gay” pode estar localizado, no cromossomo, próximo a outro gene vantajoso, sendo transmitido junto com ele durante o *crossing-over*.

Por tratar-se de um tema ainda hoje delicado e controverso, o artigo foi escrito de forma cuidadosa. Por outro lado, a explicação superficial dos fatores biológicos pode, talvez, transmitir a idéia de que a homossexualidade é uma condição pré-determinada, conforme o trecho:

Os estudos com gêmeos feitos até agora nos permitem uma estimativa de que até 40% da orientação sexual venha dos genes.

A linguagem do artigo é acessível, em alguns momentos, informal. O jornalista usa gírias e expressões coloquiais em seu texto, como se pode notar nos três trechos a seguir:

Bar depois do expediente, cervejinha gelada, papo animado sobre colegas de trabalho. De repente, alguém faz a revelação bombástica: “Sabe o fulano? É gay!” Você provavelmente já participou de uma conversa como essa. (...) Pois as mesas de bar mais uma vez mais uma vez provam estar entre as entidades mais antenadas do planeta.

O debate sobre a origem da orientação sexual é hoje um dos mais quentes da ciência.

Há mais dicas nessa charada.

O uso de linguagem informal ocorra, talvez, para que o público jovem, citado pela revista como seu público-alvo primário, a entenda e, principalmente, se identifique com a linguagem.

O artigo apresenta várias ilustrações de peças de vestuário, tanto masculino quanto feminino, e algumas figuras humanas que só fazem alusão à homossexualidade masculina, provavelmente porque o artigo só discute o comportamento homossexual em homens. Há somente uma referência a estudos sobre homossexualidade feminina, e ainda assim não é detalhada:

Em outra pesquisa, Dennis McFadden, da Universidade do Texas, observou que lésbicas são menos sensíveis que as outras mulheres a sons baixos.

O texto menciona a “teoria dos hormônios pré-natais”, uma possível explicação não-genética para o comportamento homossexual, caracterizada da seguinte forma:

A idéia é que os hormônios sexuais masculinos (andrógenos) se conectam às partes responsáveis pelos desejos sexuais no cérebro e influenciam seu crescimento, tornando o cérebro mais tipicamente masculino ou feminino.

Para ilustrar essa idéia, o jornalista faz uma analogia entre proteínas receptoras de andrógenos e o portão de uma casa:

A conexão dependeria das proteínas receptoras de andrógenos (AR, na sigla em inglês). Imagine que cada célula seja uma casa. As ARs funcionariam como o portão dessas casas, que controla a entrada de pessoas.

Essa parece uma analogia bastante didática, que pode ser empregada para outros exemplos, como difusão facilitada, cujo mecanismo também se assemelha ao de um portão. A difusão facilitada é um processo no qual as moléculas se difundem através da membrana celular por meio de proteínas chamadas porinas, que deixam a passagem sempre aberta, ou canais, que dependem de estímulos como um choque mecânico para que se abram (SILVA, 2002). Hoffmann e Scheid (2007) identificaram essa analogia em um livro didático: “além do papel de ‘portões’ exercido por algumas proteínas, as moléculas presentes na membrana estariam em constante deslocamento,

conferindo à estrutura intenso dinamismo” (PAULINO, 2002, p. 59, apud HOFFMANN; SCHEID, 2007).

O artigo, apesar de bem escrito, apresenta idéias do senso comum, como demonstra o trecho

Tudo conseqüência do número de ARs de cada feto – o que talvez se deva à carga genética.

Pelo contexto, depreende-se que o termo “carga genética” foi usado para significar genótipo, sendo que essa definição é comum nos meios midiáticos. Contudo, a rigor o termo significa a parcela da população que não se reproduz devido a algum fator genético¹².

De forma geral, o artigo procura evidenciar as conseqüências que as pesquisas sobre a homossexualidade podem trazer para a sociedade, em especial para os gays. Alguns trechos demonstram isso:

A comunidade gay começou a ver na ciência a resposta contra a idéia de que seu comportamento era ‘antinatural’.

Para o antropólogo Luiz Mott, presidente do Grupo Gay da Bahia, as pesquisas são importantes porque desconstruem a noção religiosa milenar de que homossexualidade é um comportamento diabólico e patológico.

Contudo, a busca por explicações biológicas para a orientação sexual pode dar margem à idéia de determinismo genético, como no trecho:

A conexão entre genes e orientação sexual sugere que as pessoas não escolhem ser homossexuais, mas nascem assim.

Porém, no final do artigo, essa impressão é desfeita:

Apesar de a ciência estar caminhando para a noção de que a homossexualidade é inata, a biologia não é completamente determinante (...) tudo indica que a homossexualidade é mesmo o resultado de 3 fatores: biológicos, psicológicos e sociais, mesmo que esses dois últimos ainda precisem de mais evidências.

Várias técnicas de pesquisa são descritas no artigo, logo os procedimentos internos da ciência são contemplados no texto. Exemplos de métodos citados no texto:

¹² <http://adi-38.bio.ib.usp.br/sbg2k/carga.html> Acesso em: 29 jan 2008.

Usando um escâner, Hamer viu que uma região do cromossomo X, a Xq28, era idêntica em muitos irmãos gays. O que ele descobriu não foi propriamente um gene gay, mas uma tira de DNA transmitida por inteiro.

LeVay examinou o hipotálamo, zona-chave da sexualidade no cérebro, e descobriu que a região chamada INAH-3 era entre 2 e 3 vezes menor nos gays (...) os gays do estudo haviam morrido em decorrência da aids e talvez a doença fosse responsável pela diferença. E, mesmo que essa diferença não estivesse relacionada com a aids, era impossível determinar se ela era causa ou consequência da experiência gay. Apesar das dúvidas, a descoberta abriu caminho para estudos que reforçam que a homossexualidade vem do útero.

O cientista canadense Ray Blanchard acompanhou 7 mil pessoas e viu que a maioria dos gays nasce depois de irmãos homens e heterossexuais. Blanchard e o colega Anthony Bogaert calcularam que cada irmão mais velho aumenta em 33% a possibilidade de o menor ser gay.

O funcionamento institucional da ciência também aparece nesse artigo, evidenciando debates sobre os resultados das pesquisas:

O debate sobre a origem da orientação sexual é hoje um dos mais quentes da ciência.

A notícia provocou rebuliço, e não para menos. Mesmo contestada por outros estudos, a conexão entre genes e orientação sexual sugere que as pessoas não escolhem ser homossexuais, mas nascem assim.

O artigo também enfatiza discussões que vão além do âmbito da ciência, estendendo-se a segmentos da sociedade fora do ambiente acadêmico:

Para elas [pessoas que acreditam que a polêmica deve ser deixada de lado], perguntar sobre o que leva uma pessoa a ser gay é uma atitude preconceituosa que supõe que a heterossexualidade não precisa de explicação. Cientistas, no entanto, defendem a necessidade de pesquisa, argumentando que elas podem acabar – ou pelo menos diminuir – preconceitos.

Ao utilizar este artigo em sala de aula, o professor deve atentar para o fato de que a explicação oferecida pelo artigo (origem biológica do comportamento homossexual) não é o único fator que concorre para a ocorrência dessa orientação sexual. O próprio artigo menciona que existem fatores sociais e psicológicos envolvidos, mesmo que não os explique alegando falta de evidências que corroborem a influência desses fatores. Além disso, conforme mencionado no artigo, ainda existem muitos preconceitos em relação

à homossexualidade, sendo que este pode ser um assunto delicado, mas não impróprio ou impossível, a tratar em sala de aula.

3.1.1.3 Instinto Assassino (S3 - jan/2006)

O artigo “Instinto Assassino” discorre sobre o comportamento homicida em humanos e, nele, a Evolução apresenta um papel mais central. Logo no início, o artigo se vale da seleção natural para explicar como a capacidade de matar teria sido vantajosa e fixada na população humana:

A capacidade de matar ajudou nossos ancestrais a sobreviver e a se reproduzir melhor. Como seus descendentes, carregamos essas adaptações e motivações que levaram ao sucesso deles.

O artigo explica como essa fixação teria ocorrido, tomando por base a seleção natural:

Em primeiro lugar, o indivíduo que mata continua vivo para transmitir seus genes às gerações seguintes. Além disso, os descendentes da vítima – se existirem – ficam mais desprotegidos e, se também não morrem precocemente, saem de um ponto de partida desvantajoso na corrida pela reprodução e sobrevivência.

Ou seja, na maioria dos casos o motivo que levava alguém a matar estava ligado direta ou indiretamente à reprodução. “Homicídios relacionados à reputação têm tudo a ver com questões genéticas, pois mulheres preferem homens de status”.

A importância dada à busca de parceiras para reprodução é criticada por pesquisadores citados no texto como exagerada, sendo que os críticos da psicologia evolutiva afirmam que isso

reforça estereótipos sexuais, além de superestimar características inatas.

O artigo traz idéias e contrapontos a essas idéias, de forma a evidenciar que a ciência não é composta por verdades absolutas e imutáveis. Este é um ponto que deve ser explorado em sala de aula, para que não fique a impressão de que a ciência é intocável e está sempre certa.

Não parece ser a intenção do jornalista, mas o trecho abaixo parece apresentar a idéia de determinismo genético – em algum lugar do nosso genoma, existe uma parte que faz com que sejamos homicidas em potencial.

Mas, se estamos programados para matar, por que só uma ínfima minoria toma a decisão de fazê-lo?

Por outro lado, o artigo deixa claro que, embora o comportamento homicida exista em nossos genes, não são todos que chegam a matar outra pessoa. Assim, nosso genoma não estaria invariavelmente nos conduzindo a esse comportamento, e sob essa ótica o trecho supracitado não se trataria de um caso de determinismo genético.

Em outro trecho o artigo vai ainda mais fundo na idéia de que o comportamento homicida é uma característica que vem dos nossos ancestrais:

(...) traços deturpados de seu [da espécie humana] comportamento ancestral.

No início do artigo, o comportamento homicida é retratado como vantajoso para o ser humano, como aparece em trechos supracitados. Porém, ao classificar o comportamento homicida como um “traço deturpado”, o texto contradiz o que disse no início. Analisando o contexto, contudo, a intenção do jornalista parece ter sido enfatizar que, na sociedade moderna, o homicídio não é considerado aceitável: o homicídio é uma prática socialmente condenada.

Matar não eleva o status de ninguém.

O artigo também pontua que matar é um ato ilegal com punições severas, e propõe que esse é um fator que desencoraja o comportamento homicida:

(...) a justificativa mais freqüente para explicar porque as pessoas pensavam em matar, mas não chegavam às últimas conseqüências, foi justamente o medo de ser pego e de passar o resto da vida trancado numa cadeia.

As ilustrações apresentadas no artigo são todas em preto, vermelho e branco, em especial o vermelho, que, sempre que empregado nas ilustrações do artigo, sugere manchas e espirros de sangue, o que confere uma atmosfera sombria ao artigo, reforçando o tema do “Instinto Assassino” tratado. O título também reforça o tema com um quê de sensacionalismo para atrair a atenção do leitor. O artigo é permeado por pequenos boxes não delimitados que trazem algum tipo de estatística relativa ao comportamento homicida, tais como taxas

de homicídio por armas de fogo em diversos países e razões pelas quais os homicídios são praticados. Há duas frases destacadas, à parte do texto principal, que resumem um trecho do que foi escrito na página onde estão. Há também dois boxes maiores não delimitados, que trazem assuntos complementares.

Ao contrário do artigo anterior, a linguagem apresenta menos traços de informalidade. Ainda assim, o jornalista usa recursos chamativos, bem como metáforas e analogias. Por exemplo, para evidenciar a origem do comportamento homicida, o jornalista usa uma metáfora:

Nossa psicologia foi forjada na fornalha de um ambiente evolutivo no qual a agressão às vezes era muito compensatória.

A escolha das palavras para este trecho parece ter sido feita de forma a reforçar a idéia de agressividade – a forja consiste em aquecer a peça de metal até que fique incandescente, e dar-lhe forma através de marteladas.

A busca por poder também é citada como fator que influencia nesse tipo de comportamento, tanto em nível individual quanto em nível social, ilustrada pela analogia entre um indivíduo e um império:

Tal como um indivíduo, um império (liderado por homens) almeja sempre mais poder.

No entanto, essa passagem engloba somente o comportamento homicida masculino, evidenciando a busca por parceiras sexuais:

Guerras e invasões, por essa teoria, permitiram aos homens conquistar mais parceiras. A história está cheia de exemplos em que os machos do lado perdedor foram massacrados e as mulheres, poupadas – só para serem estupradas ou incorporadas ao grupo logo a seguir.

O artigo contém discussões e controvérsias geradas pelas pesquisas apresentadas:

Essa crença [de que o assassinato era um desvio de comportamento humano], porém, começou a ser questionada no início da década de 70, quando a equipe da britânica Jane Goodall testemunhou por duas vezes chimpanzés invadindo a área de um grupo vizinho (...) para perseguir e matar com “requintes de crueldade”, como descreveriam os repórteres policiais.

Críticos da psicologia evolutiva costumam afirmar que ela dá uma importância exagerada à busca dos homens por parceiras para reprodução. E que isso reforça estereótipos sexuais, além de superestimar características inatas. Se você quiser acreditar nessa lógica, argumentam esses estudiosos, quase todos os comportamentos têm a mesma origem: o desejo sexual. Por isso, há quem coloque em dúvida inclusive as bases científicas da teoria levantada por Buss.

Também o filósofo da ciência David Buller, da Universidade do Norte de Illinois, questiona a maneira pela qual Buss e seus colegas apresentam a cadeia de transmissão genética de padrões de comportamento – argumentando que nosso cérebro não é uma máquina de repetição de padrões, mas um organismo muito mais flexível e adaptável às condições presentes e às variações do ambiente e da comunidade.

O artigo é contextualizado por diversas estatísticas relativas ao comportamento homicida, tais como as razões pelas quais os homicídios são cometidos e taxas de homicídio em grupos de 100 mil habitantes.

É necessário, ainda, ressaltar que o jornalista tomou o cuidado de deixar claro que outros primatas modernos são parentes dos humanos e não seus ancestrais, como pode ser percebido nos trechos abaixo:

(...) nossos parentes mais próximos, como os chimpanzés (...).

(...) homicídios são correntes entre nossos parentes gorilas.

A temática do artigo, comportamento homicida, é rica, permitindo discussões tanto no campo da Biologia quanto da Sociologia, ou mesmo da História. Além disso, é um tema pertinente à vida nas grandes cidades, onde homicídios ocorrem diariamente. Deve-se, no entanto, ter especial cuidado no caso de utilizar este artigo em aulas para alunos do Ensino Fundamental. A linguagem empregada não é difícil, porém alguns dos conceitos abordados, sendo a seleção natural um exemplo, implicam outros conceitos nem sempre contemplados nesse nível de ensino. No entanto, com certos cuidados, como explicações dos conceitos acessíveis aos alunos, podem ser lentamente introduzidos.

3.1.1.4 Rumo ao Parque dos Dinossauros (S4 - jul/2006)

Em uma analogia ao filme de Steven Spielberg, o artigo “Rumo ao Parque dos Dinossauros” discorre sobre um grupo de cientistas que pretende

recriar o genoma de um mamífero extinto a partir de material genético de mamíferos atuais.

O artigo ocupa duas páginas entre texto e ilustração, sendo que o texto só preenche aproximadamente um terço de uma das páginas. A ilustração ocupa o resto da área e funciona também como pano de fundo para o texto (Figura 2). Ela é composta pelo desenho de um *Boreoeutherian ancestral* (o mamífero que terá seu genoma recriado) sobre um galho que origina a “árvore genealógica” (cladograma¹³) dos mamíferos. O cladograma é bom e bem desenhado. Apesar de conter algumas trifurcações, sendo que a cladística considera que um cladograma ideal contém somente bifurcações (dicotomias)¹⁴, politomias (ramos trifurcados ou mais) podem ocorrer caso faltem características distintivas no conjunto de caracteres escolhidos para análise (J. OLIVEIRA, 2005). A ilustração em si é uma metáfora, equiparando o cladograma dos mamíferos aos galhos de uma árvore.



Figura 2. *Boreoeutherian ancestral*, o mamífero que seria o ancestral dos mamíferos placentários modernos, caminhando no galho da árvore genealógica dessa classe.

Outra metáfora utilizada no artigo se encontra na legenda da ilustração, equiparando a Evolução a uma fita cassete:

(...) e é analisando as semelhanças entre todos eles que os cientistas pretendem rebobinar a evolução e reconstruir o seu genoma.

¹³ Cladograma é uma estimativa da árvore filogenética verdadeira (FUTUYMA, 2002).

¹⁴ A bifurcação é um processo que considera que uma espécie antecessora gera somente uma espécie derivada em cada especiação (FIGUEIREDO, 2001).

O tom sensacionalista é conferido, em parte, por causa da comparação com o filme “O Parque dos Dinossauros”, de Steven Spielberg:

Teoricamente, a descoberta pode levar à clonagem do animal – algo que ainda estamos muito longe de fazer, mas que deve ser possível daqui a várias décadas. Seria algo parecido com o filme O Parque dos Dinossauros, em que cientistas usam sangue de dinossauro preservado em âmbar para reconstruir os bichões.

Por outro lado, a comparação com o filme é um fator que atrai para a leitura do artigo, que relaciona ficção científica com ciência.

O artigo apresenta uma linguagem simples, porém entremeada por termos como “genoma” e “clonagem”, que não são explicados, talvez pelo fato de serem considerados temas de conhecimento geral por suas freqüentes aparições na mídia. No entanto, não se pode supor que todos os leitores dominem esses conceitos. O professor pode considerar a falta de conceituação como um limite ao uso do artigo em sala de aula. Por outro lado, esse pode ser um tema para discussão: uma vez que o artigo não fornece a definição dos termos, essa definição pode ser construída pelos alunos.

No início do artigo, o sensacionalismo é mais aparente, provavelmente para prender a atenção do leitor. Ao longo da leitura, porém, o jornalista abrandava o discurso, por fim citando que o objetivo primário do projeto descrito no artigo não é recriar o *B. ancestral*, e sim entender a evolução genética dos mamíferos. Cabe ressaltar que a técnica que será usada para reconstituir o DNA do *B. ancestral* baseia-se na recriação da seqüência do genoma do animal por comparação entre o DNA de diversos mamíferos, com aporte da Computação, e não na efetiva recriação física das moléculas de DNA do mamífero extinto. A idéia é descrita no trecho abaixo:

O que Haussler está fazendo é apelar para computadores e reconstruir a evolução de trás para a frente. A técnica consiste em comparar o DNA dos mamíferos modernos em busca de seqüências genéticas em comum: os trechos em comum provavelmente vieram do animal que deu origem a todos eles.

Não aparecem, no texto, noções de instrucionismo, de teleologia ou de direção ao progresso. Tampouco são mencionados mecanismos evolutivos. Na figura, no “galho” correspondente aos primatas, o texto menciona que

O biólogo Charles Darwin abalou o mundo quando mostrou que viemos desse ramo evolutivo, o dos primatas.

Ainda que com tom sensacionalista, o artigo aborda os procedimentos internos da ciência:

O engenheiro biomolecular David Haussler e seu grupo da Universidade da Califórnia, EUA, criou o que parecia impossível: uma técnica para reconstruir o genoma desse animal, extinto há 70 milhões de anos.

A ilustração do artigo apresenta grande potencial para uso em sala de aula. É uma representação gráfica compreensível das relações de parentesco evolutivo de várias espécies de mamíferos, que contemplam as ordens mais conhecidas. Do artigo, também pode ser depreendida uma discussão sobre processos de especiação – como apenas uma espécie deu origem a todos os mamíferos que têm placenta? O artigo traz essa informação:

(...) Boreoeutherian ancestral, o animal que deu origem a todos os mamíferos que nascem em placentas (cangurus e coalas não estão nesse grupo).

3.1.1.5 E se... o 11 de Setembro não tivesse ocorrido? (S5 - set/2006)

Geralmente, na *SuperInteressante*, existe uma seção chamada “Super Respostas”, na qual todos os artigos têm o título iniciado por “e se”. O jornalista especula sobre o que poderia acontecer caso a situação citada na pergunta (que é o título do artigo) ocorresse. Um exemplo dessa seção é o artigo “E se... a internet parasse de funcionar?”, no qual o jornalista discorre sobre as mais prováveis conseqüências se isso realmente ocorresse. Na edição de setembro de 2006 o tema foi o atentado terrorista contra os Estados Unidos, trazido pelo artigo “E se... o 11 de setembro não tivesse ocorrido?”.

Apesar de o artigo tratar de geopolítica norte-americana, a Evolução está presente. Na intenção de dizer que George W. Bush rejeita as idéias evolucionistas, o jornalista escreveu que o presidente norte-americano

torce o nariz para quem diz que o homem evoluiu do macaco.

Embora, de fato, o homem não tenha evoluído do macaco, é essa a visão da Evolução humana presente no senso comum e nas críticas dos criacionistas ao evolucionismo.

Na ilustração do artigo, que também serve como fundo para o texto, o presidente Bush está vestindo uma túnica e segurando uma placa na mão, em uma analogia a Moisés, que, segundo a Bíblia, recebeu as tábuas com os dez mandamentos de Deus (Figura 3).



Figura 3. O presidente norte-americano George W. Bush, segurando a tábua dos mandamentos de seu governo.

Na placa, uma das frases diz

Renegarás as idéias de Charles Darwin.

Embora Darwin seja famoso por ter dado corpo à Teoria da Evolução, ele não é o único evolucionista existente, porém é o único mencionado no artigo. No entanto, o tema do artigo abre espaço para que o jornalista se refira à Evolução através de um de seus maiores ícones, Charles Darwin.

Ao fundo da ilustração está a cidade de Nova Iorque, ainda com o World Trade Center, construção alvo dos ataques. A idéia que a imagem passa é de que o presidente americano se equipararia a um profeta bíblico, devido às suas opiniões fundamentadas na religião.

O artigo é bastante contextualizado em termos de geopolítica, afinal esse é o objetivo ao qual se propõe. Porém, a contextualização é

predominantemente especulativa, uma vez que são possibilidades sobre o que poderia ter acontecido caso o referido atentado terrorista não tivesse sido feito.

Chama a atenção a interdisciplinaridade presente no artigo. São abordados aspectos políticos, ambientais, culturais e mesmo religiosos. Por isso, é um artigo que pode ser usado em vários contextos dentro do ambiente escolar.

Deve-se atentar para o fato de que o governo pode interferir no funcionamento da ciência. Isso fica evidente quando o jornalista cita as ações que o presidente Bush provavelmente tomaria de forma a se manter no cargo:

A Presidência focaria toda a atenção em eleitores famintos por ações firmes contra o aborto, a pesquisa com células-tronco e os direitos gays.

O trecho evidencia a interferência do governo sobre a ciência (e outras áreas também) como medida eleitoreira, ou seja, para garantir votos da população conservadora, no caso citado. Pode ser interessante fazer uma discussão nesse sentido, tomando por base a situação do Brasil. Aqui, as pesquisas com células-tronco têm como principais opositores grupos religiosos e anti-aborto, que consideram que a vida começa na concepção e que fazer pesquisa com células embrionárias significa matar seres humanos, ainda que em estado embrionário¹⁵. Como o governo brasileiro lida com essas posições conflitantes? Essa discussão envolve outros assuntos, como Geopolítica e Direito.

3.1.1.6 Conexões: da política aos macacos (S6 - nov/2006)

A seção “Conexões” é outra constante na revista. O propósito dela é relacionar dois conceitos aparentemente desconexos, vinculando-os a conceitos “intermediários”.

No artigo analisado, é traçada uma ligação entre política e macacos. O jornalista relaciona política, termo originado na Grécia, a Platão, filósofo grego destacado como

¹⁵ <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u13029.shtml> Acesso em: 03 mar 2008.

o pensador mais importante da Antiguidade (...).

Platão, com seu mito da caverna, sugeriu a existência de dois mundos, o material e o espiritual, e isso teria influenciado a teologia da Igreja Católica. Esta, por sua vez, apesar de ter atrasado o desenvolvimento da ciência, foi o ponto de partida para a carreira de Charles Darwin. O naturalista inglês, que se formou em teologia, teria participado da viagem do *Beagle* a pedido do capitão, que queria provar cientificamente que a Bíblia estava certa. No entanto, com base em suas observações, Darwin chegou à idéia de seleção natural. Quando o jornalista traça a conexão entre Darwin e macacos, aparece a noção de que o homem veio do macaco:

Das observações que Darwin fez nessa viagem surgiu a Teoria da Evolução, segundo a qual nós viemos de macacos.

Isso denota descuido e/ou desconhecimento por parte do jornalista e do revisor, uma vez que o homem não descende de macacos.

Além disso, o artigo apresenta conceitos do senso comum, como o trecho supracitado, que afirma que o homem veio do “macaco”. O trecho é ilustrado pela foto de um chimpanzé – que, como mencionado anteriormente, não é, a rigor, um macaco. O próprio texto que explica “Macacos” refere-se a chimpanzés:

Eles fazem alianças, cortejam, protestam, conspiram, manipulam... E os mais fortes até oferecem bananas aos outros na véspera da “eleição” do macho alfa [líder aclamado pelo grupo], diz o livro Política dos Chimpanzés (...).

Aspectos como os acima mencionados, que em princípio podem parecer limitações ao uso do artigo em sala de aula, podem gerar discussões frutíferas sobre os conceitos do senso comum. Além de proporcionarem uma reflexão sobre os próprios conceitos dos alunos.

O artigo é composto por cinco boxes contendo textos curtos com linguagem simples. No box que fala sobre a Igreja Católica, o jornalista utilizou uma metáfora:

Nas mãos do alto clero, a filosofia platônica virou uma arma (...) [para] controlar o homem medieval.

Este pode ser um gancho para a História e como os acontecimentos históricos influenciam a ciência.

Outra questão que pode ser depreendida do artigo e discutida em sala de aula é a repercussão das idéias de Darwin, que equiparou os humanos aos demais primatas, tirando-lhe o status de criação divina. Contudo, deve-se ter cuidado ao discutir esse assunto, uma vez que ele pode ser conflitante com as visões religiosas dos alunos.

3.1.1.7 E se... não sonhássemos? (S7 - nov/2006)

O artigo “E se... não sonhássemos?” é mais um da seção Super Respostas, mencionada anteriormente. Desta vez, o tema discutido são as possíveis conseqüências que a espécie humana sofreria caso não tivesse a capacidade de sonhar. O artigo afirma que a capacidade de sonhar surgiu com os primeiros mamíferos e, como existe até hoje, deixa sugerido que foi mantida por ser uma característica vantajosa.

O artigo é dividido em uma coluna de texto que ocupa aproximadamente três quintos de uma das páginas, e boxes com textos curtos, encravados no meio da ilustração. As figuras que compõem a ilustração estão todas agrupadas e ocupam uma página inteira e mais a parte não ocupada por texto da outra página. São fotomontagens, todas coloridas e misturadas, talvez como alusão à “confusão mental” causada pela falta de sonhos. De fato, a aparência é caótica e nem todos os elementos da fotomontagem enriquecem ou ilustram as idéias do artigo (Figura 4). Imagens como os cisnes sobre um carro, um ser humano com lábios no lugar da cabeça e um peixe dourado são exemplos de figuras que não se relacionam com o artigo.



Figura 4. Aspecto geral das ilustrações do artigo “E se... não sonhássemos?”.

Na tentativa de deixar o texto mais chamativo, o jornalista se vale do sensacionalismo e acaba incorrendo em noções inadequadas. Por exemplo, um dos boxes, pela forma como o texto foi escrito, pode levar à interpretação de que o ser humano seria o topo da Evolução:

(...) algum outro bicho que sonha – mamíferos e aves – poderia ocupar o nosso trono na natureza.

Essa impressão é reforçada pelas figuras que cercam o box, cabeças de animais em corpos humanos (Figura 5). O trecho conota noção de Evolução direcionada ao progresso.



Figura 5. Corpos humanos com cabeças de mamíferos e aves, reforçando o comentário de que esses animais ocupariam nosso “trono” caso os humanos não sonhassem.

A palavra “evolução” como sinônimo de progresso é usada no texto, embora em contexto diferente do da Evolução biológica:

(...) a ciência evoluiria muito lentamente (...)

Em outros contextos, o uso de “evolução” para significar “progresso” não seria inadequado. Contudo, essa noção inserida em um artigo que fala de Evolução biológica pode induzir o leitor a associar “evolução” e “progresso” indiscriminadamente, levando ao entendimento de que a Evolução biológica implica necessariamente em melhorias.

Em outro boxe, que comenta a importância do sonho na capacidade de resolução de problemas, o texto foi escrito de forma que deixa a sensação de que algumas descobertas científicas foram resultado de uma inspiração súbita, quase uma clarividência, surgida em um sonho, e não de anos de pesquisa e estudo por parte de inúmeros pesquisadores tendo um sonho somente como inspiração. O exemplo citado é o da descoberta da estrutura molecular do benzeno (termo explicado no artigo), que segundo o texto

surgiu de um sonho em que [o químico alemão Kekulé] viu uma serpente mordendo o próprio rabo.

A idéia que o texto passa é de que essa descoberta ocorreu por acaso.

O jornalista também usa metáforas e analogias para deixar seu texto mais impactante. Em um boxe, o trecho

Viveríamos o tempo todo em um estado de sobrecarga mental, sem assimilar nada, como se estivéssemos o tempo todo numa rua de Salvador, no Carnaval, ouvindo 10 trios elétricos ao mesmo tempo

ilustra o uso de metáforas e analogias no texto. Além da metáfora da “sobrecarga mental”, a analogia com o Carnaval é forte e meramente especulativa, embora isso não esteja explicado. Em outro boxe, o sonho é equiparado a uma “válvula de escape” para os problemas cotidianos, sem a qual

seríamos mais ansiosos, violentos e surtados.

O artigo continua e afirma que, sem os sonhos, tenderíamos a ser violentos para

resolver todos os nossos conflitos e desavenças.

No texto, o jornalista destaca que

o ser humano, esse animal tão frágil diante das ameaças da natureza, não poderia tirar tanto proveito de sua arma mais poderosa – o cérebro.

Novamente o jornalista usa uma metáfora em seu texto, na equiparação do cérebro humano a uma arma, o que também confere um tom sensacionalista ao texto. O jornalista classifica o ser humano como impotente frente aos fenômenos naturais, levando ao entendimento que, se não fosse por nosso desenvolvimento intelectual e o decorrente desenvolvimento científico-tecnológico, talvez não fôssemos capazes de sobreviver. De fato, as capacidades mentais do ser humano, fruto da Evolução biológica, constituem o diferencial da sobrevivência em nossa espécie. Porém, visto que os demais animais, que em princípio não têm a capacidade intelectual tão desenvolvida quanto a nossa, são capazes de sobreviver sem tecnologia, é categórico afirmar que a sobrevivência humana deve-se exclusivamente ao nosso cérebro.

No texto, o jornalista afirma que o sonho surgiu

quando os primeiros mamíferos se desenvolveram a partir dos répteis.

No entanto, em um dos boxes, está escrito que, além dos mamíferos, as aves também sonham. Como os mamíferos, as aves surgiram de ancestrais répteis, porém pertencem a grupos surgidos de ancestrais imediatos diferentes. Logo, o sonho teria que ter surgido com o ancestral comum entre mamíferos e aves, ou teria que ter surgido duas vezes por convergência. Essa é uma possibilidade para discussão em sala de aula: por que existem características em comum entre os seres?

Embora os procedimentos internos da ciência não estejam claramente mencionados no texto, o jornalista menciona que, por ora, o que os cientistas têm são hipóteses acerca do tema:

(...) segundo as suspeitas de alguns cientistas (...)

Este é um trecho que, embora não deixe explícito, indica que as conseqüências da incapacidade de sonhar são hipóteses, ou seja, são idéias prováveis que ainda carecem de corroboração ou demonstração. O artigo não deixa claro que as conseqüências listadas são prováveis e não estabelecidas, podendo levar ao entendimento de que inevitavelmente todas aquelas conseqüências ocorrerão caso percamos a capacidade de sonhar.

No corpo do texto, o jornalista afirma que, se não sonhássemos,

a ciência evoluiria muito lentamente, viveríamos com medo de tudo e seríamos dominados por outros bichos sonhadores. Isso tudo aconteceria se a nossa espécie como um todo não pudesse sonhar.

Apesar de afirmar que “viveríamos com medo de tudo”, o jornalista traz duas idéias diferentes sobre a relação entre falta de sonhos e medo. A primeira idéia é a mencionada no trecho acima:

O psicólogo Antti Revonsuo, da Universidade de Turku, na Finlândia, afirma que o sonho serve para simular ameaças reais. (...) Sem sonhos, ficaríamos vulneráveis e teríamos medo de tudo, sem discernimento – tanto faz se a ameaça é um mamute ou uma formiga.

A outra idéia, contrária à primeira, afirma que não teríamos medo de nada:

Na contramão da teoria defendida pelo finlandês Antti, há a tese de que perderíamos o medo. A razão, de novo, é a falta de discernimento.

Essa é uma indicação, no artigo, de que as informações escritas não são definitivas. Ao destacar que existem idéias contrárias sobre um mesmo assunto, e sugerir que existe um debate em torno disso, o texto aborda a ciência como instituição.

Outra indicação de que as conseqüências não são definitivas vem junto com a explicação de uma doença que impede a pessoa de sonhar:

Mas o fato é que algumas pessoas realmente não sonham. Elas sofrem de uma doença raríssima, a síndrome de Charcot-Willbrand, que geralmente surge após um acidente vascular cerebral e costuma vir acompanhada de problemas visuais. (...) Os resultados podem ser devastadores: amnésia, agressividade e ansiedade são alguns sintomas prováveis.

Com relação à Evolução, que aparece discretamente no texto, o que pode ser retirado do texto para uso em sala de aula é a importância do cérebro para a Evolução humana. O artigo ressalta que o cérebro é a “arma mais poderosa” dos homens. Sendo assim, qual teria sido a influência do cérebro na Evolução da nossa espécie?

Outro aspecto que pode ser levado para a sala de aula é o surgimento de características novas, que aparece no trecho abaixo:

O sonho, que surgiu há mais ou menos 140 milhões de anos, quando os mamíferos se desenvolveram a partir dos répteis, é importantíssimo no processo de aprendizado.

Desse trecho, também pode surgir a pergunta: por que as aves, que não são mamíferos, também sonham? Essa questão pode implicar conceitos como convergência (características semelhantes surgem independentemente em grupos diferentes), constituindo mais uma possibilidade de uso em sala de aula.

O artigo pode, ainda, ser explorado em aulas de Artes, com base na ilustração. Por que a ilustração é tão confusa? A partir disso, podem sair estudos sobre cores, diagramação, arte eletrônica, entre outros.

3.1.1.8 Existem cachorros que não latem? (S8 - dez/2006)

O artigo “Existem cachorros que não latem?” apresenta a raça africana basenji, que é uma raça canina que não late. Embora o curto artigo seja destinado a descrever somente a raça, o jornalista faz uso da seleção natural para explicar a ausência de latidos nesse cão. O artigo ressalta que a Evolução teria favorecido essa característica: indivíduos silenciosos teriam mais sucesso na caça, uma vez que a presa não percebe a presença do caçador, e, com isso, esses animais

acabaram se dando bem na corrida evolutiva.

No entanto, o artigo não menciona a seleção natural de forma completa, que seria: a vantagem permitiria que os animais silenciosos, por terem sucesso na caça, tendessem a ter maior sucesso reprodutivo, ou seja, teriam mais descendentes e, com isso, a característica de não latir se fixaria na população. Cabe destacar a metáfora “corrida evolutiva”, que, da forma como foi usada, dá a entender que a Evolução foi uma competição para ver quem “evoluiria” mais rápido. A expressão “corrida evolutiva” é consagrada, embora problemática, pois pode transmitir a idéia tanto de tendência ao progresso quanto de finalismo, uma meta a ser alcançada. Por outro lado, no contexto onde foi empregada, a expressão transparece o conceito de competição ecológica.

Ilustrando o artigo, há uma foto de dois exemplares da raça basenji. Ao lado de cada animal, existe um balão em branco, semelhante aos utilizados em histórias em quadrinhos para conter as falas e os pensamentos dos personagens. Os balões estão em branco, em alusão à ausência de latido nessa raça. Contudo, o artigo explicita que os cães basenji são capazes de emitir um som semelhante a um gemido, chamado “yodel”.

Devido à natureza puramente descritiva do artigo, os procedimentos internos da ciência, bem como seu funcionamento institucional, não constam no texto, limitando o uso desse artigo em ambiente escolar. Ainda assim, esse artigo pode ser explorado em sala de aula ressaltando o exemplo da seleção natural citado. O professor pode promover questionamentos, como “se cães silenciosos têm vantagem na caça, porque só os basenji têm essa característica?”. Para tanto, é necessário ter a compreensão de que um organismo mais bem adaptado ao seu ambiente não é, necessariamente, melhor.

O artigo também tem uma conexão com a História, mais especificamente com o Egito antigo:

Os basenji são uma das raças mais antigas de caninos. Há inscrições em túmulos egípcios de 5 mil anos com desenhos de cães muito semelhantes a eles. A identificação com os egípcios era tanta que a raça foi chamada de “cão de Quéops”, nome do faraó que mandou construir a primeira pirâmide de Gizé.

Apesar de esse não ser um conhecimento chave para a compreensão da história egípcia como um todo, é um detalhe que torna os personagens dos livros didáticos um pouco mais reais.

3.1.2 Revista Galileu

A revista *Galileu* foi criada em agosto de 1991, com o nome de *Globo Ciência*, para competir com a *SuperInteressante*. A partir da edição 86, de setembro de 1998, assumiu o nome atual por uma estratégia de marketing. O público alvo da revista basicamente é o jovem. A revista tem circulação nacional, com preponderância no Sul e Sudeste do País, com tiragem mensal média de 130 mil exemplares. A direção da revista reconhece que a profissão de jornalista está um pouco saturada, pois não há tantas mídias que acomodem um batalhão de profissionais que todos os anos são despejados no mercado. Sendo assim, os salários dos jornalistas têm caído muito. Uma consequência desse fato é que atualmente há estagiários produzindo matérias de capa, mesmo com salário de estagiário. Contudo, a *Galileu* procura produzir reportagens interessantes, mas com texto e ilustrações leves e agradáveis¹⁶.

Na revista Galileu, entre janeiro e dezembro de 2006, foram publicados 11 artigos contendo menção explícita à Evolução. Cabe destacar que existe um grande número de artigos sobre Paleontologia, em especial sobre descoberta de fósseis. Embora a Paleontologia requeira conceitos de Evolução, a relação não é explicitada em todos os artigos, sendo esta a razão pela qual nem todos os artigos sobre Paleontologia foram considerados para análise.

3.1.2.1 A prova está nos pés (G1 - jan/2006)

Em todas as edições da revista, há uma seção chamada “Máquina do Tempo”, destinada a artigos curtos sobre História, Arqueologia e Paleontologia. É nessa seção que se insere o artigo “A prova está nos pés”, que é uma notícia sobre a descoberta de novas características do fóssil de arqueopterix (apontado como o animal pré-histórico mais semelhante às aves modernas). É

¹⁶ SENNE, Luiz Francisco A. Comunicação pessoal em 7 dez. 2006.

um artigo pequeno e incompleto – está faltando o final do texto, tendo provavelmente sido cortado durante a diagramação.

O artigo afirma que há parentesco evolutivo entre dois grupos aparentemente não relacionados entre si:

Uma nova análise feita no fóssil de um arqueópteryx – o animal pré-histórico mais semelhante aos pássaros modernos – reforçou a idéia de ligação evolutiva entre os pacatos passarinhos de hoje e os dinossauros carnívoros do passado.

Este, também, é o único trecho onde a Evolução é mencionada. Portanto, pode-se considerar que, para este artigo, a Evolução não representa papel central.

A análise citada no trecho acima foi feita com base na imagem do fóssil sob uma nova perspectiva:

(...) utilizando técnicas fotográficas especiais, conseguiram um efeito de luminescência ultravioleta.

Embora o artigo não especifique que técnicas são essas, este é um exemplo de um procedimento interno da ciência (uma técnica de pesquisa).

As duas figuras presentes ocupam mais espaço do que o texto, servindo como mera ilustração do artigo. Uma delas é uma foto do fóssil, e a outra é o mesmo fóssil submetido a um efeito de luminescência ultravioleta. Pelo texto, percebe-se outro erro de diagramação. O trecho abaixo se refere à fotografia do fóssil sem o tratamento fotográfico.

(...) o espécime de Termópilas, abaixo (...)

Já outro trecho (abaixo) aponta para a mesma fotografia sem tratamento, ainda que pelo contexto seja possível inferir que o trecho sinaliza a foto com o efeito ultravioleta, localizada acima do texto. Isso pode confundir o leitor.

(...) efeito de luminescência ultravioleta (ao lado).

É necessário ressaltar que as imagens não trazem legendas explicativas e tampouco informações sobre dimensões dos animais fossilizados que nelas aparecem.

Por outro lado, a linguagem do artigo possibilita fácil entendimento e, portanto, aprendizagem. Quando aparece uma palavra incomum, como hálux, a definição está no texto:

Aquele dedo virado para trás que as aves modernas usam para firmar sua posição nos galhos.

Ou, em vez de definição, a reportagem apresenta uma comparação:

A análise também revelou também que o segundo dedo do bicho possuía uma garra retrátil, semelhante à que equipava o velociraptor do 'Parque dos Dinossauros'.

O artigo não apresenta conclusão, aparentemente cortada no processo de diagramação dos elementos. Isso representa uma grande limitação ao seu uso em sala de aula: não há como saber toda a mensagem contida no artigo se ele não tem fim. Ainda assim, o artigo traz uma evidência da Evolução: um fóssil que representa uma espécie intermediária entre aves e dinossauros. É importante mostrar aos alunos que há formas de corroborar uma teoria que não pode ser reproduzida em laboratório, e o registro fóssil é uma dessas formas.

3.1.2.2 Elo encontrado (G2 - maio/2006)

O artigo “Elo encontrado” é uma notícia sobre a descoberta de um crânio humanóide na Etiópia. Conforme o texto, os pesquisadores acreditam que o fóssil, em bom estado de conservação, se trata de um intermediário entre o *Homo erectus* e o *H. sapiens*. É um artigo curto, mas que traz algumas informações acerca da Evolução humana.

O fato de que cientistas dos Estados Unidos foram os responsáveis pela descoberta feita na Etiópia mostra a existência de cooperação científica entre os dois países, mostrando, portanto, uma das características do funcionamento institucional da ciência. Os procedimentos internos da ciência são abordados de forma sutil:

Cientistas norte-americanos anunciaram a descoberta de um crânio pré-histórico (...).

Sendo que, nesse caso, o achado fóssil é ponto de partida para formulação de hipóteses:

Os traços do crânio recém-descoberto mostram que ele pertenceu a um tipo desconhecido de hominídeo. Os pesquisadores acreditam que se trate de um intermediário entre duas espécies bem familiares: (...) Homo sapiens (...) e o Homo erectus.

Esse trecho da reportagem indica que os cientistas traçaram hipóteses acerca do achado, mostrando o funcionamento a pesquisa científica – seus métodos.

Ao explicar as características dos fósseis encontrados anteriormente, o texto destaca que

(...) quase todos têm datações problemáticas.

A palavra “datação” remete a “data”, indicando uma forma de calcular a idade de um fóssil, ainda que o artigo não explique do que se trata esse método, tampouco o que o termo “datação” significa.

O texto se vale da metáfora já bastante usada do “elo perdido” para dar destaque à descoberta:

(...) crânio pré-histórico que pode ser um importante “elo perdido” na cadeia evolutiva do homem.

Além disso, o artigo informa a quem esse “elo” estaria ligado no âmbito da Evolução humana:

Os pesquisadores acreditam que se trate de um intermediário entre duas espécies bem familiares: os primeiros Homo sapiens, que surgiram há 200 mil anos, e o Homo erectus, que viveu entre 1,9 e 0,8 milhão de anos (...).

Outra metáfora utilizada se relaciona à fisionomia do fóssil:

A face do hominídeo tem características de Homo erectus, mas seu tampo é mais “delicado” e reflete o processo de desenvolvimento na anatomia dos hominídeos.

No trecho, a palavra “tampo” é usada para significar o topo da cabeça.

A ilustração presente no artigo ocupa a mesma área que o texto (Figura 6). Trata-se de uma foto, na qual um homem segura um crânio em suas mãos. Porém, a foto não apresenta legenda, deixando subentendido, e não explícito, que a foto é do mesmo crânio achado. As dimensões do crânio ficam fáceis de perceber, uma vez que há as mãos do homem para comparação. A foto parece fazer uma analogia ao personagem Hamlet, de William Shakespeare, que também segura um crânio em suas mãos,



Figura 6. No artigo, essa foto não possui legenda. Presume-se que o crânio seja o fóssil encontrado.

O artigo traz um tema importante: a Evolução humana. Devido a questões morais e religiosas, nas quais não iremos nos adentrar, a idéia de que o homem, como todas as espécies, também é produto da Evolução, pode ser, por esses motivos, contestada durante uma aula. Mostrar que a Evolução humana é estudada com base em evidências físicas, entre outras, pode ser uma forma de esclarecer que não é um estudo essencialmente conjectural, e que há maneiras de corroborar a Evolução humana.

3.1.2.3 Peixe que anda (G3 - maio/2006)

O artigo “Peixe que anda” trata-se, novamente, de uma notícia sobre a descoberta de um fóssil. Dessa vez, o fóssil encontrado pertence a uma espécie intermediária entre peixes e animais terrestres, batizada de *Tiktaalik rosae*. O artigo, curto, descreve o fóssil em linhas gerais, evidenciando características em comum com peixes e com vertebrados terrestres. A imagem, pequena, destina-se a ilustrar o artigo e mostra somente uma parte do fóssil, aparentemente seu crânio. A ilustração não apresenta legendas nem indicação das dimensões do animal. A imagem, abaixo mostrada, está “cortada”: o artigo

está posicionado à borda esquerda da página e a imagem, para não “invadir” a página ao lado, não aparece na íntegra (Figura 7).



Figura 7. A foto do fóssil descrito no artigo. A barra lateral em verde é a outra página; a foto, recortada, não permite saber como é o resto do fóssil.

A matéria tenta transmitir a idéia de que o fóssil é uma evidência do surgimento de vertebrados terrestres a partir de um ancestral aquático. A importância dessa evidência é percebida no trecho:

A descoberta ajudará a compreender a transformação das escamas em membros.

Cabe uma ressalva: não foram as escamas que originaram os membros, e sim as nadadeiras. Escamas são estruturas de revestimento e não de locomoção.

Assim como em outros artigos citados anteriormente, o artigo “Peixe que anda” pode contribuir com o ensino de Biologia por trazer uma evidência da Evolução: um fóssil que representa uma espécie intermediária entre peixes e vertebrados terrestres. Mostrar evidências da Evolução tem sua importância por ser uma forma de explicitar que uma teoria que não pode ser reproduzida em laboratório pode ser corroborada com evidências, sendo o registro fóssil uma delas.

3.1.2.4 Viver para sempre (G4 - maio/2006)

O artigo “Viver para sempre” discorre sobre as novas técnicas para aumentar a longevidade humana, chegando a mencionar a possibilidade da “vida eterna”. O artigo é marcado pelo tom sensacionalista, a começar pelo

título e pela superficialidade e descontextualização das informações. A ciência e a tecnologia são apresentadas como as gloriosas vias que, juntas, conferirão a vida eterna à humanidade.

Na apresentação do artigo, a jornalista apresenta “*quatro chaves para a imortalidade*”: restrição calórica, telomerase, medicina regenerativa e nanotecnologia. Em relação à restrição calórica, também mencionada no corpo do texto, não se explica porque reduzir a ingestão de calorias retarda o envelhecimento. A telomerase é tratada quase como um medicamento:

Os telômeros são seqüências de DNA repetitivo ligadas à interrupção da divisão celular e ao envelhecimento das células. O uso corriqueiro da enzima telomerase permitirá a restauração dos telômeros, fazendo com que as células continuem inteiras, sem divisões.

A telomerase não interrompe a divisão celular, e sim reconstrói o telômero de forma a impedir a perda de DNA codante (que codifica proteínas) ao longo das divisões celulares (GREIDER, 1996). Este é um tema que pode ser explorado em sala de aula.

No artigo, a Evolução é mencionada, de forma superficial, como tendo contribuído para o aumento da longevidade humana:

A evolução foi capaz de adiar o envelhecimento em nossa espécie, ao selecionar certas versões de genes em detrimento de outras.

O trecho acima deixa apenas subentendida a seleção natural, sem maiores explicações. No entanto, destacado do texto está escrito:

A evolução fez sua parte ao selecionar os melhores genes.

Esse trecho pode transmitir a idéia de que a evolução culmina em melhora, se direcionando ao progresso, ou a idéia de que a evolução tem a finalidade de gerar organismos melhores que os anteriores, caso o conceito não seja explicado – como de fato não é. Esse pode ser um ponto a explorar durante a aula: será que a Evolução se direciona ao progresso? Será que tem o objetivo de gerar seres melhores que os antepassados? Além disso, o trecho faz referência à seleção natural em nível de gene, um assunto que é polêmico na Biologia.

No texto, a exemplo de outros artigos constantes da análise, termos como “caloria”, “clonagem” e “célula-tronco” não são definidos. Talvez isso se deva ao fato de serem, hoje em dia, termos freqüentes na mídia.

Vale destaque para o trecho abaixo, que menciona um termo técnico que não é de uso freqüente:

(...) a ligação ‘errada’ entre açúcares e proteínas (as chamadas AGEs), que reduzem a elasticidade dos tecidos (...)

Nele não há explicação alguma sobre o que são AGEs (produtos finais avançados da glicosilação), e é necessário ressaltar que esse não é um termo comum, de domínio público, cabendo, portanto, uma explicação.

Por outro lado, há termos que são explicados através de metáforas, como por exemplo no trecho abaixo.

(...) o acúmulo de dejetos dentro dos lisossomas, a capacidade de compactar ‘lixo’ de nossas células; o ‘lixo’ que se acumula entre as células (...).

Nas duas vezes em que é citada, a palavra ‘lixo’ é usada em referência aos excretas produzidos pelo metabolismo celular.

O artigo apresenta três boxes que abordam temas correlatos ao assunto principal: (1) a eternidade alcançada através de meios digitais (se refere à armazenagem dos dados da vida de alguém, e não do efetivo prolongamento de sua vida biológica); (2) uma proposta de dieta para aumentar a longevidade, (“Menu da Vida Longa”); e (3) um breve apanhado de fatos históricos relativos à busca da vida eterna.

Para aulas de Biologia, o boxe 2 traz um gancho com a nutrição humana. O cardápio sugerido atende às necessidades nutricionais diárias? E quais são essas necessidades? Será que médicos e nutricionistas concordariam com o cardápio? Os alunos seguiriam a dieta proposta?

Ao longo do texto, existem frases destacadas e chamativas, localizadas acima do texto principal. Ao final do artigo, há uma nota com indicação de três

páginas na internet para aprofundamento, todas estrangeiras. Ou seja, não há sugestão de aprofundamento em português.

O texto é ilustrado por três fotos grandes: um halterofilista de 67 anos, uma nadadora de 73 anos, e um surfista de 73 anos, todos norte-americanos (Figura 8). Considerando que a expectativa média de vida nos Estados Unidos é de 73 anos para homens e 80 anos para mulheres¹⁷, as imagens não representam indivíduos com longevidade acima da média (para o Brasil, os valores são de 68 anos para os homens e 75 anos para as mulheres¹⁸). Sendo assim, as fotos parecem não ilustrar o tema principal, que é o aumento da longevidade e não da qualidade de vida na terceira idade. Por outro lado, a presença de atletas idosos em boa forma física, ou seja, “sarados”, é de certa forma uma contradição ao artigo. Para se chegar à idade dos três atletas, que parecem bem saudáveis e muito bonitos para a idade, é necessário praticar exercícios físicos, em vez de esperar que a ciência descubra a “cura” para o envelhecimento.



Figura 8. As fotos dos três atletas que ilustram o artigo – halterofilista (67 anos), nadadora (73 anos) e surfista (73 anos) – indicam que a prática de exercícios físicos é um fator relevante para a longevidade com qualidade de vida.

Espalhadas pelo artigo encontram-se ilustrações de cinco animais, acompanhadas do tempo de vida máximo esperado para cada espécie. Essas ilustrações não fazem referência direta ao texto, uma vez que o assunto é o

¹⁷ http://www.portalbrasil.net/americas_estadosunidos.htm, acesso em 25 jan 2008.

¹⁸ http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=266&id_pagina=1, acesso em 25 jan 2008.

aumento da longevidade humana. Ainda assim, são válidas a título de curiosidade.

O artigo apresenta várias declarações de pesquisadores, e por isso vários procedimentos internos da ciência são mencionados.

E já somos capazes de quase dobrar a expectativa de vida de alguns animais em laboratório.

Estudos mostraram que a redução drástica de calorias – entre 30% e 40% do que é ingerido – é a única técnica hoje capaz de prolongar a vida em animais.

Embora, no artigo, não haja comentários sobre que estudos são esses, quem os fez e onde estão publicados.

Por outro lado, um dos procedimentos internos da ciência mencionados é mais detalhado no texto:

O avanço do mapeamento e da manipulação genética de animais como a mosca-da-fruta e camundongos tem feito crescer o otimismo dos que defendem o prolongamento da vida. "Conseguimos resultados em animais de muitas formas. Algumas das manipulações genéticas que fazemos em laboratório poderão levar a drogas que visem moléculas específicas ligadas ao envelhecimento", relata Steven Austad, do Instituto Barshop para a Longevidade da Universidade do Texas (EUA). O primeiro passo em direção ao aumento da longevidade aconteceu há pouco mais de 20 anos, quando, ao cruzar linhagens de moscas-da-fruta que viviam mais do que outras, descobriram-se evidências da existência de um "gene da longevidade", relata Austad.

O início do artigo traz uma informação forte, comentando que o envelhecimento é um processo que pode ser evitado:

Até que a ciência passou a se debruçar com afinco no estudo do envelhecimento e perceber que logo chegaria o dia em que seria possível desacelerá-lo e até evitá-lo.

Vale ressaltar que, apesar da informação tão categórica mostrada no trecho acima, um dos pesquisadores citados na reportagem defende que:

O envelhecimento não é inevitável, e sim um processo capaz de ser modificado.

No texto, também se faz um contraponto, ainda que breve e superficial, aos esforços para retardar o envelhecimento:

(...) muitos torçem o nariz para as teorias 'mirabolantes' do geneticista britânico [Aubrey De Grey], principalmente no que diz respeito à possibilidade de o mundo 'quebrar' pelo excesso de gente.

Um dos pesquisadores citados no texto justifica porque as pesquisas sobre o aumento da longevidade têm importância:

Os críticos dizem que há mais coisas para nos preocuparmos, como a crise da água ou dos alimentos. Eu não acho que a medicina da longevidade corra no sentido oposto ao da solução de outros problemas. Os mesmos estudos que desenvolvemos para tentar prolongar a vida podem ser usados para ajudar países pobres.

No entanto, não é explicada a razão por que os estudos sobre longevidade poderiam ajudar países pobres. Não se conseguiu imaginar nenhuma razão. A pergunta que fica e que, talvez, possa ser discutida em sala de aula é: Em que esses estudos podem ajudar os países pobres?

O artigo privilegiou o enfoque nas pesquisas para prolongar a longevidade humana, devido ao seu próprio tema. Por isso, questões como aumento da qualidade de vida são pouco consideradas, mesmo sendo complementares ao tema principal. Ainda assim, o jornalista, em uma frase destacada do corpo do texto, comenta a importância da qualidade de vida:

A boa saúde é fundamental. Sem ela, ninguém será capaz de desfrutar os avanços prometidos por cientistas e médicos.

Além da Biologia, o artigo traz a História para comentar as tentativas de combater o envelhecimento, desde a Antiguidade até o século XVI. Essas informações estão contidas no box 3 e por vezes se confundem com a História da ciência, apresentando outra possibilidade para uso em sala de aula.

O artigo apresenta uma temática com valor emocional, uma vez que trata de um assunto diretamente ligado à vida humana. Por isso, os professores devem estar atentos às fontes citadas no texto, de forma a diferenciar as informações provindas de universidades com tradição em pesquisa científica daquelas fornecidas por entidades com fins lucrativos. Não que seja necessariamente o caso, mas o caráter comercial dessas entidades pode comprometer a fidedignidade dos resultados encontrados.

3.1.2.5 Músicas sobre ciência (G5 - maio/2006)

A revista *Galileu* traz, costumeiramente, uma seção chamada “10+”, na qual um tema é desmembrado em dez diferentes aspectos. O artigo “Músicas sobre ciência”, que se inclui nessa seção, apresenta dez músicas inspiradas por temas científicos, dentre essas uma chamada “Do the Evolution”, da banda Pearl Jam. A descrição da música não passa de três frases. Vale ressaltar o que se lê no trecho

A canção é um oásis de vibração roqueira em meio à atmosfera folk e lânguida de ‘Yield’, disco lançado em 1998 e que representa uma involução no som que a banda vinha desenvolvendo até ali.

Parece que o jornalista usou a palavra “involução” como antônimo de “evolução”. A intenção parece ter sido fazer um trocadilho com o nome da música. Porém, o contexto da frase indica que “involução” foi usada para indicar “retrocesso”, o que pode significar que o jornalista equipara “evolução” a progresso”.

Cabe ainda destacar a metáfora que compara o rock da música a um oásis, sinalizando que se diferencia, para melhor, das demais músicas do álbum, na opinião do jornalista.

Acompanhando a descrição de todas as músicas, há uma caricatura do artista ou banda ao qual a música pertence. As figuras são meramente ilustrativas.

É interessante que o artigo mostra que a ciência não precisa estar necessariamente restrita ao meio acadêmico. Os ritmos vão do *pop* ao *rock*, passando pela *disco music*, até o brasileiro *manguebeat*, sendo que algumas das músicas listadas tiveram sucesso. No entanto, devido à sua natureza, o artigo não apresenta aspectos relativos à ciência além dos temas das músicas.

Trazer a ciência ao conhecimento do público pode ser uma atividade feita através da música, como o artigo evidencia. As músicas citadas podem ser usadas na educação formal como uma forma atrativa de abordar conceitos científicos. O videoclipe da música “Do The Evolution” é particularmente atrativo aos jovens: o som é o rock, as imagens são desenhos animados com

traço adulto, e a temática é interdisciplinar. O videoclipe começa mostrando o Universo até chegar à Terra, quando mostra um resumo da Evolução até chegar ao homem. O clipe traz também informações sobre História, tecnologia e política. Todos esses aspectos fazem do clipe um bom instrumento para o uso em sala de aula. Já a letra da música não evidencia tanto a Evolução; no entanto, cada estrofe termina com a frase “*It’s evolution, baby*” (isso é evolução, querida), e, pelo contexto geral da música, dá a entender que a letra usa “evolução” para indicar que o ser humano é superior. Essa noção é reforçada pelo trecho:

*I am ahead, I am advanced
I am the first mammal to make plans, yeah
I crawled the earth, but now I'm higher*

A tradução seria algo como “estou à frente, sou avançado, sou o primeiro mamífero a fazer planos, eu rastejei pela terra, mas agora estou mais acima”.

3.1.2.6 Os dentes de ratos sempre crescem? (G6 - maio/2006)

O artigo “Os dentes de ratos sempre crescem?” faz parte da seção “Sem Dúvida”, que em cada edição responde perguntas enviadas por leitores. O título do artigo é a própria pergunta enviada pelo leitor, nesse caso sobre o contínuo crescimento dos dentes de rato. Embora o artigo não defina o que é “qualidade adaptativa”, e nem como essa característica – o contínuo crescimento dos dentes – foi adquirida, ela é apontada, bem como a composição dos dentes dos roedores, como

qualidade adaptativa, adquirida durante o processo evolutivo.

Da forma como está escrito, o trecho acima destacado dá margem a duas interpretações distintas. A primeira delas se origina da expressão “*adquirida durante o processo evolutivo*”. Como a razão pela qual isso ocorreu não está explícita, a expressão pode transmitir a idéia de que os dentes fortes e em contínuo crescimento teriam surgido de forma a possibilitar aos roedores executarem determinadas tarefas em resposta a uma demanda ambiental, configurando, assim, uma posição instrucionista. Por outro lado, a frase abaixo,

por enfatizar que o animal usa uma característica pré-existente em resposta a uma nova necessidade (satisfazendo-a por possuir meios para tal), acaba por negar a interpretação anterior:

(...) pode ser usada para diferentes funções, como cortar, fatiar, cavar, raspar, ferir, alavancar objetos ou como um delicado par de pinças.

O artigo apresenta apenas uma única ilustração, uma foto mostrando os dentes incisivos de um rato. A foto, além de ilustrar o assunto do artigo, funciona como elemento chamativo: o rato, com a boca muito grande e aberta e com dentes grandes que parecem afiados, dá a impressão de um animal na iminência de atacar alguém. Essa ilustração não apresenta legenda e não há menção a dimensões. Essa última característica é importante, pois o rato parece imenso na ilustração, tão grande com sua bocarra aberta que pode chegar a transmitir medo ao leitor menos informado (Figura 9).



Figura 9. A foto, muito além de mostrar os dentes incisivos do rato, tem um tom hostil – o rato parece prestes a morder o que está em sua frente.

Há, no artigo, uma rápida menção a procedimentos internos da ciência:

(...) mais da metade das espécies de mamíferos são roedores e ainda há muitas a serem descobertas.

Essa menção é sutil porque não esclarece quem é o responsável por essas descobertas e pela identificação dos animais encontrados.

O artigo cita a fonte da informação, no caso um pesquisador da Universidade Estadual Paulista. Porém, não fica claro se foi esse pesquisador quem escreveu a resposta à pergunta do leitor, ou se a resposta foi extraída de algum material enviado pela fonte. Cabe ressaltar que a ilustração não parece ter sido enviada pelo pesquisador, mas ter sido escolhida pela revista (do jornalista), dando esse aspecto impactante.

Uma potencialidade é o uso do artigo em aulas de Zoologia, por trazer características da ordem dos roedores. O artigo também pode ser explorado em aulas de Evolução, desde que o professor ressalte os aspectos não mencionados no texto, como a razão pela qual os dentes dos roedores têm as características citadas.

3.1.2.7 Por que acreditar em Darwin? (G7 - set/2006)

Uma das seções da revista é a de “Religião”. E é nesta seção que é apresentada uma reportagem denominada “Por que acreditar em Darwin?”, que apresenta uma entrevista com Michael Shermer, evolucionista norte-americano.

O texto que introduz a entrevista apresenta uma afirmação do entrevistado, que defende que a Teoria da Evolução, mas também afirmando que essa teoria e Deus não necessariamente excluem um ao outro:

Deus está fora do tempo e do espaço e, por isso, não pode ser explicado por causas naturais.

A entrevista é iniciada com uma pergunta polêmica:

Como é possível acreditar em Deus e também na teoria da evolução?

Apesar do título da matéria ser “Por que acreditar em Darwin?”, o entrevistado não usa o termo “acreditar” quando se refere a Darwin, mas faz esse uso quando se refere a Deus.

Acreditar em Deus depende da fé. Aceitar a teoria depende de evidências empíricas.

Embora o texto introdutório à entrevista diga que Shermer ataca o criacionismo, o tom das respostas não é hostil, ainda que o entrevistado teça suas críticas. O texto do artigo diz que Shermer

ataca o criacionismo, caracterizado pela oposição às teorias científicas sobre a origem do Universo, da vida e da própria teoria evolucionária.

Shermer tem uma posição bastante sóbria em relação aos procedimentos da ciência quando afirma que

para refutar a teoria [da evolução], criacionistas teriam que provar erradas todas essas evidências e bolar uma explicação melhor do que a teoria da evolução. O que ainda não fizeram.

A afirmação do pesquisador demonstra que o debate sobre a Evolução precisa ficar no âmbito científico, com o uso dos procedimentos da ciência. Ao criticar o Design Inteligente (DI), Shermer vai mais fundo e afirma:

Para o DI, quando existe um buraco em um conhecimento científico que não pode ser preenchido ele põe Deus, que responde com um milagre. Para ele, se algo não pode ser explicado naturalmente, é sobrenatural. (...) Vamos permitir o sobrenaturalismo metodológico na ciência. Vamos assumir que teóricos do DI ficaram, de repente, curiosos sobre como o DI opera. Mas aí, no meio de uma descoberta, eles anunciarão: “Um milagre aconteceu”. E então paramos todos os experimentos futuros?

Shermer acaba esclarecendo porque a teoria da Evolução é a explicação mais coerente. Vale ressaltar que esse cientista, durante a entrevista, não fala em comprovação da teoria, mas corroboração – confirmação.

Como ciência histórica, a evolução é confirmada pelo fato de que várias linhas independentes de evidências convergem para uma mesma conclusão. Dados independentes de geologia, paleontologia, botânica e outras tantas ciências concluem que a vida evoluiu.

Essa passagem também evidencia um procedimento interno da ciência, que trabalha, em muitos casos, com pesquisas independentes que somam, ou não, evidências que acabam concorrendo, ou não, para as mesmas conclusões. No caso da Teoria da Evolução as várias evidências foram se somando e convergindo para a mesma conclusão.

Shermer faz outra afirmação mostrando os métodos usados pela ciência. Ele apresenta uma comparação entre o trabalho do cientista e o de um detetive:

Assim como detetives aplicam a técnica de deduzir, a partir de evidências, quem cometeu um crime, cientistas aplicam o método de dedução para a explicação mais coerente para um fenômeno particular.

O entrevistado toma o cuidado de não dizer que a Teoria da Evolução é a “verdade”; com suas respostas, ele sugere que a teoria é a melhor explicação disponível hoje.

Outro procedimento é mencionado por Shermer no trecho

Se, para cada pergunta sobre a natureza, você responder ‘Deus fez’, um cientista irá perguntar ‘como Deus fez?’

Shermer afirma que a ciência “*depende de evidências empíricas*”. Esta é para o cientista a fundamental diferença entre ciência e religião.

Há duas ilustrações na matéria. Uma delas é uma pequena foto da capa do livro publicado por Shermer, “Why Darwin Matters”. A outra é uma fotografia dele segurando um exemplar da revista “Skeptic”, da qual é editor, e quatro livros ao fundo com o nome de Darwin em evidência. A disposição dos elementos na foto parece ter a intenção de reforçar o fato de Shermer não só ser um evolucionista, mas um cético (*skeptic*).

Finalmente, é bom lembrar que tratar de Evolução em uma seção sobre religião talvez golpeie tanto a evolucionistas quanto a criacionistas, mas não é contraditório. A discussão entre esses dois grupos está posta, não há como escapar e cabe à revista explorar isso. Afinal, como nos lembra Zamboni (2001), a revista precisa de um texto que envolva e cativa seu público, como qualquer boa mercadoria posta à venda e o assunto, justamente por ser polêmico, atrai. Portanto, a matéria cumpre o papel de trazer a discussão à tona.

O discurso sóbrio do entrevistado, que, em vez de atacar as visões contrárias à Evolução critica-as de forma inteligente e racional, abre a

possibilidade de discussão sobre o assunto. Muitos alunos podem ter concepções religiosas acerca da vida, e é importante que o professor estabeleça um ambiente no qual a teoria científica possa ser discutida sem ser imposta aos alunos.

3.1.2.8 Fora da África... (... e da Ásia, e da Europa) (G8 - set/2006)

O artigo “Fora da África... (e da Ásia, e da Europa)” é todo voltado para a Evolução humana. Trata de idéias sobre a origem do *Homo sapiens*, apresentando o modelo *out-of-Africa*¹⁹ e contraposições a esse modelo. O texto traz uma explicação para esse modelo:

Ela [a teoria] diz que os primeiros antepassados do homem (ou homínídeos) surgiram na África. Alguns se espalharam pela Eurásia há cerca de 1,8 milhão de anos, mas os que ficaram no continente deram origem ao Homo sapiens, há pelo menos 100 mil anos. A seguir, também o Homo sapiens migrou para o Velho Mundo, substituindo – talvez massacrando, não se sabe – as populações de homínídeos mais primitivas que ainda existiam.

O autor do artigo fez um apanhado de opiniões de diversos pesquisadores, tanto a favor quanto contra o modelo tratado no artigo. O texto do artigo, portanto, evidencia o funcionamento institucional da ciência, na medida em que mostra que cientistas discutem, trocam experiências e acima de tudo têm opiniões contraditórias. Uma opinião contra o modelo:

A manutenção do contato reprodutivo entre as diferentes espécies de homínídeos teria levado ao que alguns paleoantropólogos chamam de “sapietização” ou assimilação: a gradual transformação de homínídeos mais antigos em Homo sapiens pelo fluxo de genes entre eles. (...) Segundo o francês [Eric Boëda], “as ferramentas sugerem que houve evolução gradual do erectus para o Homo sapiens”.

E outra, dessa vez a favor do modelo *out-of-Africa*:

Para o inglês Chris Stringer, diretor do departamento de paleontologia do Museu de História Natural da Inglaterra e um dos pais do modelo out-of-Africa, especulações assim são pouco embasadas. ‘Quando comecei a defender minha tese, nos anos 1980, a idéia dominante era a de continuidade regional’, lembra.

Segundo o artigo, o modelo *out-of-Africa* é o mais aceito:

¹⁹ *Out-of-Africa* é uma expressão em inglês que significa fora da África.

Após um século e meio de debates, a teoria mais aceita sobre a origem humana é o modelo out-of-Africa.

O artigo afirma que o tema ainda gera discussões no meio científico:

Trinkaus, Zilhão, Stringer e Boëda [cientistas citados ao longo do texto] se encontraram em agosto na Alemanha num colóquio sobre os 150 anos da descoberta do Homem de Neanderthal. Após cinco dias de debates permaneciam as opiniões divergentes sobre as relações entre aquela espécie e a nossa. Mas, se o tom emocional continua, as posições e teorias agora são bem mais complexas que no século 19.

Outro debate acirrado se deve ao fóssil de *Homo floresiensis* e pode-se ler na matéria:

A discussão se transformou numa guerra científica de alto calibre, e o tiro mais recente foi disparado em agosto.

O texto evidencia diversos métodos relativos à pesquisa da origem da nossa espécie:

O avanço da tecnologia permitiu aos pesquisadores analisar o DNA do núcleo da célula. Lá, puderam identificar certas seqüências características chamadas de assinaturas genéticas. A partir delas, criaram modelos estatísticos para tentar reproduzir a história das antigas populações humanas que legaram esses genes até nós.

Como em outras áreas da ciência, muitas das novas idéias vêm da genética. Mas as descobertas fósseis espetaculares continuam ocorrendo, assim como polêmicas envolvendo o Homem de Neanderthal.

(...) as ferramentas sugerem que houve evolução gradual do erectus para o Homo sapiens.

Algumas figuras do artigo são ilustrativas. Na primeira página do artigo, há a foto de uma negra e um oriental, segurando um crânio aparentemente fóssil. Ao lado deles, uma silhueta humana recortada, em alusão à falta de consenso quanto à origem humana. Na página seguinte, há a foto de uma reconstituição do Homem de Neanderthal com roupas atuais. Há também fotos da reconstituição de três espécies de hominídeos, o *Homo erectus*, *H. neanderthalensis* e *H. sapiens* (presumidamente em uma caverna), bem como fotos de crânios fósseis ilustrando o aumento do volume craniano. O artigo traz também uma ilustração de um exemplar reconstituído de *Homo floresiensis*.

Há outras imagens com objetivo explicativo, como a figura que mostra as duas idéias para a origem geográfica do homem: o modelo *out-of-Africa*, e a idéia de Evolução gradual ocorrendo em diferentes pontos da Terra (Figura 10). Na última parte, há uma representação da árvore genealógica humana, que inclui os fósseis encontrados até hoje, bem como um ramo lateral, no qual constam gorilas e chimpanzés. Esse ramo lateral evidencia o parentesco entre esses primatas e a espécie humana, sem, contudo, haver uma explicação explícita.



Figura 10. Representação, em mapas, das duas idéias sobre a origem da espécie humana mostradas no artigo.

Esse artigo contém uma passagem que pode ser interpretada como a evolução tendo uma finalidade. Um dos pesquisadores citados comenta:

Foi algum outro hominídeo mais antigo, que depois evoluiu para se tornar erectus aqui, e algo parecido na Geórgia.

Em outra passagem, o termo “código genético” é usado como sinônimo de genótipo. No entanto, código genético é a relação entre a seqüência de bases nitrogenadas no DNA e a seqüência de aminoácidos em uma proteína sintetizada a partir das informações do DNA. Cada três bases nitrogenadas (formando um códon) correspondem a um aminoácido (FUTUYMA, 2002).

Cientistas debatem qual porcentual de nosso código genético provém de hominídeos.

O trecho acima, que é uma frase destacada no artigo, pela forma como está escrito dá a entender que, se a discussão ocorre sobre quanto do nosso genoma vem de hominídeos, existe uma parte do nosso genoma que não vem

de hominídeos. Uma vez que o genoma é transmitido hereditariamente e que o ser humano é um hominídeo, nosso genoma provém todo de hominídeos. Talvez a intenção do jornalista tenha sido dizer quanto de nosso genoma provém de outros hominídeos que não o *Homo sapiens*, através de hibridização.

Dentro do artigo, a palavra “evolução” é usada como sinônimo de progresso, embora em um contexto não-biológico.

Quando analisamos a evolução das ferramentas na Ásia (...).

Como ocorreu no artigo “E se... não sonhássemos?”, publicado na *SuperInteressante*, a noção de “evolução” como “progresso” dentro de um artigo sobre Evolução biológica pode induzir o leitor a associar os dois conceitos sem fazer distinção entre os contextos nos quais se inserem, implicando na idéia de que a Evolução biológica se direciona ao “melhor”.

O processo de hibridização é citado no texto:

(...) como os cientistas chamam os contatos sexuais entre o Homo sapiens e os homens arcaicos que ele encontrou vivendo na Ásia e na Europa

Esse processo também é exemplificado através de uma analogia.

Devido ao seu grande número, os humanos teriam absorvido as populações primitivas até que os traços característicos delas tivessem desaparecido. 'É como misturar 100 litros de tinta branca com 1 litro de tinta preta. Você obtém 101 litros de tinta branca, o preto some'.

Esse artigo possui grande potencial para uso em sala de aula. A árvore genealógica dos hominídeos é um bom resumo das espécies tanto extintas quanto atuais dessa família. Além disso, o panorama traçado no texto acerca das hipóteses para a origem do *Homo sapiens* pode render várias discussões com os alunos.

Outro aspecto que pode ser trazido para o ambiente escolar é a falta de consenso entre os diversos pesquisadores citados. Por que a ciência, que dispõe de técnicas avançadas, não consegue uma resposta definitiva para a origem do homem? As evidências apóiam ambos os modelos citados no artigo.

É importante que os alunos percebam que a interpretação dada às evidências é um fator que influencia a formulação de hipóteses.

3.1.2.9 Você acha que sabe tudo? (G9 - set/2006)

Esse artigo traz uma variedade de questões sobre Ciência, Cultura, História, Religião e Tecnologia. Dentro da categoria Ciência, aparecem duas questões concernentes à Evolução. Os demais assuntos são: Física (Astronomia); Química (matéria, estados da matéria); Matemática (análise combinatória, raciocínio lógico); descobertas e invenções; paleontologia; e personalidades científicas, totalizando 15 perguntas de múltipla escolha ou de resposta aberta.

As duas questões sobre Evolução são:

3. Falso ou verdadeiro? A galinha é descendente dos dinossauros.

4. Qual destes primatas está evolutivamente mais próximo do Homo sapiens?

As quatro alternativas são: chimpanzé, bonobo, gorila e orangotango, todas com fotos do respectivo animal. A resposta trazida pela revista para a questão 3 foi “verdadeiro” e para a questão 4, “chimpanzé”.

O artigo pode ser usado como exercício de consolidação ou recapitulação para temas diversos, embora sua característica seja mais de testar “conhecimentos de almanaque” (informações gerais com caráter de curiosidades), uma vez que as perguntas são pontuais e descontextualizadas. Ainda assim, é uma atividade divertida, que pode ser usada como complemento aos exercícios tradicionais.

3.1.2.10 Síntese – Dinos com quatro asas (G10 - nov/2006)

O artigo “Síntese – Dinos com quatro asas” é pequeno e não tem ilustrações. É uma notícia sobre novas descobertas envolvendo fósseis de *Archaeopteryx*. No início do artigo, há a informação de que os fósseis representam os

primeiros antepassados dos pássaros.

Contudo, mais adiante no texto, consta que o fóssil é do

mais antigo pássaro conhecido.

Em primeiro lugar, cabe ressaltar que o jornalista usou a palavra “pássaros” para se referir às aves, sendo que “pássaro” se refere à ordem Passeriformes, inclusa dentro da classe Aves (POUGH; HEISER; McFARLAND, 1999). Além disso, os dois trechos acima se contradizem Ou o *Archaeopteryx* é antepassado das aves, ou ele já é uma ave. Há, portanto, uma confusão entre as duas informações.

O trecho abaixo pode transmitir a idéia de “uso e desuso”, ou seja, as aves teriam aprendido a voar através da repetição dos movimentos necessários ao deslocamento entre as árvores.

Acredita-se que a habilidade de voar tenha se desenvolvido a partir de saltos que as aves primitivas davam para se deslocar entre os galhos das árvores.

O artigo contempla um procedimento interno da ciência:

A conclusão foi tirada a partir de análises de fósseis de Archaeopteryx.

O trecho demonstra as evidências como suporte para os conceitos científicos.

Por se tratar de um artigo muito curto, sem ilustrações, seu uso em sala de aula é limitado. Contudo, como em artigos anteriores, sua potencialidade reside no fato de ser mais uma evidência fóssil para a Evolução.

3.1.2.11 Brincando de Deus: biologia também é arte (G11 - nov/2006)

O artigo apresenta uma fusão entre Biologia e Arte. O título, apesar de ser sensacionalista, faz uma comparação entre Deus, segundo a Bíblia o criador da vida, e os artistas mencionados, que recriam a “vida” através da tecnologia e da genética.

Na instalação artística intitulada “Éden”, o artista Jon McCormack criou um ecossistema eletrônico, no qual

com o tempo, os seres vão adaptando-se ao ambiente e modificando seu comportamento.

Essa passagem acima dá margem à interpretação de que os seres ativamente mudam seu comportamento, instruídos pelo ambiente.

Já a instalação artística da francesa France Cadet tomou por inspiração experiências genéticas verdadeiras. A artista criou robôs que representam híbridos entre um cachorro e animais como gato, vaca, porco, carneiro, camaleão, medusa e humano. Sua obra evidencia

uma crítica e um convite da autora à reflexão sobre as possíveis conseqüências dessas pesquisas – tanto técnicas quanto éticas e morais. Cadet, professora na Escola Superior de Arte de Aix-en-Provence, levanta inúmeras questões do universo da bioética e biotecnologia em suas obras: o perigo de potenciais acidentes, o comportamento de animais e humanos, a eugenia, o artificialismo da vida, os efeitos deletérios da clonagem e os testes com animais.

A página do artigo tem fundo preto com letras brancas, o que força um pouco os olhos durante a leitura. As duas fotos que aparecem no artigo ocupam metade da página: uma é um robô em forma de cachorro híbrido, embora a foto não especifique de qual dos possíveis híbridos se trata. A outra ilustração é de um espectador passeando na instalação Éden, que simula um ecossistema no qual os seres evoluem. Ambas são ilustrações do artigo são apresentadas sem nenhum tipo de explicação ou aprofundamento, não contendo legendas.

A jornalista chama a atenção para a repercussão pública da criação, em 2000, de uma coelha com gene bioluminescente em seu DNA, e por isso brilhava no escuro:

As reações do público, crítica e mídia foram desde total desaprovação e repulsa até o entusiasmo e encanto pela coelha verde. Para o representante da 'Bio Art', a intenção não foi simplesmente produzir uma obra viva que chame a atenção apenas para causar polêmica. Sempre argumentando estar ciente da responsabilidade que acarreta a manipulação de um ser vivo, o artista tem como motivação provocar uma discussão sobre o significado de nossa presença no mundo hoje, os rumos para o futuro e os limites do ser humano.

O texto apresenta um termo científico que não é explicado:

No espaço por onde as pessoas se movem, a mutação é mais intensa.

A jornalista não apresenta qualquer tipo de definição para o termo “mutação”, que pode não ser do conhecimento do leitor.

Algo interessante que o artigo traz é a expressão artística como forma de abordar conceitos científicos, e até mesmo levar à reflexão sobre a ciência. É também uma forma de mostrar que a ciência não precisa estar restrita a laboratórios e periódicos científicos, também fazendo parte da cultura humana. Nessa característica reside a grande potencialidade do artigo: mostrar a ciência como um campo que pode, sim, ser interessante e atrativo. Além disso, do artigo depreendem-se conceitos de Evolução, de biotecnologia, de genética e de bioética, bem como de artes.

4 Discussões e Resultados

Como explicitado no capítulo anterior, dedicado à análise individual dos artigos, este capítulo traz as categorias *a posteriori*, identificadas com base nas questões de pesquisa (categorias *a priori*) e nos aspectos revelados pela análise. Os dados estão organizados em tabelas, e são aqui apresentados seguindo a ordem das questões de pesquisa. Assim, a discussão se inicia com os aspectos relativos à ciência: seus procedimentos internos e seu funcionamento institucional. A seguir, a linguagem empregada nos artigos é discutida, seguida pela discussão sobre os conceitos de Evolução. Então, as possibilidades para o uso em sala de aula são abordadas e, por fim, são discutidos os cuidados e limitações relativos ao uso do material analisado em sala de aula.

4.1 Procedimentos Internos da Ciência e Funcionamento Institucional da Ciência

Com relação aos procedimentos internos da ciência, a maioria dos artigos analisados comenta rapidamente os métodos e técnicas usados nas pesquisas para fins contextualização da matéria. Foram mencionados procedimentos de laboratório, de campo, de elaboração de hipóteses com base em evidências. Isso demonstra que, de forma geral, o divulgador de ciência dá importância à práxis científica. Em sua maioria, os artigos que contemplam os procedimentos internos da ciência tratam de novas descobertas e idéias científicas. A menção aos métodos e técnicas parece ter a finalidade de mostrar que, na ciência, as descobertas não acontecem por acaso, sendo fruto de estudos e discussões (Tabela 1).

Tabela 1. Aspectos relativos à ciência: procedimentos (métodos e técnicas) internos da ciência e funcionamento institucional da ciência, divididos de acordo com o tipo de abordagem dada pelo artigo.

Artigos	Procedimentos Internos da Ciência			Funcionamento Institucional da Ciência		
	Pesquisa, sem detalhes	Pesquisa, com detalhes	Metodologia de forma geral	Dentro do âmbito científico	Relação com a sociedade	Influências sobre a ciência
S1						
S2						
S3						
S4						
S5						
S6						
S7						
S8						
G1						
G2						
G3						
G4						
G5						
G6						
G7						
G8						
G9						
G10						
G11						

As categorias mostradas na tabela 1 se referem à forma como os procedimentos foram mencionados. “Pesquisa sem detalhes” diz respeito à menção de pesquisas científicas, porém sem detalhar o método, os resultados e as implicações. “Pesquisa com detalhes” engloba os aspectos não considerados na categoria anterior, abarcando pesquisas cujos métodos, resultados e/ou implicações são elucidados no artigo. “Metodologia de forma geral” se refere a procedimentos generalizados, como levantamento de hipóteses ou descobertas, sem necessariamente serem relacionados a pesquisas.

Pode-se perceber que, de forma geral, ambas as revistas abordam os procedimentos internos da ciência em vários dos artigos analisados. As pesquisas são usadas para dar respaldo às informações contidas, o que mostra que a ciência não trabalha em cima de “achismos”. Trazer resultados de pesquisas também é uma forma de manter os próprios pesquisadores atualizados em relação às investigações que ocorrem tanto em sua área

quanto em áreas que não são de sua especialização (VIEIRA, 1999). Outra vantagem, apontada pelo autor, é de conferir maior visibilidade social à ciência, sendo uma forma de atrair investimentos para as pesquisas. Um ponto a ser ressaltado, porém, é que grande parte das pesquisas citadas é feita fora do Brasil. Por um lado, isso é bom, por trazer novidades de várias partes do mundo (os Estados Unidos sendo a principal fonte), mas por outro lado a pesquisa nacional não é tão destacada, ao menos nos artigos analisados para esta dissertação.

Em relação ao funcionamento interno da ciência, que consideramos como as controvérsias científicas, as várias idéias que surgem e os debates, tanto internos à ciência quanto entre ciência e sociedade, foram percebidas três abordagens. “Dentro do âmbito científico” se refere às discussões entre pesquisadores, aos contrapontos entre diferentes hipóteses e à diversidade de idéias que podem explicar um mesmo assunto. “Relação com a sociedade” agrupa a ciência sendo discutida pela sociedade, esta fazendo questionamentos, contrapontos e reflexões àquela. “Influências sobre a ciência” ilustra a influência de instituições externas à ciência sobre esta, notadamente exercida por governo e religião nos artigos analisados.

De forma semelhante aos procedimentos internos da ciência, muitos dos artigos analisados dão importância ao funcionamento da ciência como instituição. Chama a atenção o fato de os artigos identificarem que a ciência sofre pressões do governo e da religião, em vez de tratarem a ciência como instituição neutra, objetiva e isenta. Os artigos trazem as discussões que a sociedade faz com a ciência, o que é importante para ressaltar que a ciência não está acima do bem e do mal e nem é a “dona da verdade”, sendo seus conceitos passíveis de discussão e confrontação. Sem serem muito explícitos, os artigos, em algumas das discussões feitas, indicam que o conhecimento científico é mutável. Cabe, no entanto, que quando usada em sala de aula, o professor chame atenção dos alunos para isso.

As revistas também trazem as controvérsias dentro da ciência, o que demonstra que a investigação científica é sempre constante, não parando quando alguma conclusão é traçada. As evidências por si só não dizem muito,

dependendo de interpretações e modelos para embasarem as hipóteses. Essa é uma das fontes de diferentes idéias, e o debate entre elas é uma forma de contribuir para o estabelecimento de novas interpretações e modelos.

4.2 Linguagem Empregada

Ambas as revistas analisadas privilegiam uma linguagem mais coloquial, portanto, acessível, com pouco uso de termos técnicos que, quando aparecem, são geralmente explicados. As exceções mais freqüentes foram termos que aparentemente já pertencem ao vocabulário corrente, como “célula-tronco” e “clonagem”. Cabe ressaltar, no entanto, que mesmo para esses termos seria interessante se as revistas trouxessem algum tipo de explicação. Portanto, para o uso em sala de aula, dependendo do grupo de alunos, seria interessante que o professor discutisse esses termos.

A partir da análise percebeu-se que o linguajar utilizado pela revista *SuperInteressante* é mais informal que o da revista *Galileu*, sendo permeado por gírias e coloquialismos. Como mencionado anteriormente, essa pode ser a maneira pela qual a revista tenta se aproximar do seu público-alvo, tanto servindo como atrativo para a leitura quanto para criar um sentimento de identidade entre leitor e revista (Tabela 2).

Tabela 2. Aspectos analisados em relação à linguagem.

Artigos	Linguagem Empregada				
	Termos explicados	Termos não explicados	Metáforas	Analogias	Comparações
S1					
S2					
S3					
S4					
S5					
S6					
S7					
S8					
G1					
G2					
G3					
G4					
G5					
G6					
G7					
G8					
G9					
G10					
G11					

Cinco categorias principais foram identificadas em relação à linguagem empregada pelos artigos. “Termos explicados” é a categoria que engloba a terminologia científica usada que é explicada no artigo. Se o termo científico foi usado, mas não explicado, o artigo apresentou a categoria “termos não explicados”. “Metáforas”, “analogias” e “comparações” referem-se ao uso desses recursos nos artigos.

Metáfora é uma figura literária. Consiste na comparação de dois elementos por meio de seus significados imagísticos. Em outras palavras, significa emprego de uma palavra em sentido diferente do próprio. Analogia, por outro lado, é uma relação de equivalência entre duas outras relações, funções etc., sem que haja igualdade completa. É importante aqui ressaltar que as analogias são fluidas e uma análise mais detalhada poderá revelar algumas imperfeições na comparação. A comparação, apesar de parecida com a analogia, é a figura pela qual o orador aproxima e compara duas coisas ou idéias que se assemelham total ou parcialmente²⁰.

²⁰ Definições retiradas de <http://michaelis.uol.com.br/>, acesso em 05 mar 2008.

O uso dos recursos supracitados é importante, pois estabelecem relações entre oferecem o que é conhecido, familiar, e o que não é familiar. No entanto, Duarte (2004) aponta algumas limitações em relação ao uso de analogias no ensino de ciências: (1) a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia; (2) pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia; (3) a analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade; (4) os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

De forma a melhor explicar os conceitos tratados, os artigos lançam mão de metáforas, analogias e comparações, que não se restringiram ao texto, aparecendo também nas figuras. Esses recursos foram empregados em diversos contextos, e de forma geral atingiram o objetivo de facilitar a compreensão.

Embora as duas revistas tenham empregado metáforas, analogias e comparações como recursos para esclarecer os conceitos apresentados, a *SuperInteressante* apresentou o dobro (12) de ocorrências desses recursos em relação à *Galileu* (6), nos artigos analisados. Isso talvez se relacione ao linguajar da revista como um todo, que de forma geral traz gírias e coloquialismos, sendo mais informal do que a linguagem da revista *Galileu*.

Vários dos termos científicos não explicados como “caloria”, “enzima” e “célula-tronco”, são recorrentes nos textos analisados, indicando que os jornalistas os consideram como sendo de domínio público. No entanto, conforme assinalado na análise, existem termos, que não nos parecem ser de domínio público e não são explicados ou definidos. Isso contribui para a continuidade da aura de superioridade e incompreensibilidade da ciência; usar termos difíceis sem defini-los, mesmo que não intencionalmente, pode ser uma tentativa de conferir “seriedade” ao texto.

Em vários momentos, a linguagem usada pelos divulgadores de ciência é sensacionalista. Isso pode ser explicado através das idéias de Zamboni

(2001), que ressalta que, como produto comercial, as revistas dependem de vendas para sua manutenção no mercado e o sensacionalismo chama leitores. O uso de recursos de impacto, tanto no texto quanto nas ilustrações, é uma forma de chamar a atenção do leitor para o conteúdo da revista.

4.3 Conceitos de Evolução

Analisando o conteúdo sobre Evolução contido nos artigos, procuramos evidenciar três grandes aspectos: a presença de mecanismos evolutivos, a presença de noções de instrucionismo, teleologia e direção ao progresso, e o contexto da Evolução dentro do artigo (Tabela 3).

Tabela 3. Aspectos observados em relação à Evolução.

Artigos	Mecanismos Evolutivos		Noções de:			Contexto		
	Seleção Natural	Outros	Instrucionismo	Teleologia	Progresso	Central	Auxiliar	Apenas citado
S1								
S2								
S3								
S4								
S5								
S6								
S7								
S8								
G1								
G2								
G3								
G4								
G5								
G6								
G7								
G8								
G9								
G10								
G11								

Nem todos os artigos que tratam diretamente ou indiretamente do tema da Evolução fazem menção à presença de mecanismos evolutivos. Porém, quando o fazem, invariavelmente se referem à seleção natural. Mecanismos como deriva genética ou processos epigenéticos não discutidos e nem mesmo mencionados. A seleção natural é o principal mecanismo evolutivo, porém não é o único. A omissão dos outros mecanismos, embora não necessariamente

comprometa o entendimento dos artigos, pode excluir algum aspecto importante para a compreensão dos fenômenos e acontecimentos tratados nos artigos. Isso, talvez, se deva à organização do currículo de Biologia do ensino médio. Nos PCN+ de Biologia, a deriva genética é considerada um fator que “interfere na constituição genética das populações” (p.51) e não um mecanismo evolutivo. Os processos epigenéticos, provavelmente por se tratarem de um assunto relativamente recente, não são sequer mencionados (BRASIL, 2002).

Os exemplos de seleção natural são adequados e variados, representando uma das grandes potencialidades dos artigos analisados como um todo.

Em alguns artigos, foram identificadas noções de instrucionismo, teleologia e direção ao progresso. Contudo, na maioria dos casos, a escolha das palavras pelo jornalista parece ter sido a principal razão pela qual essas noções constam nos artigos, como ressaltado na análise, e não que o jornalista tenha, de fato, esses conceitos acerca da Evolução.

O contexto no qual a Evolução é abordada foi dividido em três categorias. Se o conceito de Evolução representa um dos pilares do artigo, considerou-se que o contexto era “central”. Caso a Evolução tenha sido mencionada como um aspecto colateral ao tema do artigo, seu papel foi marcado como “auxiliar”. E se a Evolução é apenas mencionada, sem que haja uma ligação mais evidente ou necessária entre ela e o tema do artigo, o contexto foi considerado como “apenas citada”.

A Evolução foi tratada em artigos sobre vários temas, nem todos eles sendo relativos à Biologia. Assuntos como geopolítica, cultura e tecnologia foram relacionados, pelas revistas, a conceitos de Evolução. A abordagem interdisciplinar dada ao tema merece destaque, ainda que nem sempre o enfoque dado à Evolução tenha sido central. A questão da interdisciplinaridade é uma constante nos PCN+, sendo ressaltada como fundamental na educação escolar:

Essa articulação interdisciplinar, promovida por um aprendizado com contexto, não deve ser vista como um produto suplementar a ser

oferecido eventualmente se der tempo, porque sem ela o conhecimento desenvolvido pelo aluno estará fragmentado e será ineficaz (BRASIL, 2002, p.31).

Embora a Evolução seja o eixo organizador da Biologia, não é necessário que seja obrigatoriamente o tema principal dos artigos nos quais é abordada para que sejam atraentes para seu público, e aproveitáveis em contexto escolar.

4.4 Possibilidades de uso dos artigos

A diversidade de temas com os quais a Evolução é relacionada se constitui em uma das grandes potencialidades para o uso do material analisado em sala de aula. Os PCN+ evidenciam esse aspecto:

As escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências (BRASIL, 2002, p.13).

Além das possibilidades explicitadas na análise, como o aproveitamento dos artigos em discussões, em adição ao material didático e na leitura crítica dos textos, as potencialidades de uso mais recorrentes estão compiladas na Tabela 4. A análise indicou que todos os artigos considerados podem ser usados para tratar de Evolução em sala de aula. Assim, a Tabela 4 traz outras possibilidades de uso para os artigos.

Tabela 4. Possibilidades de uso dos artigos analisados em diferentes áreas do conhecimento.

Artigos	Potencialidades							
	Zoologia	Genética	Fisiologia	Comportamento	Ciência em geral	História	Geopolítica	Cultura
S1								
S2								
S3								
S4								
S5								
S6								
S7								
S8								
G1								
G2								
G3								
G4								
G5								
G6								
G7								
G8								
G9								
G10								
G11								

Dentre os temas da Biologia, os artigos analisados podem ser aproveitados em aulas de Zoologia, Genética, Fisiologia e Comportamento. Cabe, contudo, ressaltar que essa é a interpretação feita nesse trabalho, sendo que os professores poderão encontrar outras possibilidades além dessas.

A categoria “Ciência em geral” se refere ao funcionamento da ciência, tanto em relação aos seus procedimentos quanto às suas discussões, se relacionando intimamente com os dados trazidos na Tabela 1. Assim, esses artigos podem ilustrar aspectos da ciência como um todo, não só da Biologia, e esse é um importante aspecto a ser identificado em artigos sobre qualquer área do conhecimento.

O fato de podermos retirar temas de História, Geopolítica e Cultura dos artigos analisados demonstra que os artigos das revistas conectam as ciências exatas às ciências humanas, mostrando que o conhecimento não é, necessariamente, compartimentalizado por área de especialidade. Em especial, a História constante nos artigos muitas vezes pode ser relacionada à História da ciência, conteúdo nem sempre contemplado nos currículos da educação formal básica.

4.5 Cuidados e limitações para uso em sala de aula

Todos os artigos analisados podem, de alguma forma, ser aproveitados no contexto da educação escolar. No entanto, ao levar o material de Divulgação Científica para a sala de aula, o professor deve ter em mente que esse material pode ter limitações, inspirando alguns cuidados quando de sua utilização para fins de ensino.

Tabela 5. Aspectos que apresentam limitações e/ou cuidados a serem tomados.

Artigos	Limitações e Cuidados		
	Conteúdo	Conceitos	Estrutura
S1			
S2			
S3			
S4			
S5			
S6			
S7			
S8			
G1			
G2			
G3			
G4			
G5			
G6			
G7			
G8			
G9			
G10			
G11			

A tabela 5 apresenta as categorias geradas quanto as limitações do uso desse material em sala de aula. Se as limitações e os cuidados a serem tomados estão na categoria “conteúdo”, isso se refere a questões como superficialidade, falta de informações e as possíveis conseqüências dentro de sala de aula, conforme explicitado na análise.

Já a categoria “conceitos” diz respeito às definições usadas pelos artigos, direta ou indiretamente – nessa categoria se encaixam, por exemplo, os artigos que trazem noções de instrucionismo, teleologia e direção ao progresso (Tabela 3). A categoria “estrutura”, na Tabela 5, se deve aos aspectos visuais dos artigos: diagramação, ilustrações e cores.

Cabe ressaltar que as limitações aqui mencionadas não impedem uso dos artigos em ambiente escolar. Muitas, até, abrem espaço para discussão justamente em cima dos aspectos problemáticos ou das lacunas apresentadas pelos artigos. Os PCN+ corroboram essa possibilidade; uma das competências assinaladas na área de Biologia é:

Avaliar a procedência da fonte de informação para analisar a pertinência e a precisão dos conhecimentos científicos veiculados no rádio, na tevê, nos jornais, nas revistas e nos livros e que se destinam a informar o cidadão ou a induzi-lo ao consumo, principalmente quando se tratar de assuntos relacionados à saúde, como o uso de medicamentos e de alimentos, para distinguir informação fundamentada da simples propaganda (BRASIL, 2002, p.37).

Outro cuidado que os professores devem ter é de verificarem a procedência das informações contidas nos textos. Um exemplo relevante é o artigo “Viver para sempre” (G4), no qual são citados diversos órgãos de pesquisa. Enquanto alguns são universidades, como a Universidade de Cambridge (Reino Unido) e a Universidade do Texas (Estados Unidos), outros, como o Instituto Médico Fronteira (Estados Unidos), são clínicas particulares que “tratam” o envelhecimento. Será que essas clínicas têm respaldo para alcançarem e divulgarem os resultados obtidos? Será que existem interesses comerciais por trás das pesquisas? Prestar atenção às fontes é uma atitude que os professores devem ter, além de encorajarem seus alunos a fazer o mesmo.

5 Considerações Finais

A partir de interesses pessoais, esta dissertação foi organizada em torno de três grandes temas: Educação, Evolução e Divulgação Científica, justificados por sua relevância científica e social. Com o quadro teórico, que de forma alguma esgota os assuntos aqui tratados, buscamos estabelecer o panorama no qual se baseia este trabalho. Consideramos que a Divulgação Científica é o processo de comunicar ciência ao público em geral, e que se constitui em um discurso novo e diferente do da ciência, embora se relacione intimamente com ele. Defendemos que a DC contribui para o letramento científico, aqui entendido como a capacidade de usar a ciência e o conhecimento científico no cotidiano, e não somente de saber decodificar a linguagem científica. Procuramos, também, traçar algumas considerações sobre o ensino de Evolução.

A análise dos artigos teve por objetivo evidenciar alguns aspectos a serem observados pelos professores para a adaptação de material de DC para o uso em sala de aula. Com este trabalho, não se pretendeu criar um “manual” com regras rígidas para proporcionar o aproveitamento de artigos de DC na educação formal. Contudo, destacamos a importância de observar os aspectos analisados neste trabalho, de forma a poder identificar os pontos fortes e frágeis dos artigos para uso em sala de aula. É importante perceber que, neste trabalho, foram considerados aspectos que podem ser utilizados para análise de artigos de outros temas da Biologia.

Procedimentos internos da ciência se aplicam à ciência como um todo, já que fazem referência aos métodos e às técnicas empregadas na investigação nas mais diversas áreas científicas. A maioria dos artigos analisados apresenta, nem que seja rapidamente, algum comentário sobre o funcionamento da ciência, o que sugere que os divulgadores de ciência percebem a relevância da investigação científica para se chegar a conclusões embasadas e corroboradas pelas evidências. Além disso, a apresentação dos métodos e técnicas da ciência permite que tanto os alunos como os professores tenham contato com a maneira como a ciência funciona

internamente. É importante para evidenciar a ciência como um processo dinâmico, que constrói conhecimento mutável, que é só uma tentativa de explicar como a natureza funciona e não é um compêndio de “verdades absolutas, intocáveis e imutáveis”. Na medida em que a investigação científica se desenvolve, novas explicações vão sendo propostas, corroboradas ou refutadas pelas evidências trazidas pelas constantes pesquisas. Esse é uma visão de ciência que o professor deve sempre ter em mente ao usar artigos de DC em sala de aula.

De forma geral, a ciência como instituição também é um aspecto contemplado pelos artigos analisados. Os divulgadores de ciência trazem ao seu público as discussões geradas pelas idéias científicas, tanto no meio científico quanto fora dele. Dessa forma, evidencia-se a ciência como instituição humana e, portanto, suscetível a controvérsias e discordâncias entre suas idéias.

As duas revistas analisadas têm condições de serem usadas na educação formal. A *SuperInteressante* usa um vocabulário mais informal, presumidamente para ficar mais próxima de seu público-alvo, que engloba a faixa etária dos estudantes de ensino médio, sendo este um provável atrativo para os alunos. A *Galileu*, por sua vez, tem uma linguagem não tão coloquial, embora seja leve e de fácil entendimento, podendo exercer influência na redação dos alunos por não ter tantas informalidades. Na nossa interpretação, as duas revistas são diferentes, porém são igualmente interessantes dentro de um contexto formal de educação.

O discurso da DC deve desconsiderar a linguagem “esotérica” empregada pelo discurso científico e abrir espaço para analogias, generalizações, comparações, simplificações e aproximações (VIEIRA, 1999; ZAMBONI, 2001). De maneira geral, os artigos analisados neste trabalho procedem dessa forma; os recursos empregados no sentido de tornar a linguagem da DC fluida, agradável e compreensível são válidos, podendo e devendo ser aproveitados em sala de aula. A própria linguagem pode ser assunto de aulas de Língua Portuguesa, sendo que a leitura dos artigos não só contribui com a cultura científica dos alunos, como também concorre para

melhorar sua expressão oral e escrita através do enriquecimento de vocabulário.

Além disso, uma linguagem acessível em um texto científico pode facilitar uma das etapas de sua transposição didática, isto é, a etapa que compreende o procedimento necessário para que o saber a ser ensinado (no caso, constante nos textos de DC) possa se tornar um saber ensinado.

Entendemos que, às vezes, o uso de linguajar técnico se faz necessário. No entanto, isso não significa que essa linguagem deva necessariamente ser inacessível ao seu público. Para facilitar o entendimento, deve-se evitar o uso excessivo de termos técnicos e, quando eles forem usados, devem vir acompanhados de uma breve explicação. As revistas analisadas não usam glossários, e nem sempre os termos técnicos são esclarecidos no texto. Vale lembrar que esse trabalho considera que a Divulgação Científica se destina ao público em geral, e que não se pode supor que esse público tenha pleno domínio do linguajar científico. Adicionalmente, Olivera (2007) lembra que a divulgação científica, dada a sua natureza, requer que o discurso científico deve ser recriado em uma nova forma, usando uma linguagem não muito técnica e contextualizada, de forma a ser acessível ao público em geral.

A leitura dos artigos, em nossa interpretação, corrobora a idéia de Zamboni (2001) de que a DC é, de fato, um novo discurso. Nos artigos analisados, percebemos que, muito além de simplificar o discurso da ciência, os divulgadores reformulam o discurso, tornando seu texto informativo, porém próximo ao seu leitor. Mediante o uso de recursos estilísticos como analogias e mesmo momentos de conversa (unilateral) com o leitor, os autores dos artigos conseguiram elaborar textos interessantes e não muito complicados, nos quais não se observou a linguagem objetiva e impessoal característica dos textos científicos.

Outro aspecto que deve ser destacado, quando da escolha de material, de DC para uso em sala de aula, é a possibilidade de inserção na programação escolar, de forma condizente com os objetivos educacionais previstos por essa programação. No caso deste trabalho, a temática Evolução atende a essa

condição, sendo tema estruturador do currículo de Biologia do Ensino Médio no Brasil (BRASIL, 2002).

Com relação à abordagem do tema Evolução, a impressão geral é de que esse tema, apesar de constar em artigos sobre assuntos diversos, nem sempre é considerado como central no âmbito da Biologia. A propósito de mecanismos evolutivos, somente a seleção natural foi considerada. Deriva genética ou processos epigenéticos não foram mencionados. Nos casos onde houve apologia ao instrucionismo, à teleologia e à direção ao progresso, a causa parece ter sido a escolha das palavras utilizadas, já que os divulgadores de ciência não necessariamente dominam todos os termos científicos das áreas sobre as quais escrevem. No entanto, os jornalistas das revistas analisadas souberam tornar seus textos atrativos ao leitor, algo que um cientista talvez não conseguisse, pois, em geral, cientistas não têm formação em Comunicação.

Esta dissertação é voltada para o aproveitamento de material de DC na educação formal; porém, não realizamos um trabalho envolvendo os professores de Biologia, de forma a levar a eles as sugestões aqui feitas. Reconhecemos que examinar as sugestões no cotidiano de sala de aula seria um importante complemento a esse trabalho. No entanto, teve que se fazer uma escolha que leva em conta o tempo que se tem para o trabalho de mestrado. Portanto, o propósito desta dissertação foi apenas apurar as possibilidades e as limitações de artigos de DC para o uso em sala de aula, evidenciando o tema Evolução biológica.

Outro recorte deste trabalho é em relação à mídia analisada. Optamos pela mídia impressa, pois, em princípio, o acesso a esse meio é mais fácil, visto que não requer equipamentos como televisão ou computador, e pode ser facilmente encontrado em bancas de jornal. Porém, os aspectos considerados na análise podem também ser usados em meio eletrônico escrito (páginas na internet), uma vez que o código utilizado (linguagem escrita) é o mesmo, só diferindo no meio de publicação.

Esperamos, com este trabalho, contribuir de alguma forma para o emprego da DC no âmbito da educação formal. Esse material apresenta maior versatilidade em relação ao livro didático, na medida em que contempla as novidades científicas com maior rapidez e aborda alguns temas que, em princípio, não constam dos currículos escolares. Pode-se, portanto, considerar a DC como um material que pode, sim, em complemento aos mais formais como o livro didático, ser aproveitado de forma mais sistemática e direcionada, em sala de aula.

A educação científica é um aspecto que contribui para o exercício da cidadania. Para tanto, a educação científica não deve se resumir à memorização de nomenclaturas, fórmulas e teorias, entre outros. Nossa experiência pessoal demonstra que as práticas de memorização, tão corriqueiras no ambiente escolar, acabam por desestimular os alunos em relação ao estudo das ciências como um todo. O material de DC, por ter finalidade diversa à dos materiais didáticos tradicionais, contribuindo para mudar essa situação. Os textos de DC, a nosso ver, não têm por objetivo a transmissão de conteúdos escolares, e sim a apresentação de temas que interessam ao público em geral.

Sendo assim, consideramos que esta dissertação, além de apresentar sugestões para auxiliar a educação formal, também pode servir como alerta para os divulgadores de ciência nos meios de comunicação de massa. É necessário que os divulgadores tenham consciência do papel que tem em relação ao letramento científico do seu público, contribuindo para a educação científica da população. Entendemos que o trabalho em veículos de DC muitas vezes envolve prazos curtos, se não imediatos, e também está sujeito às demandas do mercado. Ainda assim, os divulgadores de ciência devem sempre ter em mente a sua importância para a educação científica, considerando que eles são responsáveis pela conexão entre a ciência e a sociedade (ZAMBONI, 2001; MAIA; GOMES, 2006).

Cabe destacar que este trabalho não pretende, apenas, propor alternativas aos materiais didáticos tradicionais, sempre privilegiando um olhar crítico sobre o material a ser utilizado.

Esse trabalho, na verdade, levou a mais perguntas do que respostas. Como de fato se dá o uso de material de DC em sala de aula? Qual o impacto que o uso desse tipo de material causa tanto para estudantes quanto para o público em geral? Ou seja, qual o impacto da DC sobre a compreensão pública da ciência? O que os alunos pensam sobre certos artigos de DC? E os professores? O que pensa o divulgador de ciência sobre sua participação na educação científica? O que pensam cientistas sobre realizarem DC? Como se dá o processo de produção dos materiais de DC? Como outros conceitos da Biologia são abordados pela DC? Consideramos que questionamentos como esses auxiliam no estabelecimento de parcerias entre a Divulgação Científica e a educação formal, sempre em prol do letramento científico.

6 Referências

- ABRAMO, Cláudio Weber. **A regra do jogo – o jornalismo e a ética do marceneiro**. São Paulo: Companhia das Letras. 270p. 1989.
- ABRANTES, Paulo. O programa de uma epistemologia evolutiva. **Revista de Filosofia**, v. 16, n. 18, p. 11-55, 2004.
- ADAMS, Scott. **O Princípio Dilbert**. Rio de Janeiro: Ediouro, 336p. 1997.
- ALMEIDA, Maria José P. M. de.; RICON, Alan Esteves. Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n. 1, p.7-13. 1993.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo: Pioneira Thomson. 203p. 2002.
- ALVETTI, Marco Antônio Simas. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. 10. ed. Campinas: Papirus, 132 p.2006.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 226p. 1977.
- BAUER, Martin W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, Martin W.; Gaskell, George (orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes. p. 189-217. 2002.
- BERTOLETTI, Jeter Jorge. **Museu de Ciências e Tecnologia da PUC-RS**. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura16.shtml>. Data de publicação: 10 jul. 2003. Acesso em: 22 fev 2007.
- BIRD, Adrian. DNA methylation patterns and epigenetic memory. **Genes and Development**, v.16, n.1, p.6-21. 2002. Disponível em: <http://www.genesdev.org/cgi/content/full/genesdev;16/1/6#B156> Acesso em: 02 fev 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC. 141p. 2002.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Digital. Departamento de Popularização e Difusão da C&T. **Percepção Pública da Ciência e Tecnologia**. Brasília: MCT. 69p. 2007.
- BROCKINGTON, Guilherme ; PIETROCOLA, Maurício . Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?

Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 3, 2006. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a5.html Acesso em: 15 fev 2008.

BROTERO, Paula Porto; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Análise do discurso na divulgação científica – um caso de química. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, Bauru – SP, nov./dez. 2005. **Atas...** 1 CD-ROM, 12p., 2005.

BRYSON, Bill. **Breve história de quase tudo**. São Paulo: Companhia das Letras, 541p. 2005.

BUENO, Wilson da Costa. Jornalismo científico: conceito e funções. **Ciência e Cultura**. V.37, n.9, p.1420-1427. 1985.

BURBANO, Hernán A. Epigenetics and genetic determinism. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.13, n.4. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000400004&lng=en&nrm=iso Acesso em: 02 fev 2008.

BURKETT, Warren. **Jornalismo científico: como escrever sobre ciência, medicina e alta tecnologia para os meios de comunicação**. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 229p. 1990.

CALVO HERNANDO, Manuel. **Teoria e técnica do jornalismo científico**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 58p. 1970.

CALVO HERNANDO, Manuel. **Funciones de la divulgación**. Disponível em: <http://www.manuelcalvohernando.es/articulo.php?id=67>. Data de publicação: 2006. Acesso em: 28 mar 2007.

CARNEIRO, Ana Paula Netto. **A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARVALHO, Humberto Coelho de. **Fundamentos de Genética e Evolução**. Rio de Janeiro: Atheneu. 556p. 1987.

CAVALCANTI, Fabiane Gonçalves. **Jornalistas e cientistas: os entraves no diálogo**. Disponível em: http://www.jornalismocientifico.com.br/jornalismocientifico/artigos/jornalismo_cientifico/artigo13.php Sem data de publicação. Acesso em: 27 abr 2007.

CAZELLI, Sibele. **Alfabetização Científica e os Museus Interativos de Ciência**. 1992. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.

DARWIN, Charles Robert. **Autobiografia**. Rio de Janeiro: Contraponto. 127p. 2000. (publicação original: 1887).

DARWIN, Charles Robert. **A Origem das Espécies**. São Paulo: Hemus, 1977. (publicação original: 1859).

DEPEW, David J.; WEBER, Bruce H. **Darwinism Evolving: Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection**. Cambridge: MIT Press. 588p. 1997.

DESTÁCIO, Mauro Celso. Jornalismo científico e divulgação científica. In: KREINZ, Glória; PAVAN, Crodowaldo (orgs). **Ética e divulgação científica: os desafios no novo século**. São Paulo, NJR/ECA/USP, p. 93-102. 2002.

DIB, Claudio Zaki. Formal, non formal and informal education: concepts/applicability. In: Cooperative Networks in Physics Education, New York, 1988. **Conference Proceedings 173**, 16p., 1988. Disponível em <http://www.techne-dib.com.br/czdib/arquivos/formal.zip>. Acesso em: 22 fev 2007.

DUARTE, Maria da Conceição. Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios. In: **II Encontro Ibero-americano sobre Investigação Básica em Ensino de Ciências**, Burgos, Espanha. 2004. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm Acesso em: 08 mar 2008.

EJERSBO, Lisser Rye; LERON, Uri. **The didactical transposition of didactic ideas: the case of the virtual monologue**. Disponível em: <http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/11/Ejersbo%20Leron.pdf> Acesso em: 02 fev 2008.

EPSTEIN, Isaac. **Divulgação Científica: 96 verbetes**. Campinas: Pontes. 287p. 2002.

FIGUEIREDO, Diogo. **Introdução a Cladística (Sistemática Filogenética)**. Disponível em: <http://www.ceunes.ufes.br/downloads/2/luismenezes-texto%20de%20apoio%201%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20Clad%C3%ADstica.pdf> Data de publicação: 2001 Acesso em: 02 mar 2008.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de Conteúdo**. Brasília: Plano Editora. 72p. 2003.

FUTUYMA, Douglas Joel. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP. 631p. 2002.

GADOTTI, Moacir. A Questão da Educação Formal/Não-Formal. **Droit à l'éducation: solution à tous les problèmes ou problème sans solution?** Sion – Suíça, out/2005. Disponível em: http://www.paulofreire.org/Moacir_Gadotti/Artigos/Portugues/Educacao_Popular_e_EJA/Educacao_formal_ao_formal_2005.pdf Acesso em: 29 fev 2008.

GARCIA, Eloi S. Epigenética: além da seqüência do DNA. **Jornal da Ciência**. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=30541> Data de publicação: 12 ago 2005. Acesso em: 27 fev 2008.

GASPAR, Alberto. **Museus e Centros de Ciências**: conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, 1993.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.7-25. 2007.

GOEDERT, Lidiane. **A formação do professor de Biologia na UFSC e o ensino da Evolução Biológica**. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

GOLDBACH, Tânia; EL-HANI, Charbel Niño; MARTINS, Roberto Cintra. Idéias sobre genes em revistas de divulgação científica e em glossários virtuais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, Bauru – SP, nov./dez. 2005. **Atas...** 1 CD-ROM, 13p., 2005.

GONZÁLEZ REY, Fernando. **Pesquisa Qualitativa em Psicologia**: caminhos e desafios. São Paulo: Pioneira Thomson. 188p. 2000.

GOULD, Stephen Jay. **Vida Maravilhosa**. O acaso na evolução e a natureza da história. São Paulo: Cia. das Letras. 391p. 1989.

GOULD, Stephen Jay. **Lance de Dados**. Rio de Janeiro: Record. 332p. 2001.

GOULD, Stephen Jay. Darwin and Adam Smith. In: GOULD, Stephen Jay. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, p.121-125. 2002.

GOUVÊA, Guaracira. **A Divulgação Científica para Crianças**: O caso da Ciência Hoje das Crianças. Tese (Doutorado em Educação, Gestão e Difusão Em Biociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

GREIDER, Carol W. Telomere Length Regulation. **Annual Review of Biochemistry**, v.65, p.337-365. 1996.

GUERRERO, Ricard. La divulgación científica en el siglo XX: de Wells a Gould. **Quark: ciencia, medicina, comunicación y cultura**. N.26. 2002. Disponível em <http://www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es:ART0000022245> Acesso em: 03 fev 2008.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo; SCHEID, Neusa Maria John. **Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências**, v.9, n.1. 2007. Disponível em: http://www.cecimig.fae.ufmg.br/wp-content/uploads/2007/12/analogias-como-ferramenta-didatica-no-ensino-de-biologia-marilisa-hoffmann_neusa-scheid.pdf Acesso em: 08 mar 2008.

HULL, David L.; LANGMAN, Rodney E.; GLENN, Sigrid S. A general account of selection: biology, immunology and behavior. In: HULL, David L. (org.) **Essays on Biological Evolution and the Philosophy of Science**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 49-93. 2001.

IBSISTER, Geoffrey; WHITE, Julian; CURRIE, Bart; BUSH, Sean; VETTER, Richard; WARRELL, David. Spider bites: addressing mythology and poor evidence. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 72, n. 4, p. 361-364. 2005.

KIENTZ, Albert. **Comunicação de massa**: análise de conteúdo. Rio de Janeiro: Eldorado. 182p. 1973.

KRAPAS, Sonia; REBELLO, Lúcia. O perfil dos museus de ciência da cidade do Rio de Janeiro: a perspectiva dos profissionais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n. 1, p. 68/86. 1998.

LEAL, M.C.; GOUVÊA, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: o ensino de ciências na escola e no museu. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 1, p. 5-36, 2000.

LEWENSTEIN, Bruce V. Models of public communication of science and technology. 2003. Disponível em: <http://communityrisks.cornell.edu/BackgroundMaterials/Lewenstein2003.pdf> Acesso em: 26 mar 2008.

LOUREIRO, José Mauro Matheus. Museu de ciência, divulgação científica e hegemonia. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 32, n. 1, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652003000100009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 19 mar 2007.

LOZADA-CHÁVEZ, Irma; OLIVERA, Martín Bonfil. **La divulgación científica**. Disponível em: <http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/?q=node/31/pdf> Data de publicação: 27 abr 2007. Acesso em: 03 fev 2008.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU. 123p. 1986.

MAIA, Kênia Beatriz Ferreira; GOMES, Ana Cecília Aragão. Para pensar o fazer e a pesquisa em divulgação científica e jornalismo científico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 24, Brasília – DF, set. 2006. **Anais...** 1 CD-ROM, 13p., 2006.

MALAVOY, Sophie. **Guia prático de divulgação científica**. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz. 52p. 2005.

MALET, Antoni. Divulgación y popularización científica en el siglo XVIII: entre la apología cristiana y la propaganda ilustrada. **Quark: ciencia, medicina, comunicación y cultura**. N.26. 2002. Disponível em:

<http://www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es:ART0000022240> Acesso em: 03 fev 2008.

MAMEDE, Máira de Araújo. **A relação entre produção escrita e ensino de ciências na formação do pedagogo**. 168f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, 2005.

MARANDINO, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciência. **Revista Brasileira de Educação**, n. 26. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782004000200008&script=sci_arttext#end1 Acesso em: 02 fev 2008.

MARANDINO, Martha. Perspectivas da pesquisa educacional em museus de ciências. In: SANTOS, F.M.T. dos; GRECA, I.M. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí. p. 89-122. 2006.

MARCOS, Alfredo. Periodismo científico... ¿de opinión? In: HORENSTEIN, Norma; MINHOT, Leticia; SEVERGNINI, Hernán (eds.) **Epistemología e historia de la ciencia**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. p. 239-245. 2002.

MARCOS, Alfredo; CALDERÓN, Fernando. Una teoría de la divulgación de la ciencia. **Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia**, v. 6 e 7, p. 7-40. 2002.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme**, v. 2, n. 3, p. 33-54. 1997.

MASSARANI, Luísa. **A divulgação científica no Rio de Janeiro**: algumas reflexões sobre a década de 20. 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e Escola de Comunicação da UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

MAYR, Ernst. The Idea of Teleology. **Journal of the History of Ideas**, v. 53, n. 1, p.117-135. 1992.

MAYR, Ernst. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: Editora UnB. 1107p. 1998.

MENDES, Marta Ferreira Abdala. **José Reis e o papel dos cientistas na divulgação científica**. Disponível em: http://redpop.org/8reunion/9rrp_ponencias/martaferreiraabdala.doc. Data de publicação: 2005. Acesso em: 11 fev 2008.

MERINO, Graciela. Estado actual y perspectivas de la divulgación científica em latinoamérica. In: MATOS, Cauê (org.). **Conhecimento científico e vida cotidiana**. São Paulo: Estação Ciência, p. 219-231. 2003.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. Evolução. In: EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. **O que é vida?** Para entender a Biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 153-185. 2001.

MOREIRA, Ildeu de Castro; MASSARANI, Luisa. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. In: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fatima (orgs.). **Ciência e público:** caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, p. 43-64. 2002.

MOURA, Dione Oliveira. **Do campo científico ao jornalismo científico:** o discurso sobre o valor da Floresta Amazônica. Tese (Doutorado em Ciências da Informação) – Universidade de Brasília, 2001.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; SOUZA, Suzani Cassiani de. A produção sobre divulgação científica em eventos de ensino de ciências: vislumbrando tendências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, Bauru – SP, nov./dez. 2005. **Atas...** 1 CD-ROM, 12p., 2005.

NIELSEN, Kristian Hvidtfelt. Between understanding and appreciation. Current science communication in Denmark. **Journal of Science Communication.** v. 4. 2005.

NUNES, Osmir J. Cinco mil anos de divulgação científica. **Revista Espiral.** Disponível em: <http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/espisal/placaa7.htm> Data de publicação: sem data. Acesso em: 03 fev 2008.

OGBORN, Jon, Science and commonsense. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** N. 1, v. 6, p. 5-34. 2006.

OLIVERA, Martín Bonfil. La tensión esencial. **El Muégano Divulgador**, maio-jul 2003. Disponível em: http://www.dgdc.unam.mx/muegano_divulgador/no_23/nodivulgaras.html Acesso em: 28 fev 2008.

OLIVERA, Martín Bonfil. Las mentiras de la divulgación. **El Muégano Divulgador**, abr-jun 2007. Disponível em: http://www.dgdc.unam.mx/muegano_divulgador/no_36/nodivulgaras.pdf Acesso em: 28 fev 2008.

OLIVEIRA, Daisy Lara de. Polêmicas recorrentes na síntese evolutiva. **Episteme**, v. 3, n. 6, p. 52-67. 1998.

OLIVEIRA, Fabíola Imaculada de. Comunicação Pública e Cultura Científica. **Revista Parcerias Estratégicas**, n. 13, p. 201-208. 2001.

OLIVEIRA, Fabíola Imaculada de. **Jornalismo científico.** São Paulo, Editora Contexto. 89p. 2005.

OLIVEIRA, José Carlos de. Fundamentos de Sistemática Filogenética para Professores de Ciências e Biologia. **Revista Virtú**, 2005. Disponível em: <http://www.virtu.ufjf.br/artigo%20a10.pdf> Acesso em: 03 mar 2008.

PANZA, Marco; PRESAS, Albert. La divulgación de la ciencia en el siglo XIX: la obra de Flammarion. **Quark: ciencia, medicina, comunicación y cultura**. N.26. 2002. Disponível em: <http://www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es:ART0000022242> Acesso em: 03 fev 2008.

PAVAN, Crodowaldo; KREINZ, Glória. José Reis. **SuperInteressante**, ed.178. jul. 2002. Disponível em: http://super.abril.com.br/superarquivo/2002/conteudo_120443.shtml Acesso em: 03 fev 2008.

PECHULA, Márcia Reami. A ciência nos meios de comunicação de massa: divulgação de conhecimento ou reforço do imaginário social? **Ciência&Educação**. v.13, n.2, p.211-222. 2007.

PENA, Sergio Danilo. **Viva Lamarck (!?)**. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/52486>. Data de publicação: 14 jul. 2006. Acesso em: 12 nov. 2006.

PEREIRA, Renato Pignatari. Movimento e linguagem na divulgação científica. In: KREINZ, Glória; PAVAN, Crodowaldo (orgs). **Ética e divulgação científica: os desafios no novo século**. São Paulo: NJR/ECA/USP, p. 103-107. 2002.

PEREZ, José Rafael Boesso; CALUZI, João José. Ensino Médio e divulgação da física moderna. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 9, Jaboticatubas – MG, out. 2004. **Anais...** 13p., 2004.

PINHO ALVES, José Filho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, p.174-188. 2000.

POUGH, F. Harvey; HEISER, John B.; McFARLAND, William N. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Ateneu. 798p. 1999.

REBOUÇAS, Márcia Maria; BACILIERI, Simone. **José Reis, vida e obra de um marco na divulgação científica**. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/paginas/v1_1/reboucas4.htm Data de aceitação: 29 maio 2005. Acesso em: 17 set. 2007.

REIS, José. Ciência extra-curricular. **Revista Espiral**. Ano 3, n.10. 2002. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/espisal/moreb10.htm> Acesso em: 04 fev 2008.

RIBEIRO, Renata Alves; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: Encontro

Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, Bauru – SP, nov./dez. 2005. **Atas...** 1 CD-ROM, 2005.

RIBEIRO, Renata Alves; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Divulgação científica e ensino de Física: intenções, funções e vertentes. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006, Londrina. **Atas...** Londrina, 2006.

RODRIGUES, André Machado; GURGEL, Ivã; PIETROCOLA, Maurício. Analisando novas propostas de ensino através da didática francesa. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, Bauru – SP, nov./dez. 2005. **Atas...** 1 CD-ROM, 2005.

SANTOS, K.F.; MAZZOLA, T.N.; CARVALHO, H.F. The prima donna of epigenetics: the regulation of gene expression by DNA methylation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.38, n.10, p.1531-1541. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2005001000010&lng=en&nrm=iso Acesso em: 02 fev 2008.

SILVA, Pedro. **Organização da célula eucariótica**. Disponível em: <http://www2.ufp.pt/~pedros/bqenf2001/apontamentos.htm> Data de publicação: 04 jan 2002. Acesso em: 08 mar 2008.

SILVA, Douglas Verrangia Corrêa da. **Análise do desenvolvimento de conceitos científicos sobre a teoria da evolução das espécies em alunos do ensino médio**. 166f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, 2004.

SOHN, Emily. Toxic spider species gets a bad rap, expert says. **National Geographic News**, 13 fev. 2003. Disponível em: http://news.nationalgeographic.com/news/2003/02/0213_030213_brownrecluse.html. Acesso em: 1 dez. 2006.

TEGA, Gloria. **Arqueologia, jornalismo e divulgação científica**. Disponível em: <http://www.historiahistoria.com.br/materia.cfm?tb=alunos&id=90>. Data de publicação: 04 jan 2008. Acesso em: 11 fev 2008.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard. Teaching evolutionary biology. **Genetics and molecular biology**, v.27, n.1. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572004000100021&lng=en&nrm=iso Acesso em: 02 fev 2008.

TRINCÃO, Paulo. Inovar na Comunicação em Ciência. **Ciência Hoje: ciência, tecnologia e empreendedorismo**. Disponível em: <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=24795&op=all> Data de publicação: 09 jan 2008. Acesso em: 20 fev 2008.

TUFFANI, Maurício. **Divulgação Científica e Educação**. Disponível em: www.museudavida.fiocruz.br/pub01/media/Divulgacao%20Cientifica%20e%20Educao%20-%20Mauricio%20Tuffani.pdf. Data de publicação: 24 jan 2003. Acesso em: 09 out 2006.

VIEIRA, Cássio Leite. **Pequeno Manual de Divulgação Científica**: dicas para cientistas e divulgadores de ciência. Rio de Janeiro: Ciência Hoje/Faperj. 48p. 1999.

XAVIER, Maria Emília Rehder; KERR, Américo Sansigolo. A análise do efeito estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 21, n. 3, p. 325-349. 2004.

ZAMBONI, Lilian Márcia Simões. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica**: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica. Campinas: Autores Associados. 167p. 2001.

ZIMMERMANN, Erika; MAMEDE, Maíra. Novas direções para o Letramento Científico: Pensando o Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade de Brasília. IX Reunión de la Red - Pop, 2005, Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: http://www.redpop.org/8reunion/9rrp_carteles/erickazimmermann.doc. Acesso em: 09 mar 2008.

ANEXO

ARTIGOS DAS REVISTAS SUPERINTERESSANTE E GALILEU ANALISADOS

G1, G2 e G3

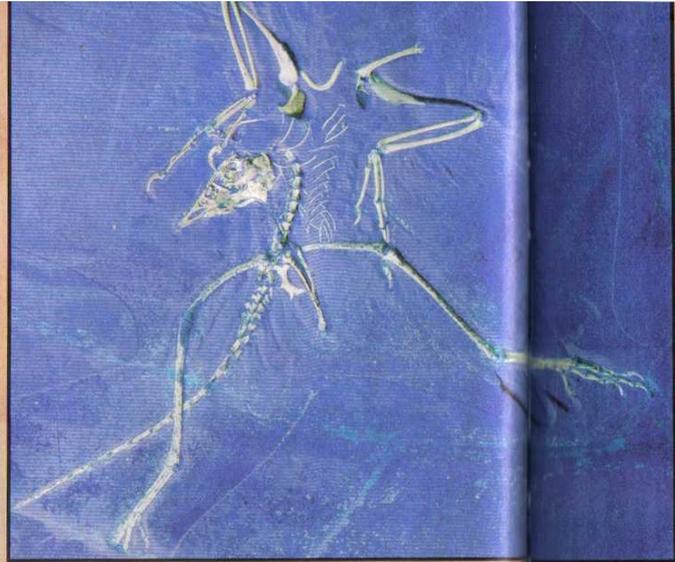
A prova está nos pés

Uma nova análise feita no fóssil de um arqueópteryx — o animal pré-histórico mais semelhante aos pássaros modernos — reforçou a idéia de uma ligação evolutiva entre os pacatos passarinhos de hoje e dinossauros carnívoros do

passado. Os estudiosos do Instituto Schekenberg, em Frankfurt, Alemanha, utilizaram um dos mais bem preservados fósseis de arqueópteryx do mundo, o espécime de Termópilas (abaixo), e, utilizando técnicas fotográficas especiais, conseguiram um



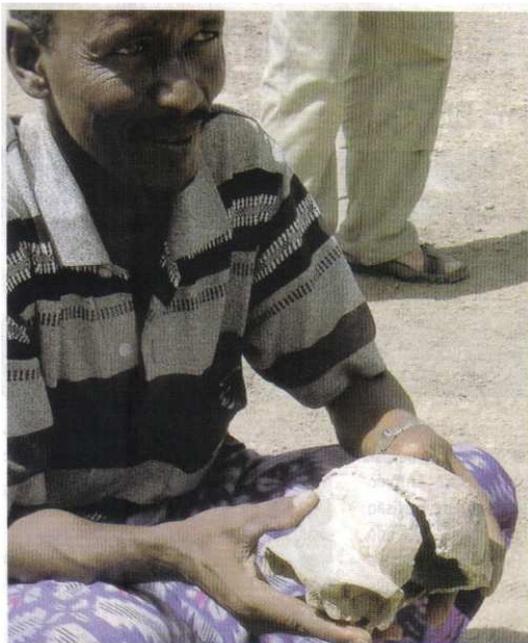
ARQUEOPTERYX
Fóssil de Termópilas é um dos mais bem preservados



efeito de luminescência ultravioleta (ao lado). O objetivo dos pesquisadores era estudar os pés do fóssil em busca do hálux — aquele dedo virado para trás que as aves modernas usam para firmar sua posição nos galhos. Como o arqueópteryx possuía asas e foi o primeiro fóssil descoberto com penas, acreditava-se que ele

também possuía um. Mas os pesquisadores descobriram que o hálux do arqueópteryx não era totalmente formado. A análise revelou também que o segundo dedo do bicho possuía uma garra retrátil, semelhante à que equipava o velociraptor do “Parque dos Dinossauros”. Ou seja, ele possuía características intermediárias entre

DETALHE
Nova análise mostrou que o pé do arqueópteryx era diferente do das aves modernas



PALEOANTROPOLOGIA

ELO ENCONTRADO

Crânio desenterrado na Etiópia ajuda a entender origens do *Homo sapiens*

Cientistas americanos anunciaram a descoberta de um crânio pré-histórico que pode ser um importante “elo perdido” na cadeia evolutiva do homem. A descoberta aconteceu no nordeste da Etiópia, na região de Gawin. O crânio de Gawin tem entre 600 mil e 200 mil anos de idade. Só por isso já é valioso, pois os pesquisadores conhecem poucos fósseis de homínídeos dessa fase, e quase todos têm datações problemáticas. Mas sua importância aumenta devido ao fato de ter sido encontrado em ótimo estado de conservação, com apenas a mandíbula faltando. Os traços do crânio recém-descoberto mostram que ele pertenceu a um tipo desconhecido de homínídeo. Os pesquisadores acreditam que se trate de um intermediário entre duas espécies bem familiares: os primeiros *Homo sapiens*, que surgiram há 200 mil anos, e o *Homo erectus*, que viveu entre 1,9 e 0,8 milhão de anos e foi o primeiro homínídeo a se aventurar fora do seu continente natal, chegando até a Ásia. A face do homínídeo tem características de *Homo erectus*, mas seu tempo é mais “delicado” e reflete o processo de desenvolvimento na anatomia dos homínídeos.

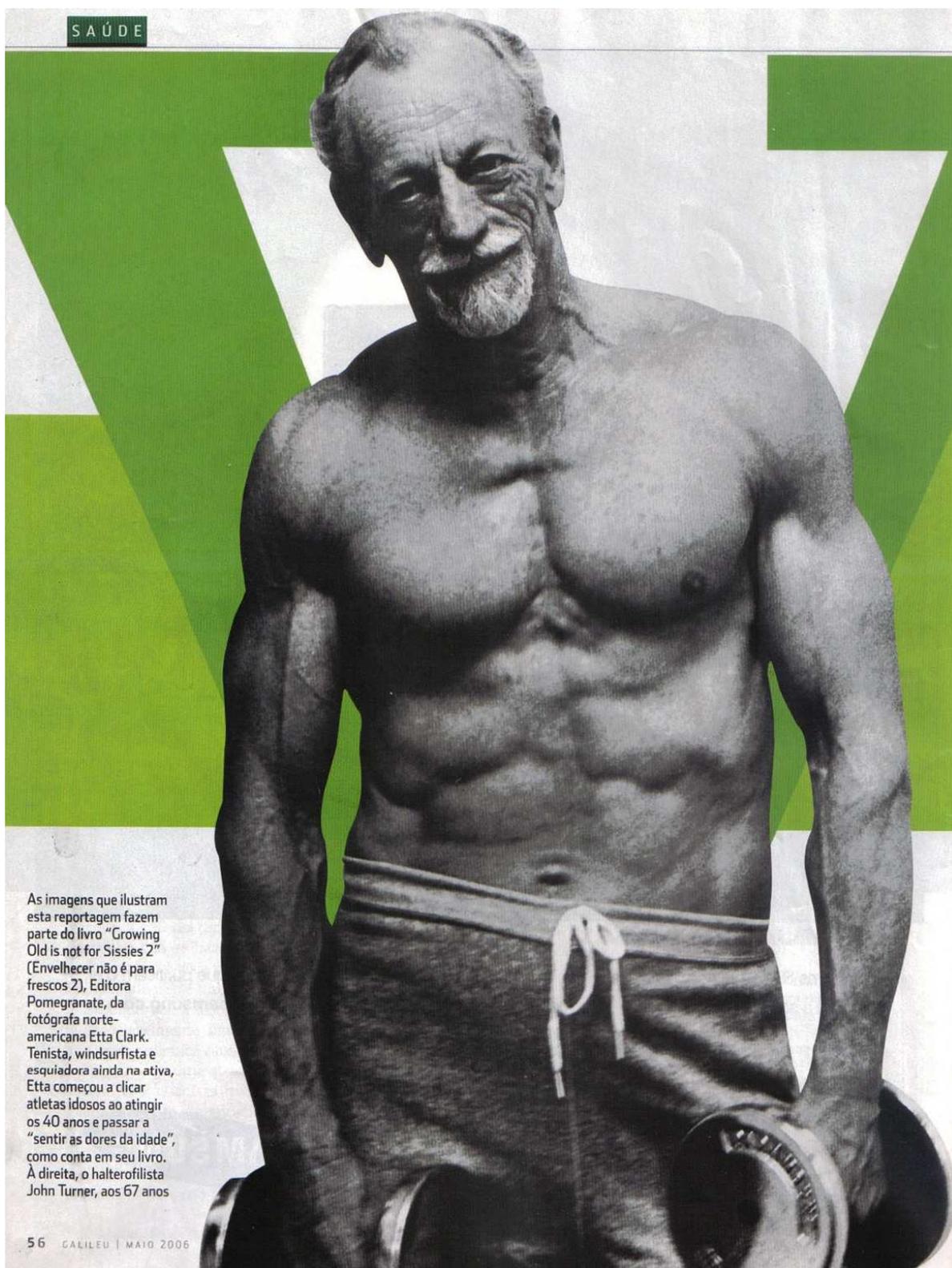
PEIXE QUE ANDA

Animal tinha escamas e pernas

Fósseis recém-descobertos mostram a transição entre os peixes e os primeiros animais a caminharem sobre a Terra. Eles pertencem a uma espécie batizada de *Tiktaalik rosae*, que viveu há 375 milhões de anos. O animal possuía crânio, pescoço e patas características dos primeiros seres terrestres, assim como barbatanas, escamas e a mandíbula de um peixe. Ele vivia na parte canadense do Ártico e tinha entre 1 e 2 metros de comprimento. A descoberta ajudará a compreender a transformação das escamas em membros.



G4



As imagens que ilustram esta reportagem fazem parte do livro "Growing Old is not for Sissies 2" (Envelhecer não é para frescos 2), Editora Pomegranate, da fotógrafa norte-americana Etta Clark. Tenista, windsurfista e esquiadora ainda na ativa, Etta começou a clicar atletas idosos ao atingir os 40 anos e passar a "sentir as dores da idade", como conta em seu livro. À direita, o halterofilista John Turner, aos 67 anos

56 CALILEU | MAIO 2006



A COBRA
Vive até
28
anos

VIVER PARA SEMPRE

Não, ninguém aqui está falando de mais uma ficção feita em Hollywood. Medicina e tecnologia se unem para apontar um caminho real rumo à imortalidade

VANESSA DE SÁ
galileu@edglobo.com.br

“Eu não quero alcançar a imortalidade por meio da minha obra. Eu quero me tornar imortal não morrendo.” Assim como Woody Allen, 71 anos bem vividos dentro e fora do cinema, reis, alquimistas e exploradores sonharam com o dia em que encontrariam um elixir que os faria enganar a morte e abraçar a eternidade. Por mais que a idéia de viver para sempre seja sedutora, ela nunca tinha conseguido atravessar a linha que separa a ficção científica do mundo real. Até que a ciência passou a se debruçar com afinco no estudo do envelhecimento e perceber que logo chegaria o dia em que seria possível desacelerá-lo e até evitá-lo. »

AS QUATRO CHAVES PARA A IMORTALIDADE

As apostas dos cientistas para deter o envelhecimento

- **RESTRIÇÃO CALÓRICA** Cortar entre 30% e 40% das calorias retarda o envelhecimento e prolonga a vida de animais. Em humanos, a restrição moderada, em torno de 8%, já traz benefícios e ajuda a prevenir doenças ligadas ao envelhecimento.
- **TELOMERASE** Os telômeros são seqüências de DNA repetitivo ligadas à interrupção da divisão celular e ao envelhecimento das células. O uso corriqueiro da enzima telomerase permitirá a restauração dos telômeros, fazendo com que as células continuem inteiras, sem divisões.
- **MEDICINA REGENERATIVA** A clonagem terapêutica permitirá “substituir” órgãos doentes, como fígado, rins e coração. O uso de células-tronco permitirá repovoar o corpo com as próprias células, só que mais jovens.
- **NANOTECNOLOGIA** Robôs microscópicos navegarão pelo corpo consertando músculos, ossos e tendões, reparando células nervosas e cardíacas e limpando vasos sanguíneos. Com isso, a expectativa de vida da humanidade poderá aumentar a níveis impensáveis.

A FORMIGA
(rainha) vive até
15
anos

GALILEU | MAIO 2006 57

SAÚDE

A EVOLUÇÃO FEZ SUA PARTE AO SELECIONAR AGORA, JÁ SOMOS CAPAZES DE, EM ESTUDOS,

» “Nós já aprendemos tanto sobre o envelhecimento que precisamos concentrar esforços em desacelerar esse processo em humanos. Essa não é apenas a estratégia mais importante. É a mais urgente. Há um sentido de urgência por causa do rápido envelhecimento da população”, explica S. Jay Olshansky, do Centro de Estudos do Envelhecimento da Universidade de Illinois (EUA) e autor de “A Busca da Imortalidade”, ainda não lançado no Brasil. Para Mitchell Harman, presidente do Instituto Kronos de Pesquisa sobre a Longevidade, em Phoenix (EUA), o envelhecimento não é inevitável, e sim um processo capaz de ser modificado. “Descendemos de ancestrais que tinham uma vida muito curta. A evolução já foi capaz de adiar o envelhecimento em nossa espécie, ao selecionar certas versões de genes em detrimento de outras. E já somos capazes de quase dobrar a expectativa de vida de alguns animais em laboratório. Quando entendermos o que causa o envelhecimento, estaremos aptos a alterar esse processo.”

Enquanto a maior parte dos cientistas fala em aumentar a expectativa de vida da humanidade em mais alguns anos, um grupo tem propalado a possibilidade de estender a vida indefinidamente. Os imortalistas, como se auto-intitulam, têm como garoto-propaganda Aubrey De Grey, geneticista da Universidade de Cambridge (Reino Unido). Para ele, o envelhecimento é uma espécie de doença que pode ser curada. “É uma questão filosófica e política ao mesmo tempo. É importante estender a vida porque não há diferença entre salvar e prolongar vidas. O tempo não só mata pessoas como traz sofrimento”, diz. Por isso, De Grey criou um plano detalhado para prevenir e curar o envelhecimento, que ele chamou de Sens (do inglês “Estratégias para Modificar o Envelhecimento Insignificante”). A idéia é reparar os danos celulares e moleculares que acontecem no nosso corpo à medida que se envelhece e com isso postergar a morte indefinidamente.

De Grey identificou o que acredita serem as sete causas biológicas que levam o organismo a entrar em declínio. São elas: a atrofia dos tecidos devido à perda de células; o distúrbio causado pelas células velhas, que ficam doentes em vez de se auto-destruírem; o acúmulo de dejetos dentro dos lisossomas, a

A nadadora Marie Wilcox-Little, fotografada aos 73 anos



OS MELHORES GENES. DOBRAR A VIDA DE ANIMAIS

capacidade de compactar “lixo” de nossas células; o “lixo” que se acumula entre as células; a ligação “errada” entre açúcares e proteínas (as chamadas AGEs), que reduzem a elasticidade dos tecidos; mutações genéticas nas mitocôndrias; e as mutações que acontecem no núcleo das células e que podem levar ao câncer. “Todos os métodos que proponho para consertar essas coisas já existem ou estão em testes. É o caso das células-tronco”, explica De Grey.

Quando se trata de defender a idéia de imortalidade, De Grey chega a ser radical. “Acredito que a primeira pessoa a viver mais de 1.000 anos já nasceu”, fala. Tanto é assim que, em 2003, ele instituiu um prêmio que hoje está avaliado em US\$ 3 milhões para o cientista que conseguir fazer um rato viver muito mais do que o tempo máximo de sua espécie. O objetivo é acelerar as pesquisas. “O Prêmio ‘Matusalém dos Ratos’ começou em 2002. Ele pode ser ganho em qualquer época porque não oferecemos todo o dinheiro de uma só vez. O vencedor leva uma parte do fundo que é calculado de acordo com o quanto o recorde anterior foi quebrado. Acredito que temos uma boa chance de consertar os danos que o envelhecimento traz a um rato em dez anos. Para os homens, o processo deve levar 25 anos”, explica o pesquisador.

Embora muitos torçam o nariz para as teorias “mirabolantes” do geneticista britânico, principalmente no que diz respeito à possibilidade de o mundo “quebrar” pelo excesso de gente, não é pequeno o grupo que vê a possibilidade de prolongar a vida como uma forma de alcançar a felicidade e o bem-estar. “Os críticos dizem que há mais coisas para nos preocuparmos, como a crise da água ou dos alimentos. Eu não acho que a medicina da longevidade corra no sentido oposto ao da solução de outros problemas. Os mesmos estudos que desenvolvemos para tentar prolongar a vida podem ser usados para ajudar países pobres”, explica Terry Grossman, fundador e diretor-médico do Instituto Médico Fronteira, em Denver (EUA), e autor do livro “Viagem Fantástica: Viver o Bastante para Viver para Sempre”, inédito no Brasil.

Grossman defende a idéia de que a humanidade conquistará a imortalidade ao cruzar três pontes. “A primeira é a das terapias hoje disponíveis, »



© 1 Etta Clark; 2 Daniel das Neves



ETERNIDADE DIGITAL

A imortalidade virá a partir de um download?

O Departamento de Pesquisas da Microsoft vem tocando um projeto, batizado de “My Life Bits” (“Pedacos da Minha Vida”), que mais parece

coisa de ficção científica: um armazém digital pessoal, uma espécie de banco de dados da vida de uma pessoa. Em outras palavras, o conceito é trocar a idéia de um corpo longo pela possibilidade de conquistar a imortalidade digital.

“A tecnologia disponível hoje em dia é capaz de prolongar a vida em apenas algumas décadas. A imortalidade digital requer que parte de uma pessoa seja convertida em informação, ou seja, ‘cyberizada’ e estocada numa mídia durável”, conta Gordon Bell, um dos idealizadores do projeto.

O mylifebits (www.mylifebits.com) é um sistema de estocagem de todas as mídias digitais de uma pessoa, como imagens, sons, vídeos e documentos. “Será como criar um diretório da vida de uma pessoa com tudo o que ela já leu, todos os e-mails que recebeu etc.” Segundo ele, dentro de dez anos já será possível encontrar hard drives de 1 terabyte por cerca de US\$ 300 (R\$ 700). Para ter uma idéia, um terabyte é capaz de estocar 2.900 documentos de 1 MB ou 9.800 fotos de 300 KB por dia durante um ano. Alguns pesquisadores, como Ian Pearson, chefe da unidade de Futurologia da British Telecommunications, vão mais longe. “Seremos capazes de fazer um download de nossa consciência e colocá-la num computador por volta do ano 2050”, arrisca.

Para William Bainbridge, professor da Universidade George Mason (EUA) e especialista em convergência das ciências cognitivas e da informação, a ciência vencerá a morte se investir energia suficiente no desenvolvimento de tecnologias que permitam transformar a natureza humana. “O homem é um padrão dinâmico de informação, que, em princípio, poderia ser transferido para outros sistemas de informação, robôs e até organismos geneticamente modificados. Quando conseguirmos fazer a transferência entre diferentes sistemas de informação conquistaremos a imortalidade”, diz o norte-americano.

Mas uma pessoa não é muito mais do que as experiências que acumula durante a vida? O que dizer da personalidade, do mundo interior, das emoções? A ciência será capaz de transformá-los em bytes? “Acho que só conseguiremos nos aproximar disso, mas, claro, quem sabe o que um computador pensa? O teste será o que as pessoas sentem quando se comunicarem com alguém que foi digitalmente imortalizado”, finaliza Bainbridge.

GALILEU | MAIO 2006 59

SAÚDE

A BOA SAÚDE É FUNDAMENTAL. SEM ELA, DESFRUTAR DOS AVANÇOS PROMETIDOS

» como exercícios e uma dieta saudável, medicamentos etc. Com saúde suficiente, poderemos nos beneficiar das vantagens que as outras duas trarão no futuro. A segunda ponte inclui a terapia genética, a terapia das células-tronco, a clonagem de órgãos etc. Essa ponte nos levará à de número 3, a da revolução da nanotecnologia, que poderá tornar o homem imortal”, afirma.

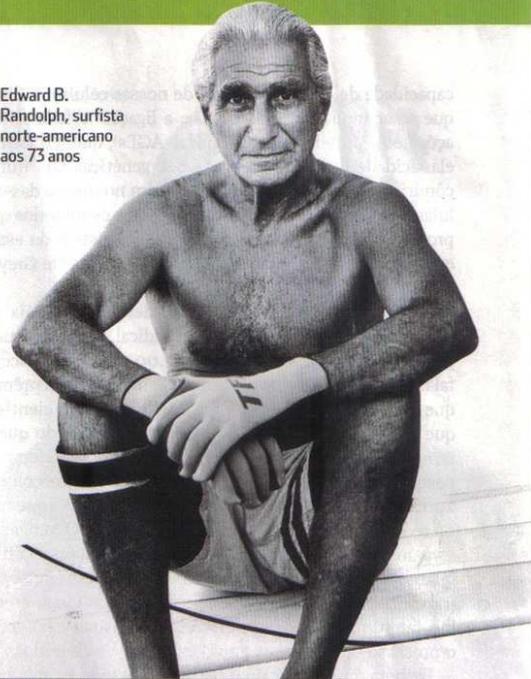
O avanço do mapeamento e da manipulação genética de animais como a mosca-da-fruta e camundongos tem feito crescer o otimismo dos que defendem o prolongamento da vida. “Conseguimos resultados em animais de muitas formas. Algumas das manipulações genéticas que fazemos em laboratório poderão levar a drogas que visem moléculas específicas ligadas ao envelhecimento”, relata Steven Austad, do Instituto Barshop para a Longevidade da Universidade do Texas (EUA). O primeiro passo em direção ao aumento da longevidade aconteceu há pouco



O PAPAGAIO
vive até
80
anos

mais de 20 anos, quando, ao cruzar linhagens de moscas-da-fruta que viviam mais do que outras, descobriram-se evidências da existência de um “gene da longevidade”, relata Austad.

Edward B. Randolph, surfista norte-americano aos 73 anos



MENU DA VIDA LONGA

Conheça o cardápio de um dia proposto pelo gerontologista Roy Walford, autor do livro “Dieta dos 120 Anos”

CAFÉ DA MANHÃ	ALMOÇO	JANTAR
<ul style="list-style-type: none"> - 1 xícara de leite desnatado - 1/2 banana média - 1 colher de sopa de leite em pó desnatado - 6 morangos - 1 colher de sopa de germe de trigo <p>Uma alternativa é usar suco de laranja em vez do leite</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2 fatias de pão sete grãos - 1 colher de sopa de pasta de gergelim ou tahini (tradicional alimento árabe) - 1 colher de chá de compota de frutas - 1 maçã - 1 figo seco - 1 castanha-do-pará - 1 pretzel integral - 1 xícara de leite desnatado <p>Faça um sanduíche com o tahini e a compota de frutas. O figo é rico em fibras e naturalmente doce</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 85 g de peito de frango - Alho a gosto - 1/2 garrafa de molho de tomate - 2 cogumelos shitake - 1/2 xícara de espinafre cozido com molho de tomate - 1 xícara de pimentão vermelho cozido com molho de tomate - 1/2 xícara de macarrão - 1/2 xícara de brócolis cozido no vapor - 1 xícara de cenoura cozida no vapor <p>Doure o shitake no azeite de oliva e no alho. Adicione pedaços de peito de frango com um pouco de água e refogue. Adicione água e cozinhe por 5 minutos. Adicione o restante dos ingredientes</p>

NINGUÉM SERÁ CAPAZ DE POR CIENTISTAS E MÉDICOS

Hoje se sabe que são vários os genes que parecem não só estar ligados à extensão da vida, mas à resistência a várias situações de estresse. E mais.



Descobriu-se que um gene mutante, apelidado de Indy (iniciais de "I'm not dead yet", ou "eu não estou morto ainda"), dobra o tempo de vida das mosquinhas de laboratório. "Nos últimos dez anos aprendemos que alguns dos fatores genéticos que modulam o envelhecimento em vermes e moscas também parecem atuar nos ratos. Não espere que tudo aconteça amanhã, mas nos próximos 50 anos veremos avanços estrondosos", explica Austad.

A mais promissora esperança, no entanto, joga um banho de água fria naqueles que gostam de abusar à mesa: comer menos pode significar viver mais. Estudos mostraram que a redução drástica de calorias — entre 30% e 40% do que é ingerido — é a única técnica hoje capaz de prolongar a vida em animais. "A restrição calórica pode trazer os mesmos benefícios ao homem do que traz aos animais, ou seja, um prolongamento de vida entre 10% e 60% e, o mais importante, uma redução dramática das patologias ligadas ao envelhecimento. Acreditamos, entretanto, que as pessoas não deveriam chegar aos mesmos níveis de restrição. Estudos recentes mostraram que mesmo uma redução leve, de 8%, traz os mesmos benefícios sobre alguns marcadores de envelhecimento do que uma redução de 40%", afirma Craig Willcox, um dos responsáveis pelo estudo realizado com centenários de Okinawa.

A cidade japonesa tem um alto percentual de habitantes com mais de 100 anos. Os idosos adotam uma dieta com 11% menos calorias do que o indicado. "Não é preciso sofrer para conquistar a vida longa. Pesquisadores já trabalham em drogas que reproduzem os efeitos da restrição calórica sem que seja preciso reduzir as calorias", conclui Terry Grossman. Quem viver verá.

VÁ FUNDO

PARA NAVEGAR

• www.irmminst.org • www.longevitymemo.org • www.sens.org

© 1 Etta Clark; 2 Divulgação

DESEJO ANTIGO

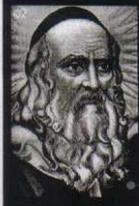
A imortalidade sempre foi um sonho do homem. Conheça a história dessa busca, que começa pelo Oriente



• 2100 a 2000 a.C. — A vontade de viver para sempre é o mote de a "Epopéia de Gilgamesh", uma das histórias mais antigas do mundo. Gilgamesh era o rei da lendária cidade suméria Uruk. Depois de passar por várias aventuras, ele encontra Utnapishtim, que promete ao rei vida eterna desde que fique acordado 6 dias e 7 noites. Gilgamesh dorme e falha. Numa segunda tentativa, Utnapishtim diz que se ele recuperar uma planta do fundo do mar, rejuvenesce. Gilgamesh mais uma vez falha. A planta é roubada por uma cobra. Gilgamesh volta a seu reino, quando se dá conta de que a cultura e o legado de um povo são a maneira de o homem se tornar imortal.



• 210 a.C. — Obcecado pela possibilidade de viver para sempre, o imperador chinês Qin Shi Huang viveu cercado de mágicos e alquimistas, cuja missão era encontrar ou criar uma fórmula que daria a Qin a imortalidade. Ele chegou a enviar, em vão, 500 meninos e meninas a uma viagem ao Mar do Japão para que encontrassem o elixir da vida eterna. Qin Shi Huang morreu precocemente e louco.



• 113 a.C. — O príncipe chinês Liu Cheng e sua mulher eram tão obcecados pela ideia de que a pedra de jade pudesse trazer a vida eterna que foram sepultados em quartos formados por milhares de peças da pedra unidas por fios de ouro.



• 343 d.C. — O alquimista chinês Ko Hung acreditava que o homem podia alcançar a imortalidade física se adotasse uma dieta pobre em calorias, ingerisse certas ervas, fizesse exercícios respiratórios e tomasse sulfeto de mercúrio.

• 850 d.C. — A pólvora surgiu por acaso, quando alquimistas chineses procuravam pelo elixir da imortalidade.

• 1212-1294 — O cientista, filósofo e alquimista inglês Roger Bacon acreditava que a imortalidade física pudesse ser alcançada por meio da adoção das "Artes Secretas do Passado", que incluíam um estilo de vida baseado na moderação e na ingestão de substâncias como ouro, pérola e coral. Bacon morreu aos 78 anos, um marco para a época.



• 1520 — O explorador espanhol Juan Ponce de León teria ouvido dos nativos de Porto Rico histórias de uma fonte da juventude. Ponce de León liderou uma expedição para tentar encontrá-la. Acabou por descobrir a Flórida.

• 1542 — O imperador chinês Jiaging, da dinastia Ming, também ambicionava a vida eterna. Mandou fazer milhares de porcelanas com desenhos de símbolos da vida eterna, entre eles um suposto fungo da imortalidade. Morreu ao ingerir uma dose letal de mercúrio, tido por alquimistas como o elixir da vida.

GALILEU | MAIO 2006 61

DEZ+

MÚSICAS SOBRE CIÊNCIA

Viagens espaciais, robótica e pré-história vivem inspirando os astros do pop. Confira a nossa lista

EDSON FRANCO
efranco@edglobo.com.br

1 WEIRD SCIENCE Oingo Boingo

Catalogado como new wave — um bando de engomadinhos que faziam um som idem em meados dos anos 1980 —, o Oingo Boingo era muito mais que isso. Seu líder, Danny Elfman, passou um tempo na França estudando teatro e orquestração, o que tornava os discos da banda uma coleção de estilos e texturas. Além disso, há a ligação dele com o cinema. Hit lançado pela banda em 1985, “Weird Science” foi tema de um filme de mesmo nome e chegou apenas ao 21º lugar nas paradas dos EUA naquele ano. Apesar disso,



ninguém a esquece. Tanto que o “Fantástico” tem usado a canção para animar os quadros dos “Mythbusters”. Elfman também resistiu ao esquecimento. Caiu no gosto do cineasta Tim Burton e acabou assinando as trilhas de obras como “Batman”, “Edward Mãos de Tesoura” e “Planeta dos Macacos”.

4 SPACE ODDITY David Bowie

Apesar de ter sido composta em 1968, essa canção só foi lançada no ano seguinte, ao mesmo tempo em que o homem pisava na Lua. Tanto que serviu de fundo para a cobertura que a BBC fez do evento. Foi no mínimo um palpite infeliz, pois a letra fala de um astronauta que perde contato com a Terra e se vê condenado a entrar para a eternidade flutuando do lado de fora da nave. Mas tudo deu certo. Enquanto o norte-americano Neil Armstrong dava um pequeno passo, a carreira de Bowie decolava.



OPINE: Não gostou da nossa lista? A gente esqueceu alguma escolha óbvia? Então mande o seu pitaco para o nosso e-mail: galileu@edglobo.com.br

Fontes: Cliquemusic, All Music Guide, Yahoo Music, Billboard

2 AUTOMATIC LOVER Dee D. Jackson

Apesar de o clipe vender a idéia de um robô capaz de satisfazer uma mulher, a efêmera rainha da disco music Dee D. Jackson faz na letra um protesto contra os homens que agem mecanicamente na cama. “Depois de feito o amor, onde estão as reações verdadeiras?”, pergunta a moça na música. Já passou mais de um quarto de século desde que a canção foi lançada, e ainda tem gente que não sabe responder a essa questão.



3 BURACO NEGRO Erasmu Carlos

São várias as menções ao espaço ao longo da carreira do “Tremendão”. Pudera, sua primeira banda chamava The Sputniks e contava com Tim Maia na formação. “Buraco Negro” é uma música de 1984 que fez parte de um disco de mesmo nome. Com versos como “Na contagem regressiva, parte um foguete pra uma farra nas estrelas”, a canção foi eclipsada por “Close”, homenagem ao travesti Roberta Close, que fez muito barulho com a sua beleza e uma operação para mudança de sexo. Por conta disso, Erasmo teve de passar boa parte das entrevistas explicando que o título do disco se referia apenas a uma região do espaço.





5 SET THE CONTROLS FOR THE HEART OF THE SUN
Pink Floyd
Um ano antes de o homem pisar na Lua, a banda inglesa gravava um disco tomado pelo clima espacial, principalmente na faixa acima, que trazia os teclados modernos (para a época), as melodias repetitivas e o clima de conto de fadas que viriam a permear os trabalhos do Floyd. O engraçado é que, com músicas como essa, os caras formaram a primeira banda espacial de rock. Hoje, são qualificados como dinossauros.

6 O ENCONTRO DE ISAAC ASIMOV COM SANTOS DUMONT NO CÉU
Chico Science e Nação Zumbi
Apesar de não ser a música de que o próprio Science mais gostava no CD "Afrociberdella", a faixa fala sobre o sonho de viajar pelo Cosmos e resume o espírito espacial e científico do disco. Outras músicas aprofundam a discussão: "Um Satélite na Cabeça", "Enquanto o Mundo Explode" e, principalmente, a releitura de "Maracatu Atômico".

7 SHE BLINDED ME WITH SCIENCE
Thomas Dolby
Mais um expoente da chamada new wave, Dolby sonhou ser meteorologista, mas a eletrônica falou mais forte. Viciado em computadores, construiu seus próprios sintetizadores. E foi com eles que, em 1983, gravou o disco "Blinded by Science", que trazia o sucesso acima. Fez mais sucesso nos EUA (quinto lugar nas paradas) do que na sua Inglaterra natal. Isso graças a um clipe engraçadíssimo. A exibição exaustiva que a MTV promoveu do vídeo e o marketing de cientista maluco que o músico desenvolveu "cegaram" o censo crítico dos espectadores.

8 WALKING IN YOUR FOOTSTEPS
The Police
Essa canção é o patinho feio do álbum "Synchronicity", quinto e último da banda, lançado em 1983. Nela, o baixista e cantor Sting estabelece um diálogo tolinho com os dinossauros. Mas, com uma melodia pegajosa e cercada de composições inspiradas por todos os lados, até que ela fossilizou bem.

9 JOURNEY TO THE CENTRE OF THE EARTH
Rick Wakeman
Mau aluno de piano clássico. Graças a isso, o tecladista britânico passou a acompanhar gente como David Bowie e a banda Black Sabbath. Depois, entrou para a banda Yes — que viveu a sua fase mais criativa com Wakeman — e, na carreira solo, passou a gravar discos que descreviam coisas como as esposas de Henrique VIII ou os Cavaleiros da Távola Redonda. Inspirado na obra de Júlio Verne, em 1974 ele pegou seus teclados mastodônticos, chamou um narrador e arregimentou uma orquestra para levar o rock progressivo até o centro da Terra. E nunca mais voltou de lá!

10 DO THE EVOLUTION
Pearl Jam
"Eu sou o primeiro mamífero a usar calças compridas". Com esse verso e o vozeirão de Eddie Vedder, a banda de Seattle mostra os desvios no caminho evolutivo que nos separa dos demais primatas. A canção é um oásis de vibração roqueira em meio à atmosfera folk e lânguida de "Yield", disco lançado em 1998 e que representa uma involução no som que a banda vinha desenvolvendo até ali.

© Gian la Barbera

GALILEU | MAIO 2006 77

G6 e G7

ANIMAIS

OS DENTES DE RATOS CRESCEM SEMPRE?

JOÃO VICTOR DE BRITO - SÃO JOSÉ DA LAJE, AL

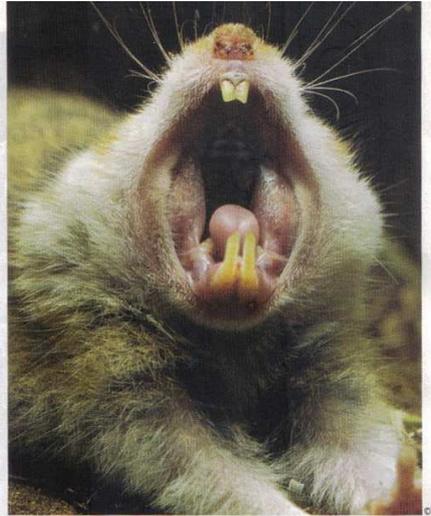
A característica principal do grupo dos roedores é exatamente o crescimento contínuo dos dentes, desgastados na medida em que o animal os utiliza. Os ratos comuns possuem dois pares de dentes incisivos bem desenvolvidos, essenciais para sua sobrevivência. Não possuem caninos, mas têm molares que ajudam na trituração do alimento.

Não só o rato, mas o camundongo, a capivara, o esquilo, a marmota e outros roedores possuem dentes reforçados por esmalte e dentina, um tecido diferenciado e resistente que garante o crescimento do osso.

Essa propriedade dos ratos é uma qualidade adaptativa, adquirida durante o processo evolutivo. Ela pode ser usada para diferentes funções, como cortar, fatiar, cavar, raspar, ferir, alavancar objetos ou como um delicado par de pinças.

E não são só os dentes dos ratos que não param de crescer. Segundo a bióloga Louise Emmons, do Instituto Smithsonian, por causa da capacidade de sobrevivência e a facilidade de reprodução, mais da metade das espécies de mamíferos são roedores e há ainda muitas a serem descobertas.

Fonte: Fernando Lima, Departamento de Recursos Naturais - Unesp



RELIGIÃO

EVOLUÇÃO

POR QUE ACREDITAR EM DARWIN?

Um dos maiores defensores da teoria evolucionária lança livro

A idéia de que a teoria da evolução e Deus devem caminhar juntos é o foco principal do novo livro do fundador da Sociedade Americana dos Céticos, Michael Shermer. Em "Why Darwin Matters" (Por que Darwin é importante), o autor explica por que é possível juntar fé e ciência: "Se a explicação for 'Deus fez isso', um cientista irá perguntar 'Como Deus fez?'. O crítico ainda ataca o criacionismo, caracterizado pela oposição às teorias científicas sobre a origem do Universo, da vida e da própria teoria evolucionária.

GALILEU - De que maneira a teoria da evolução pode ser comprovada?

SHERMER - Assim como detetives aplicam a técnica de deduzir, a partir de evidências, quem cometeu um crime, cientistas aplicam o método de dedução para a explicação mais coerente para um fenômeno particular. Como ciência histórica, a evolução é confirmada pelo fato de que várias linhas independentes de evidências convergem para uma mesma conclusão. Dados independentes de geologia, paleontologia, botânica e outras tantas ciências concluem que a vida evoluiu.

GALILEU - E a teoria criacionista?

SHERMER - Os criacionistas afirmam que a evolução não pode ser provada por uma forma transicional de fósseis. Só que a evolução não é provada dessa maneira, mas sim por uma convergência de fósseis, de comparações genéticas e outras linhas de pesquisa. Para refutar a teoria, criacionistas teriam que provar erradas todas essas evidências e bolar uma explicação melhor do que a teoria da evolução. O que ainda não fizeram.

GALILEU - Por isso a teoria do Design Inteligente não é consistente?

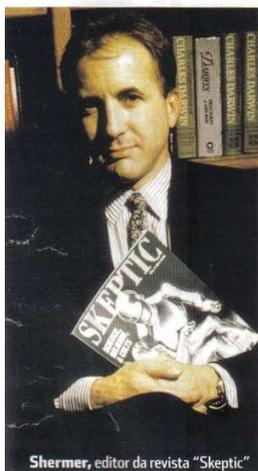
SHERMER - Para o DI, quando existe um buraco em um conhecimento científico que não pode ser preenchido ele põe Deus, que responde com um milagre. Para ele, se algo não pode ser explicado naturalmente, é sobrenatural.

GALILEU - O fundador do movimento DI, Phillip Johnson, quer que a ciência mude suas regras e que os cientistas possam postular que existem forças sobrenaturais ou intervenções no mundo natural. O que você acha disso?

SHERMER - Ok, vamos mudar as regras. Vamos permitir o sobrenaturalismo metodológico na ciência. Vamos assumir que teóricos do DI ficaram, de repente, curiosos sobre como o DI opera. Mas aí, no meio de uma descoberta, eles anunciaram: "Um milagre aconteceu". E então paramos todos os experimentos futuros?

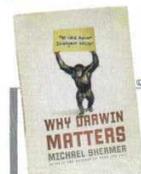
GALILEU - E se eles se dispuserem a continuar com a pesquisa?

SHERMER - Mesmo assim, o que farão se descobrirem uma nova força da natureza que se responsabiliza pelo design? Como eles irão identificá-la? Quando o eletromagnetismo foi descoberto nos séculos 19 e 20, cientistas não o identificaram como força sobrenatural, eles simplesmente o juntaram às forças da natureza. Não existem a sobrenaturalidade e a paranormalidade. Só há o natural, o normal e mistérios que ainda têm de ser explicados. (COLABOROU: NINA WEINGRILL)



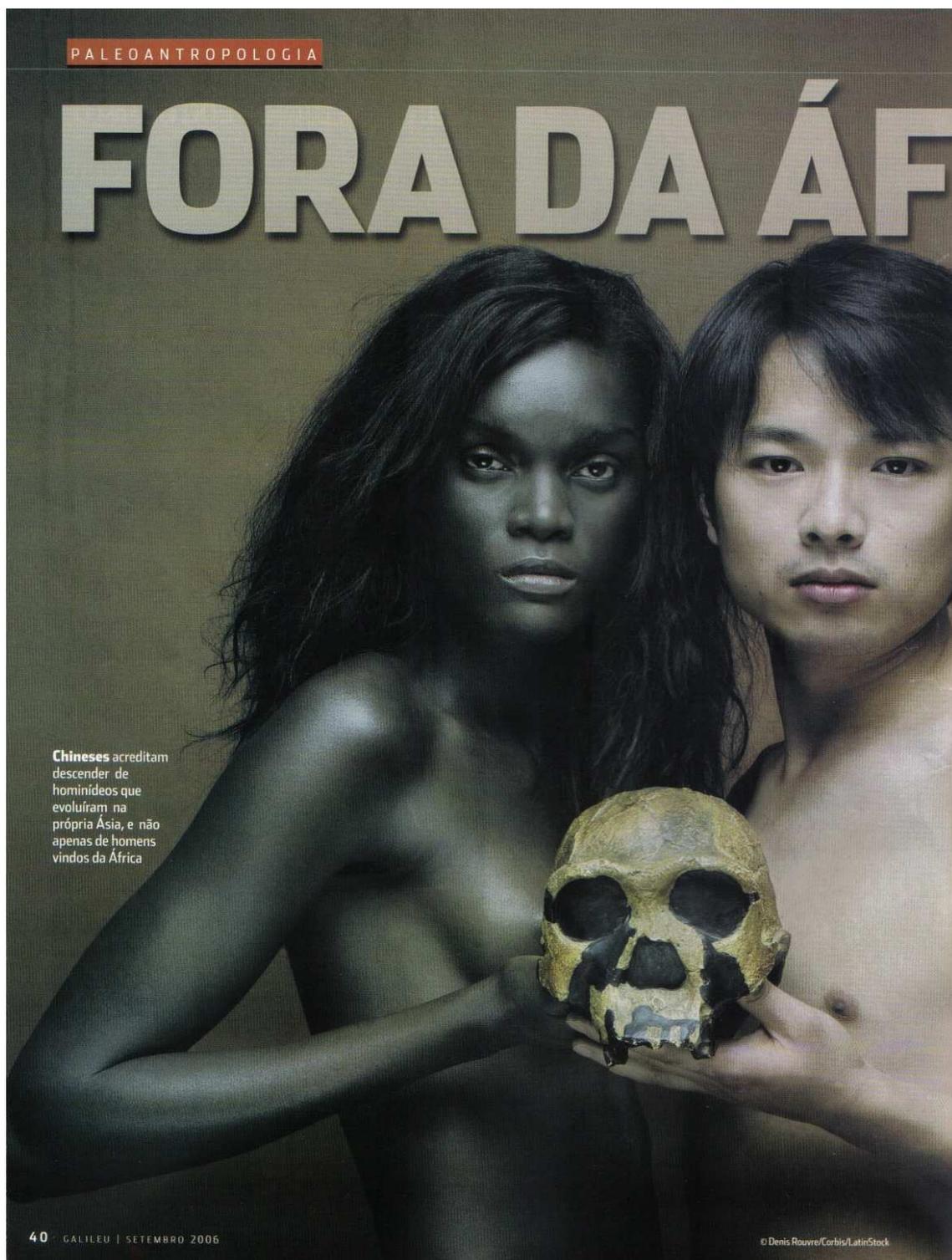
Shermer, editor da revista "Skeptic"

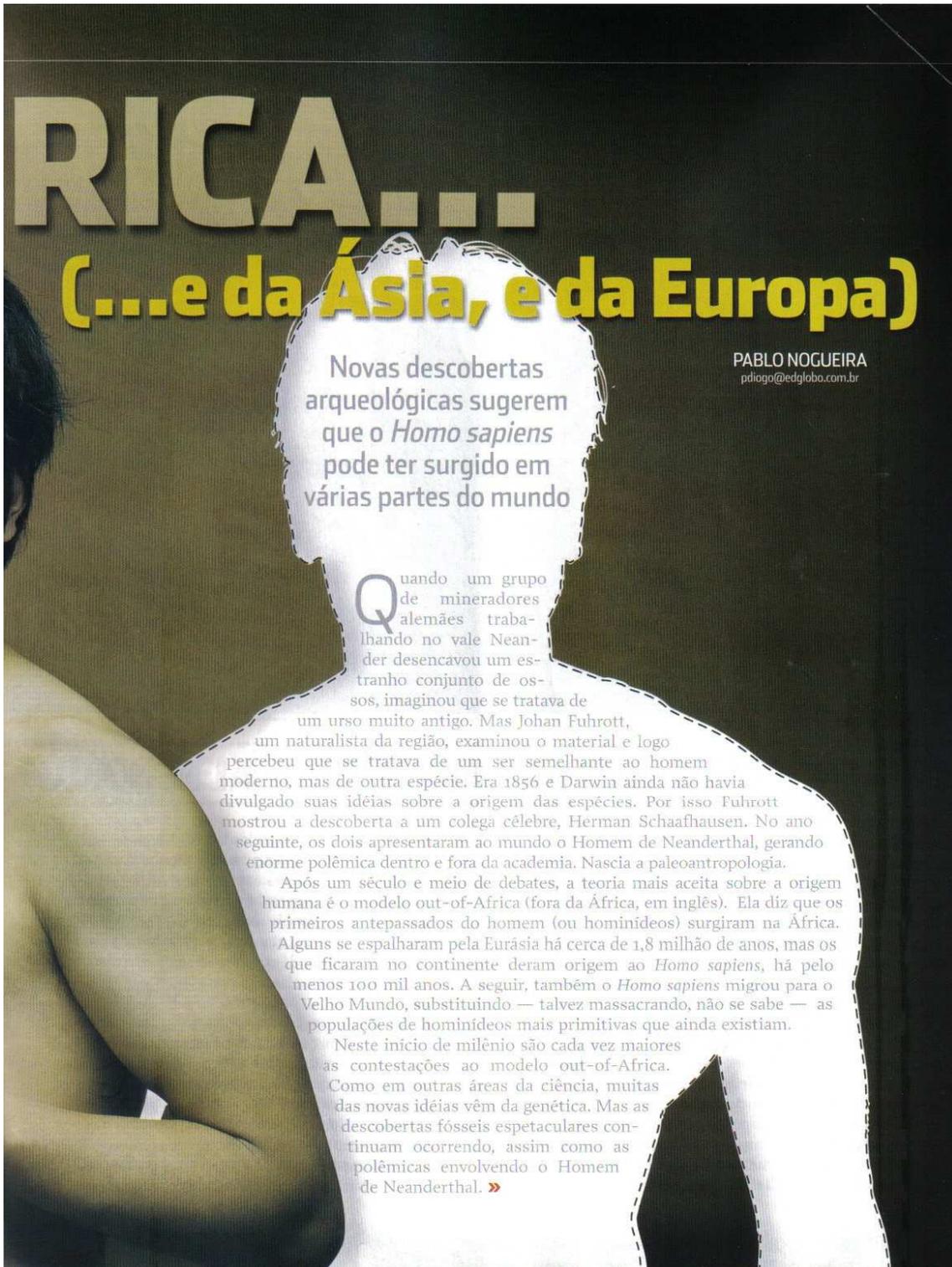
“DEUS ESTÁ FORA DO TEMPO E ESPAÇO E NÃO SERÁ EXPLICADO POR CAUSAS NATURAIS”



"Why Darwin Matters: A Case Against Intelligent Design". Ed. Times Books. 2006

G8





RICA... (...e da Ásia, e da Europa)

Novas descobertas arqueológicas sugerem que o *Homo sapiens* pode ter surgido em várias partes do mundo

PABLO NOGUEIRA
pdiego@edglobo.com.br

Quando um grupo de mineradores alemães trabalhando no vale Neander desentrou um estranho conjunto de ossos, imaginou que se tratava de um urso muito antigo. Mas Johan Fuhrott, um naturalista da região, examinou o material e logo percebeu que se tratava de um ser semelhante ao homem moderno, mas de outra espécie. Era 1856 e Darwin ainda não havia divulgado suas idéias sobre a origem das espécies. Por isso Fuhrott mostrou a descoberta a um colega célebre, Herman Schaafhausen. No ano seguinte, os dois apresentaram ao mundo o Homem de Neanderthal, gerando enorme polêmica dentro e fora da academia. Nascia a paleoantropologia.

Após um século e meio de debates, a teoria mais aceita sobre a origem humana é o modelo out-of-Africa (fora da África, em inglês). Ela diz que os primeiros antepassados do homem (ou hominídeos) surgiram na África. Alguns se espalharam pela Eurásia há cerca de 1,8 milhão de anos, mas os que ficaram no continente deram origem ao *Homo sapiens*, há pelo menos 100 mil anos. A seguir, também o *Homo sapiens* migrou para o Velho Mundo, substituindo — talvez massacrando, não se sabe — as populações de hominídeos mais primitivas que ainda existiam.

Neste início de milênio são cada vez maiores as contestações ao modelo out-of-Africa. Como em outras áreas da ciência, muitas das novas idéias vêm da genética. Mas as descobertas fósseis espetaculares continuam ocorrendo, assim como as polêmicas envolvendo o Homem de Neanderthal. »



CIENTISTAS DEBATEM QUAL PORCENTUAL DE NOSSO

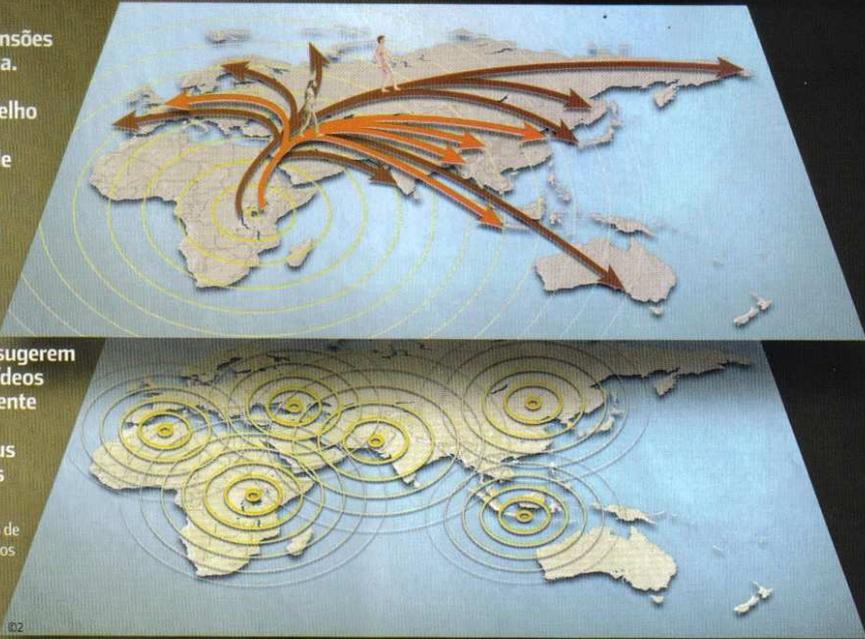
» Curiosamente, a genética foi até aqui um importante pilar da teoria out-of-Africa. Estudos do DNA da mitocôndria feitos durante a década de 1980 sugeriam uma origem africana e recente (cerca de 100 mil anos) para o *Homo sapiens*. O avanço da tecnologia permitiu aos pesquisadores analisar o DNA do núcleo da célula. Lá, puderam identificar certas seqüências características chamadas de assinaturas genéticas. A partir delas, criaram modelos estatísticos para tentar reproduzir a história das antigas populações humanas que legaram esses genes até nós. Um dos estudos mais abrangentes foi feito em 2005 pelo americano Alan Templeton, da Universidade de Washington. Após analisar 25 regiões do DNA humano, Templeton encontrou indícios de três grandes migrações para fora da África. A primeira teria ocorrido há 1,9 milhão de anos, a segunda há 700

mil e a terceira, protagonizada pelo *Homo sapiens*, há 100 mil. “Minha pesquisa mostra que já na segunda migração houve cruzamento entre os hominídeos que vinham da África e as populações que eles encontravam na Ásia e na Europa”, diz Templeton. “As chances de que tenha havido uma mera substituição de uma espécie por outra, sem cruzamento entre elas, são praticamente nulas.”

E quão freqüentes podem ter sido os casos de hibridização, que é como os cientistas chamam os contatos sexuais entre o *Homo sapiens* e os homens arcaicos que ele encontrou vivendo na Ásia e na Europa? Em artigo publicado ano passado no “Journal of Human Evolution”, o antropólogo e geneticista americano Henry Harpending tentou realizar um modelo detalhado de como poderia ter sido a expansão humana. “No modelo, a hibridiza-

OS DOIS MODELOS

Houve duas expansões para fora da África. A primeira teria espalhado pelo Velho Mundo espécies mais primitivas de homínídeos, que depois teriam sido substituídas integralmente pelo *Homo sapiens* (acima). Mas as novas teorias sugerem que esses homínídeos teriam gradualmente adquirido traços modernos em seus respectivos locais (abaixo)



Primeira migração de homínídeos, há pelo menos 1,8 milhão de anos

Migração do *Homo sapiens* há pelo menos 100 mil anos

Sítios arqueológicos onde havia homínídeos há mais de 1,7 milhão de anos

CÓDIGO GENÉTICO PROVÉM DE HOMINÍDEOS

ção aparece como um fenômeno restrito, com pouca ocorrência. Acho que ela pode ser responsável por talvez 10% dos nossos genes”, diz. “Talvez o contato entre o *Homo sapiens* e as outras populações de homínídeos, como o Homem de Neanderthal, tenha combinado tanto conflitos armados quanto casamentos entre eles”, especula.

Em 1998 foi descoberto na gruta do Lapedo, em Portugal, o esqueleto de uma criança com 25 mil anos de idade que parecia possuir características humanas e neandertais. Seria a prova de que a hibridização ocorreu, mas só em raros casos? “Quando descobrimos o menino do Lapedo, ele parecia ser uma exceção, mas hoje achamos que não”, diz o arqueólogo português João Zilhão. Ele conta que, de lá para cá, houve uma mudança na visão do homem pré-histórico. “Muitos dos

esqueletos que se acreditavam pertencer a europeus primitivos foram datados novamente e se revelaram bem mais recentes”, conta. “Por isso a criança do Lapedo parecia tão diferente, pois estava sendo comparada com espécimes mais modernos.” Ao mesmo tempo, o americano Erik Trinkaus, colega de Zilhão, se dedicou a analisar os poucos esqueletos de europeus que reconhecidamente têm mais de 30 mil anos de idade. Trinkaus é um especialista na anatomia do Homem de Neanderthal. “Esses esqueletos são de homens modernos, mas em quase todos podem-se encontrar pequenos traços anatômicos que são característicos de neandertais”, explica Trinkaus. “A única forma pela qual posso explicar isso é pelo acasalamento”, diz. “Como essa combinação aparece em todos os antigos europeus que conhecemos, parece que a hibridização foi grande”, diz Zilhão. »

13 AQUILO SETEMBRO 2006 43

PALEOANTROPOLOGIA

O NOSSO É MAIOR

Veja como o volume do crânio aumentou ao longo da evolução humana



HOMO ERECTUS
Capacidade craniana entre 750 e 1.250 cm³. Viveu na Ásia há cerca de 1,8 milhão de anos. Na África foi chamado de *Homo ergaster*

HOMO HABILIS
Capacidade craniana entre 509 e 750 cm³. Viveu há cerca de 2 milhões de anos

HOMO NEANDERTHALENSIS
Capacidade craniana entre 1.300 e 1.750 cm³. Desapareceu há 35 mil anos

HOMO SAPIENS
Capacidade craniana entre 900 e 1.800 cm³. Surgiu na África entre 200 e 100 mil anos

O erectus pode ter sido o primeiro a deixar a África

ALGUNS HOMINÍDEOS TERIAM SURGIDO NA **ÁSIA**, E RE

» O português aponta outros fatores para uma hibridização em grande escala. Ele lembra que termos como neandertal e homem são criações nossas. “Ninguém diria ‘não vou me casar com você porque eu sou *Homo sapiens* e você não’. Aliás, havia muito menos parceiros para escolher”, lembra. O que as populações pré-históricas viam eram pessoas, ainda que com aparências bem diferentes, “assim como hoje um aborígene australiano é diferente de um esquimó”, compara. Culturalmente talvez não houvesse tanta distância, pois existem ferramentas que até hoje não se sabe se foram feitas pelo homem ou pelos neandertais. Devido ao seu grande número, os humanos teriam absorvido as populações primitivas até que os traços característicos delas tivessem desaparecido. “É como misturar 100 litros de tinta branca com 1 litro de tinta preta. Você obtém 101 litros de tinta branca, o preto some”, diz ele.

Ainda em 1998, ano em que se anunciou a descoberta da criança do Lapedo, outro achado sacudiu o mundo da paleoantropologia. Arqueólogos trabalhando no sítio de Dmanizi, na Geórgia, encontraram os mais antigos ossos de hominídeos já localizados fora da África. Os crânios foram identificados como pertencentes ao *Homo erectus*, um hominídeo que se acredita ter vivido na África entre 1,8 e 1,5 milhão de anos. Segundo o modelo out-of-Africa, o *Homo erectus* teria sido o primeiro a se expandir para fora do continente natal, muito antes do surgimento do *Homo sapiens*, graças a sua expressiva capacidade cerebral (veja quadro acima).

Acontece que os *Homo erectus* encontrados em Dmanizi têm 1,75 milhão de anos de idade e dois possuem uma capacidade cranial abaixo da média da espécie. Na verdade, um deles parece ser

44 | **CIÊNCIA & CULTURA** | SETEMBRO 2006

© 1, Debra Feddersen; 2, 3, 4 SPL/LatinStock



TORNADO À ÁFRICA PARA INFLUENCIAR A **EVOLUÇÃO**

uma espécie de antepassado do *Homo erectus*. Ao mesmo tempo, não há sinais que mostrem a evolução gradual do *Homo erectus* na África. Esses dados levaram os arqueólogos Robin Dennell e Wil Roebroeks a publicar, no fim do ano passado, um artigo na revista "Nature", sugerindo que a origem do *Homo erectus* esteja na migração, da África para a Ásia, de um hominídeo mais primitivo (talvez o *Homo habilis*. Veja o quadro "A árvore genealógica"). Na Ásia, o *Homo habilis* teria dado origem ao *Homo erectus*, o qual, depois, teria retornado à África, para povoá-la com uma nova espécie. É a "fora da Ásia", teoria que este ano já foi abordada em outro artigo publicado pelo americano Phillip Rightmire, um dos pesquisadores de Dmanizi.

O arqueólogo francês Eric Boëda escava há cinco anos na China, e seu trabalho levanta mais questões sobre a origem do *Homo erectus*. Boëda diz já

ter encontrado ferramentas com mais de 2 milhões de anos e estipula em pelo menos 2,5 milhões de anos a data para a ocorrência da primeira expansão para fora da África. Para Templeton, isso não é problema. "Uma data de 2,5 milhões de anos estaria 95% de acordo com os meus resultados", diz. "Não acho que foi o *erectus* que fez as ferramentas mais antigas que escavamos aqui", afirma Boëda. "Foi algum outro hominídeo mais antigo, que depois evoluiu para se tornar *erectus* aqui, e algo parecido na Geórgia."

Boëda se diz surpreso com as ferramentas que encontrou na China. Embora possuam a mesma complexidade das que foram feitas na África no mesmo período, elas apresentam características bem diferentes. Por exemplo, enquanto os hominídeos africanos faziam ferramentas com um lado »

PALEOANTROPOLOGIA

A ÁRVORE GENEALÓGICA

Veja quais são todos os hominídeos já encontrados pelos cientistas na Ásia, África, Europa e Oceania

O diagrama mostra uma linha de tempo horizontal com pontos marcados em 7, 6, 5 e 4 milhões de anos. Acima da linha, há silhuetas de hominídeos em diferentes estágios de evolução. Linhas tracejadas indicam ramificações e extinções. As espécies identificadas são: Sahelanthropus tchadensis (7 milhões de anos), Orrorin tugenensis (6 milhões de anos), Ardipithecus ramidus kadabba (5 milhões de anos), Ardipithecus ramidus ramidus (5 milhões de anos) e Australopithecus anamensis (4 milhões de anos). Um ícone de um humano moderno caminha sobre a linha de tempo.

PARA CRIADOR DO MODELO TRADICIONAL QUESTÃO É

» cortante, seus contemporâneos asiáticos faziam uma peça simétrica, isto é, com dois lados cortantes. "Cada um seguiu seu próprio caminho para desenvolver ferramentas", avalia o francês.

A possibilidade de o *Homo erectus* ter se desenvolvido fora da África e depois vindo ao continente e se hibridizado com as outras espécies que ali viviam levanta um dos pontos centrais das novas idéias sobre a origem humana: a de que, por mais diferentes que fossem, os hominídeos nunca teriam estado em completo isolamento reprodutivo, isto é, totalmente impedidos de cruzarem entre si pela sua morfologia e pelas condições ambientais. "Com o tempo, as populações de cada região desenvolviam algumas diferenças. Os hominídeos da Europa, por exemplo, se tornam neandertais", afirma Trinkaus. "Mas são nomes diferentes para grupos regionais do que era, essencialmente, um mesmo grupo de seres. Não pareceriam mais diferentes entre si do que a diversidade que vemos entre as várias populações humanas de hoje", diz.

A manutenção do contato reprodutivo entre as diferentes espécies de hominídeos teria levado ao que alguns paleoantropólogos chamam de "sapienização" ou assimilação; a gradual transformação de hominídeos mais antigos em *Homo sapiens* pelo fluxo de genes entre eles. "Quando analisamos a evolução das ferramentas na Ásia, não vemos sinais

de um grupo substituindo subitamente o outro. Só se imaginarmos que os homens modernos chegaram até aqui e perderam sua cultura, o que é impossível", especula Boëda. Segundo o francês, "as ferramentas sugerem que houve evolução gradual do *erectus* para o *Homo sapiens*".

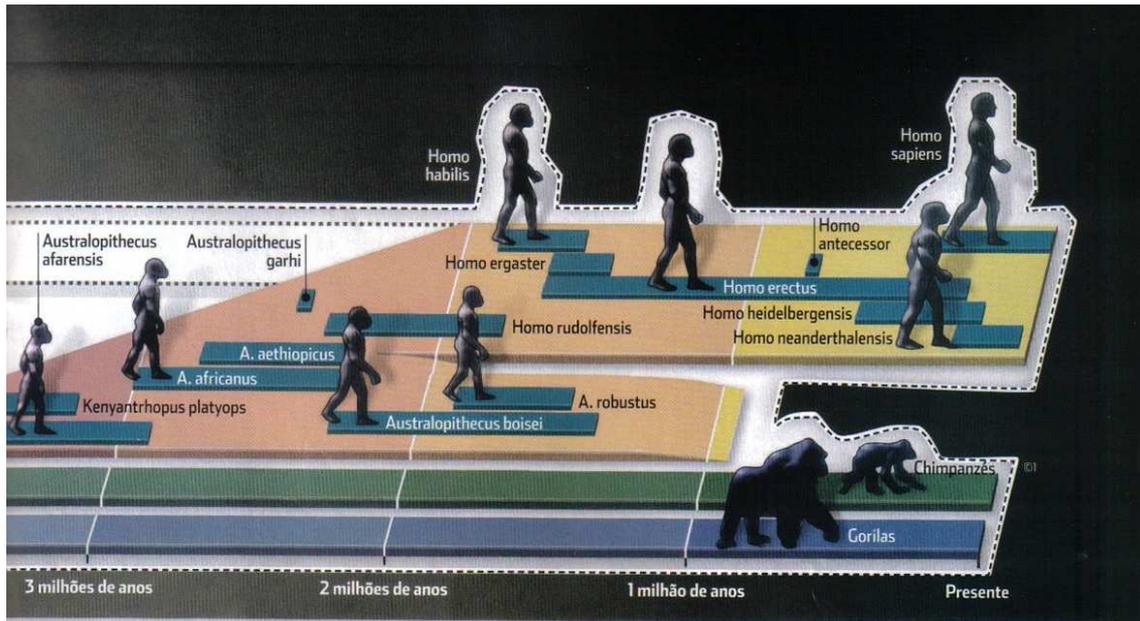
Para o inglês

Chris Stringer, diretor do departamento de paleontologia do Museu de História Natural da Inglaterra e um dos pais do modelo out-of-Africa, especulações assim são pouco embasadas. "Quando comecei a defender minha tese, nos anos 1980, a idéia dominante era a de continuidade regional", lembra. Os arqueólogos esperavam encontrar, em cada continente, uma sequência de fósseis mostrando a passagem do hominídeo primitivo ao moderno. "De lá para cá, houve vários achados de homens modernos antigos na África e hoje a maioria das pessoas concorda que ele surgiu lá. Antes ninguém pensava assim", diz.

O britânico acha que seu modelo continua certo, e que a questão é saber se a origem do *Homo sapiens* é 100% africana ou se houve a contribuição, limitada, de outras linhagens primitivas, originadas dentro ou fora da África. "Em certos momentos as populações de hominídeos tinham bastante contato. Em outros, as mudanças ambientais poderiam impedir o fluxo genético. Não sabemos os detalhes

46 | GALILEU | SETEMBRO 2006

© 1, Nilson Cardoso/Marco Vergotti; 2, Divulgação



APENAS SABER SE ORIGEM FOI 100% AFRICANA

da origem do homem. Pode ter sido um processo bem mais complexo do que pensamos”, reconhece. Stringer tem convicção de que a criança do Lapedo é um ser humano, “embora fisicamente robusto”. “Não acho que seja essa a prova conclusiva de que houve hibridização. E, se houve, não foi importante, nem os genes dos neandertais foram incorporados ao genoma humano”, diz.

Stringer considera que as descobertas feitas na China nos últimos anos têm “datação controversa” (e essa é a opinião da maior parte dos pesquisadores) e reconhece que a origem do *Homo erectus* é um problema em aberto. Mas ressalta que havia muitas espécies de pré-humanos convivendo na África e apenas uma delas era de nossos ancestrais. As demais se extinguíram. “Mesmo que existissem homínidos na Ásia há 2 milhões de anos, não significa que fossem nossos antepassados”, raciocina.

Trinkaus, Zilhão, Stringer e Boëda se encontraram em agosto na Alemanha num colóquio sobre os 150 anos da descoberta do Homem de Neanderthal. Após cinco dias de debates permaneciam as opiniões divergentes sobre as relações entre aquela espécie e a nossa. Mas, se o tom emocional continua, as posições e teorias agora são bem mais complexas do que no século 19. Quem sabe o que estará em debate quando se comemorar o 300º aniversário da descoberta de Fuhrott e Schaafhausen?

02



Reconstituição do *Homo floresiensis*

PIGMEU OU PRÉ-HISTÓRICO?

Descoberta feita na Indonésia divide cientistas

Dois anos atrás, uma equipe de arqueólogos australianos disse ter descoberto os ossos de um homínido de baixa estatura que teria vivido há 18 mil anos na ilha de Flores, na Indonésia. A descoberta do novo espécime, batizado de *Homo floresiensis*, foi contestada por arqueólogos indonésios, que atribuíram os ossos a homens com microcefalia. A discussão se transformou numa guerra científica de alto calibre, e o tiro mais recente foi disparado em agosto. Um time internacional de especialistas publicou artigo na revista “Proceedings of the National Academy of Sciences” dizendo que os ossos possuem características iguais às dos pigmeus Rampasa, que vivem perto da caverna onde foram encontrados os despojos.

10/01/2015 14:00:00 47

G9

CIÊNCIA

Planetas, Nobel, pesquisas. Confira seus conhecimentos sobre os maiores mistérios, assim na Terra como no céu

1 O cometa Halley completa uma de suas órbitas a cada
a. 66 anos
b. 70 anos
c. 76 anos
d. 80 anos

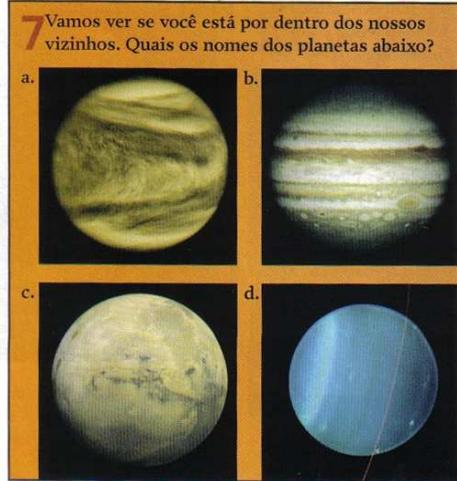


2 Uma pessoa joga uma moeda para o alto e depois outra. Se uma delas deu cara, qual é a probabilidade de que a outra tenha dado cara também?

3 Falso ou verdadeiro?
A galinha é descendente dos dinossauros

5 Quem é o pesquisador nascido no Brasil que ganhou um prêmio Nobel?

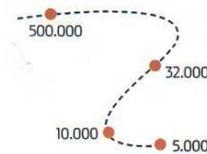
6 Dois acusados de cometer um crime são presos, e a polícia lhes dá quatro opções. Qual delas é a melhor escolha?
a. Se o primeiro preso delatar seu colega e não for delatado por ele, o primeiro preso é solto. O segundo pega 10 anos de prisão
b. Se o primeiro preso não delatar o colega, mas for delatado por ele, pega 10 anos de prisão. Seu colega é solto
c. Se os dois se delatarem reciprocamente, ambos pegam 5 anos de prisão
d. Se nenhum dos dois delatar o outro, ambos são soltos



8 Coloque em ordem crescente as seguintes unidades constituintes da matéria:
a. Quark
b. Próton
c. Átomo
d. Molécula

9 O Universo atualmente está em
a. Expansão
b. Contração
c. Estático

10 Coloque na idade correta as seguintes invenções e descobertas:
a. Uso do fogo
b. Descoberta da roda
c. Primeira cidade
d. Primeiras pinturas



4 Qual destes primatas está evolutivamente mais próximo do *Homo sapiens*?



a. chimpanzé



b. bonobo



c. gorila



d. orangotango

© 1, 2. Nasaldivulgação; 3. divulgação

GALILEU | SETEMBRO 2006 59

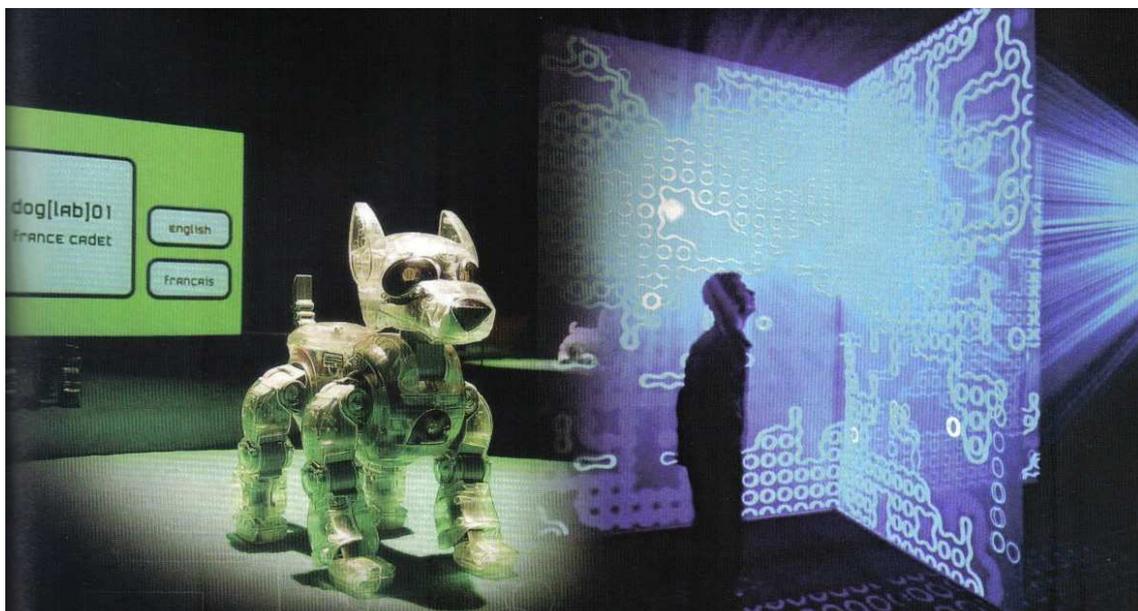
CIÊNCIA

1. c.
2. 1/3
3. Verdadeiro
4. a.
5. Peter Medawar
6. c.
7. a. Vênus; b. Júpiter; c. Marte; d. Urano
8. a., b., c., d.
9. a.
10. a., d., c., b.
11. c.
12. a. 1; b. 4; c. 3; d. 2
13. e.
14. d.
15. a.

G10 e G11

▷ DINOS COM QUATRO ASAS

Os primeiros antepassados dos pássaros que começaram a voar possuíam duas plumas tanto em seus braços como em suas pernas. A conclusão foi tirada a partir de análises de fósseis de *Archaeopteryx*, o mais antigo pássaro conhecido. Acredita-se que a habilidade de voar tenha se desenvolvido a partir de saltos que as aves primitivas davam para se deslocar entre os galhos das árvores.



BRINCANDO DE DEUS: BIOLOGIA TAMBÉM É ARTE
Artistas questionam implicações éticas de pesquisas científicas

Exposições como a Emoção Artificial são verdadeiros laboratórios que fundem a ciência com a arte em seus “tubos de ensaio”. Na instalação da foto acima, a artista francesa France Cadet criou cinco cães-robôs. Cada um foi transformado, tanto no comportamento como na aparência, em híbridos de outras espécies de animais, como gatos, vacas, porcos, carneiros, camaleões, medusas e humanos. A união da robótica com a genética criada por France é baseada em experiências verdadeiras, trazendo à tona uma crítica e um convite da autora à reflexão sobre as possíveis consequências dessas pesquisas — tanto técnicas quanto éticas e morais. Cadet, professora na Escola Superior de Arte de Aix-en-Provence, levanta inúmeras questões do universo da bioética e biotecnologia em suas obras: o perigo de potenciais acidentes, o comportamento de

animais e humanos, a eugenia, o artificialismo da vida, os efeitos deletérios da clonagem e os testes com animais. Na imagem ao lado, o artista Jon McCormack, co-diretor do Centro de Mídia e Arte Eletrônica na Universidade de Monash, em Melbourne, também joga com a criação de vida artificial. Na instalação Eden (foto, em azul), McCormack criou um ecossistema composto de rochas, biomassa e “seres” evolutivos. Esses agentes artificiais autômatos são capazes de interagir entre si e com o ambiente. Dotados de visão e audição sintéticas, eles se movem, procuram alimento, encontram predadores, acasalam, procriam e emitem sons, “cantando” para atrair a atenção do público. Com o tempo, os seres vão adaptando-se ao ambiente e modificando seu comportamento — a biomassa, representada pelas luzes, cresce aos olhos da audiência. No espaço por onde

as pessoas se movem, a mutação é mais intensa. O brasileiro Eduardo Kac é outro que alia a biologia e a genética a seus trabalhos artísticos. Sua criação mais conhecida é a coelha Alba, nascida em 2000, que possui um gene da fluorescência em seu DNA e brilhava no escuro. As reações do público, crítica e mídia foram desde total desaprovação e repulsa até o entusiasmo e encanto pela coelha verde. Para o representante da “Bio Art”, a intenção não foi simplesmente produzir uma obra viva que chame a atenção apenas para causar polêmica. Sempre argumentando estar ciente da responsabilidade que acarreta a manipulação de um ser vivo, o artista tem como motivação provocar uma discussão sobre o significado de nossa presença no mundo hoje, os rumos para o futuro e os limites do ser humano.

GALILEU | NOVEMBRO 2006 65

S1



Macacos fissurados por álcool podem ser uma dica de como evoluiu nosso gosto por bebidas.

RESSACA ANIMAL

Planeta dos macacos bêbados

POR MAURO TRACCO

POR QUE OS SERES HUMANOS GOSTAM TANTO DE FICAR DE PORRE? PERGUNTE AOS PRIMATAS.

Um macaco guariba sobe 10 metros em uma palmeira para um banquete de pequenos frutos. Correndo o risco de queda ou de se cortar em espinhos, ele pula entre os galhos como se fosse um jovem embriagado. E, de fato, pode ser esse o caso. O pesquisador americano Dustin Stephens, que viu essa cena numa floresta panamenha, analisou as sobras da refeição do guariba e acredita que, sim, o bicho estava mesmo de porre. Somando o álcool presente nas frutinhas, ele teria consumido o equivalente humano a 7 latas de cerveja. A história deu força a uma teoria mais antiga, a "hipótese do macaco bêbado", do seu colega Robert Dudley, da Universidade da Califórnia em Berkeley. Ela diz que a atração pelo álcool conferiu a nossos ancestrais, 40 milhões de anos atrás, uma vantagem na competição

por frutas maduras, base da dieta dos primatas desde aquela época até hoje. O calor e a umidade dos trópicos, onde os humanos evoluíram, causam uma fermentação na casca e na polpa. Os açúcares são convertidos em várias formas de álcool, sendo que a mais comum é o etanol – presente em todas as bebidas alcoólicas. O vapor se dispersa no vento e é um ótimo sinal de que a fruta está madura. Para nossos ancestrais, seguir o cheiro de etanol ajudaria a encontrar frutos mais nutritivos. A seleção natural teria então favorecido os primatas com gosto pelo álcool – um traço que teria permanecido mesmo quando os humanos mudaram de dieta.

A teoria, no entanto, não está comprovada: a tendência ao alcoolismo pode ter evoluído por algum outro motivo ou até

mesmo por acaso. Mas, segundo Dudley e Stephens, a prova está nos nossos genes. Temos várias enzimas feitas só para digerir o etanol, que dificilmente existiriam caso não representassem uma vantagem evolutiva. Eles dizem que, em pequenas quantidades, o álcool pode ser benéfico. Ele só teria se tornado um problema a partir da Idade Média, quando começamos a produzir destilados com alto teor alcoólico. O alcoolismo seria assim, uma doença de excesso nutricional, causada pela disparidade de oferta de alimento entre os ambientes pré-histórico e contemporâneo – assim como a obesidade, fruto do encontro entre nossa voracidade por comida e a abundância de calorias hoje à disposição. Mas para os macacos, o álcool era apenas sinal de uma boa refeição. 5

S2



CIÊNCIA

POR QUE OS GAYS SÃO GAYS?

TEXTO EDUARDO SZKLARZ ILUSTRAÇÕES CARLO GIOVANI DESIGN JOANA AMADOR

Bar depois do expediente, cervejinha gelada, papo animado sobre colegas de trabalho. De repente, alguém faz a revelação bombástica: “Sabe o fulano? É gay!” Você provavelmente já participou de uma conversa como essa. Ela acontece todos os dias, nos melhores bares e também nas melhores famílias. Depois do silêncio, a mesa se divide entre os completamente surpresos e os que “sempre tiveram certeza, estava na cara que ele era”. Até que alguém finalmente pergunta: “Mas por quê? O que levou fulano a ser diferente da maioria?” E começa a rodada de especulações: “A culpa é da mãe repressora.” “Ele foi violentado pelo pai.” “Não gostava de futebol.” “É genético, desde pequeno tinha trejeitos afeminados.” “Só é gay porque está na moda.”

Pois as mesas de bar mais uma vez provam estar entre as entidades mais antenadas do planeta. O debate sobre a origem da orientação se-

xual é hoje um dos mais quentes da ciência – e também um daqueles em que os resultados parecem mais surpreendentes. Historicamente, as respostas se dividiam entre os que defendiam que uma pessoa nasce gay e as que sustentavam que nos tornamos gays, bi ou heterossexuais dependendo do ambiente em que vivemos.

Mas, nos últimos anos, pesquisadores começaram a apontar novos – e surpreendentes – caminhos. As maiores novidades vêm dos estudos biológicos. Eles indicam que a formação da sexualidade acontece antes do nascimento – em parte pelos genes, mas também por fatores que atuam no desenvolvimento do feto. Não há nada comprovado e ainda falta muito a ser desvendado, especialmente sobre a influência do ambiente onde a criança é criada em sua sexualidade. Mas as evidências estão causando uma revolução no pensamento científico. E se comprovadas, poderão subverter noções básicas que construímos ao redor dos gays.

72 SUPER JANEIRO 2006



BATMAN OU ROBIN?
Por que é que algumas pessoas se interessam por outras do mesmo sexo?

A ciência está cada vez mais próxima de explicar um dos maiores mistérios do comportamento humano.

Que importa?
Muita gente acredita que a ciência deveria deixar essa polêmica de lado. O argumento é que gays existem e pronto – não há nada além disso para entender. Para elas, perguntar sobre o que leva uma pessoa a ser gay é uma atitude preconceituosa que supõe que a heterossexualidade não precisa de explicação. Cientistas, no entanto, defendem a necessidade de pesquisa, argumentando que elas podem acabar – ou pelo menos diminuir – preconceitos. “Os homossexuais são muitas vezes acusados de exibir um comportamento não natural. A única maneira de refutar essa acusação é pesquisar as causas das diferentes orientações sexuais”, diz a bióloga transexual Joan Roughgarden, professora da Universidade Stanford e autora do livro *Evolution’s Rainbow* (“Arco-Íris da Evolução”, sem tradução em português), em que analisa cerca de 300 casos de comportamento homossexual entre animais. Para o antropólogo Luiz

Mott, presidente do Grupo Gay da Bahia, as pesquisas são importantes porque desconstruem a noção religiosa milenar de que homossexualidade é um comportamento diabólico e patológico. “Se comprovarem que há uma raiz genética, estará claro que a homossexualidade está nos próprios desígnios do Criador”, afirma.

Outro argumento pró-pesquisas diz que saber a origem do próprio comportamento aplaca um pouco a ansiedade. “Vemos a preocupação do homossexual em não ser discriminado, mas também a dos pais, que se sentem responsáveis e querem entender até que ponto esse sentimento procede”, diz Carmita Abdo, psiquiatra do Hospital das Clínicas de São Paulo e coordenadora do projeto Sexualidade, maior pesquisa já feita sobre os hábitos sexuais dos brasileiros.

As tentativas de explicar a origem da homossexualidade incluem teorias que vão da mitologia à sociologia. No século 19, psiquiatras concluíram ▶

JANEIRO 2006 SUPER 73



que ser gay era um transtorno mental causado por equívocos na criação da criança – e essa idéia reinou na maior parte do século 20. Mas se essa teoria estivesse correta, então seria possível evitar e até reverter quadros homossexuais. Ao perceber o fracasso total das terapias de “cura”, em 1973, a Associação Psiquiátrica Americana achou melhor retirar de sua lista de distúrbios mentais a atração sexual por pessoas do mesmo sexo. Foi quando o termo mudou de nome: homossexualismo deu lugar a homossexualidade – porque o sufixo “ismo” denota doença. A essa altura, os cientistas já consideravam ser gay uma variação absolutamente natural do comportamento humano.

Até que em 1991 o neurocientista anglo-americano Simon LeVay, gay declarado, anunciou ter encontrado diferenças em cérebros de homens gays e héteros. LeVay examinou o hipotálamo, zona-chave da sexualidade no cérebro, e descobriu que a região chamada INAH-3 era entre 2 e 3 vezes menor nos gays. Era a primeira indicação da origem biológica da homossexualidade. Mas, como várias pesquisas da área, a de LeVay tinha limitações: os gays do estudo haviam morrido em decorrência da aids e talvez a doença fosse responsá-

vel pela diferença. E, mesmo que essa diferença não estivesse relacionada com a aids, era impossível determinar se ela era causa ou consequência da experiência gay. Apesar das dúvidas, a descoberta abriu caminho para estudos que reforçam a suspeita de que a homossexualidade vem do útero. “Minhas pesquisas sugerem que algo acontece muito cedo na vida dessas pessoas, provavelmente na vida pré-natal”, diz LeVay.

Mas o quê? Parte da resposta veio em 1993 com as pesquisas de Dean Hamer, do Instituto Nacional do Câncer, nos EUA. Hamer percebeu que dentro das famílias havia muito mais gays do lado materno. A descoberta atraiu sua atenção para o cromossomo X (mulheres têm dois cromossomos X, enquanto os homens têm um X e um Y). Em seguida, a descoberta: usando um escâner, Hamer viu que uma região do cromossomo X, a Xq28, era idêntica em muitos irmãos gays. O que ele descobriu não foi propriamente um único gene gay, mas uma tira de DNA transmitida por inteiro. A notícia provocou rebuliço, e não era para menos. Mesmo contestada por outros estudos, a conexão entre genes e orientação sexual sugere que as pessoas não escolhem ser homossexuais, mas nascem assim. A comunidade gay começou a ver na ciência a resposta contra a idéia de que seu comportamento era “antinatural”.

TERAPIA PARA GAYS?

Robert Spitzer é o psiquiatra que encorajou a Associação Psiquiátrica Americana a retirar a homossexualidade da lista de transtornos mentais. Graças a ele, não se pode dizer hoje que ser gay é doença. Por isso, Spitzer causou espanto ao afirmar, em 2001, que sessões de terapia podem mudar a orientação sexual de um gay. Ele chegou a essa conclusão ao entrevistar pessoas que diziam ter deixado a homossexualidade após o tratamento. “A medicina não trata apenas das doenças”, diz. A SUPER conversou com Ben Newman, diretor de um site que oferece apoio não religioso a pessoas que querem mudar de orientação sexual. “Com um

terapeuta que entendia o que eu passava e respeitava meus valores descobri que não tinha desejo por sexo, mas uma necessidade de amizade e identidade masculinas”, diz Newman. Mas é preciso extrema cautela nesse assunto. Muitos psicólogos dizem que a pesquisa de Spitzer tem problemas metodológicos. “Terapias de conversão não funcionam e só causam mais sofrimento”, diz a psicóloga Adriana Nunan, da PUC-RJ. O Conselho Regional de Psicologia desaconselha tratar a homossexualidade. “O que se trata é o desconforto de ter essa condição”, diz a psiquiatra Carmita Abdo.

Resposta genética?

Patrick e Thomas são gêmeos, têm 7 anos, olhos azuis e cabelo ondulado. Cresceram na mesma casa, criados pelos mesmos pais. À primeira vista, é impossível distingui-los. Mas passe algum tempo com eles e você verá que Patrick é sociável, atento e pensativo, enquanto Thomas é espontâneo e adora brincar de luta. Quando tinham 2 anos, Patrick encontrou os sapatos da mãe e gostou de calçá-los. Aos 3, Thomas disse que o revólver de plástico era seu brinquedo favorito. Aos 5, Thomas se fantasiou de monstro no Halloween; Patrick quis se vestir de princesa. Ridicularizado pelas risadas do irmão, decidiu ser Batman. Patrick sempre brincou entre meninas, nunca meninos. Os pais deixaram que ele fosse ele mesmo em casa, mas mantiveram alguns limites em público com medo de que seu comportamento feminino o expusesse. Funcionou até o ano passado, quando o orientador da escola ligou dizendo que ele deixara as colegas incomodadas: insistia que era uma menina.

A história de Patrick e Thomas foi revelada pelo jornal *Boston Globe*. Como os demais gêmeos univitelinos (gerados pelo mesmo óvulo), os garotos são clones genéticos. Se a homossexualidade fos-



se mesmo causada por um cromossomo, os dois deveriam ter a mesma orientação sexual. Segundo estudos recentes, como o do psiquiatra americano Richard Green, garotos como Patrick têm até 75% de possibilidade de ser homossexuais quando adultos. Thomas aparenta ser heterossexual.

O caso de gêmeos com orientação sexual diferente mostra que, sozinha, a genética não explica a homossexualidade. Mas isso não significa que a criação tem todas as respostas. Afinal, antes mesmo de falar, Patrick já exibía traços femininos. Há mais dicas nessa charada: os pesquisadores americanos Michael Bailey, da Universidade Northwestern, e Richard Pillard, da Universidade de Boston, analisaram gêmeos e viram que, entre bivitelinos, se um deles é gay, o outro tem 22% de possibilidade de também ser. Para os univitelinos, a probabilidade sobe para 52%.

São números bastante superiores à taxa de homossexualidade entre a população, que seria de 10% de acordo com o famoso e polêmico Relatório Kinsey, dos anos 40, e entre 2% e 5% segundo pesquisas mais recentes. Bailey e Pillard, portanto, praticamente provam a existência de um componente genético para a homossexualidade. Ao mesmo tempo, praticamente provam, também, que os genes não dão conta de tudo. "Os estudos com gêmeos feitos até agora nos permitem uma estimativa de que até 40% da orientação sexual venha dos genes", diz o pesquisador Alan Sanders, da Universidade Northwestern, EUA. Para aprofundar suas pesquisas, Sanders está recrutando voluntários, inclusive brasileiros, para o maior estudo genético sobre homossexualidade já realizado. "A meta é selecionar 1 000 pares de irmãos gays bivitelinos", afirma. "Em irmãos assim, espera-se uma variação genética de 50%. Vamos analisar todo o genoma para saber se a variação é maior."

O que mais está em jogo?

Se os genes não explicam tudo, que outros elementos explicariam? Um deles parece ser o desenvolvimento biológico do feto ainda no útero. E é dessa área que vêm saindo as pesquisas mais promissoras. Uma delas é a teoria dos hormônios pré-natais. A idéia é que os hormônios sexuais masculinos (andrógenos) se conectam às partes responsáveis pelos desejos sexuais no cérebro e influenciam seu crescimento, tornando o cérebro mais tipicamente masculino ou feminino. A conexão dependeria das proteínas receptoras de andrógenos (AR, na sigla em inglês). Imagine que cada célula do cérebro seja uma casa. As ARs funcionariam como o portão dessas casas, que con-

BRINCANDO DE BARBIE
Muitos meninos se interessam cedo por roupas, brinquedos e atitudes femininas. Quando eles crescerem, garotos vão representar um mundo misterioso, cheio de novidades. E, segundo uma nova teoria, extremamente sexy.

JANEIRO 2006 | SUPER 75



EQUIVOCO NO DIVÃ
Não é que Freud errou ao dizer que gays eram filhos de mães superprotetoras. Mas o pai da psicanálise pode ter enxergado a consequência ao invés da causa.

▶ trola a entrada de pessoas. Sabe-se que a quantidade e a localização desses portões são diferente nos homens e nas mulheres. Cientistas já constataram, por exemplo, que o hipotálamo masculino tem mais ARs que o feminino.

Essa teoria supõe que a homossexualidade nos homens é causada por “portões” que restringem a entrada de andrógenos nas regiões responsáveis pela sexualidade, formando um cérebro submasculinizado. Nas mulheres, esses portões facilitariam entradas maiores, construindo uma estrutura supermasculinizada. Tudo consequência do número de ARs de cada feto – o que talvez se deva à carga genética.

Os cientistas advertem que esse processo é complexo. Em todo caso, as pistas da ação dos hormônios pré-natais estão por todo lado. Por exemplo, na nossa mão. Homens geralmente têm o dedo indicador um pouco menor que o anular, enquanto nas mulheres o comprimento costuma ser igual. Richard Lippa, da Universidade Estadual da Califórnia, notou que essa diferença no tamanho dos dedos tende a ser maior nos gays que nos héteros. Em outra pesquisa, Dennis McFadden, da Universidade do Texas, observou que lésbicas são menos sensíveis que as outras mulheres a sons baixos.

Mas é preciso cautela: correlações entre interesse sexual e traços físicos estão longe de ser provadas. Também vale lembrar que os hormônios importantes não são os que circulam no nosso sangue quando adultos – cujos níveis são iguais em homossexuais e héteros – mas os que atuaram no período de gestação.

O novo desafio dos pesquisadores é entender quais as origens de um fenômeno recém-descoberto: a existência de irmãos mais velhos parece afetar a sexualidade dos mais novos. É o chamado “efeito big brother”. O cientista canadense Ray Blanchard acompanhou 7 mil pessoas e viu que a maioria dos gays nasce depois de irmãos homens e heterossexuais. Blanchard e o colega Anthony Bogaert calcularam que cada irmão mais velho aumenta em 33% a possibilidade de o menor ser gay. Um garoto com 3 irmãos mais velhos tem o dobro de possibilidade de ser gay que outro sem irmão mais velho. Um garoto com 4 irmãos mais velhos tem o triplo. Ter irmãs mais velhas não altera a probabilidade de o menino ser gay.

Para alguns, a explicação está na convivência familiar: depois de dar à luz vários homens, a mãe trataria o caçula como a menina que ela não teve. Os irmãos mais velhos também tenderiam a “dominar” o mais novo, influenciando em seus sentimentos sobre si e os demais. Outra hipótese vem da



biologia. “Os fetos masculinos talvez acionem uma reação imunológica na mãe ao produzirem substâncias que ameaçam seu equilíbrio hormonal”, diz o cientista Qazi Rahman, da Universidade de East London. Segundo ele, o corpo da mãe acionaria um alarme para produção de anticorpos contra proteínas ou hormônios do bebê. Cada novo feto masculino intensifica a resposta, e o acúmulo de anticorpos redirecionaria a diferenciação tipicamente masculina para uma mais feminina, gerando orientação homossexual nos filhos seguintes.

Como os outros pesquisadores, Rahman não nega que fatores ambientais possam entrar na equação. O problema é que ninguém sabe exatamente quais são eles. Não há provas, por exemplo, de que o abuso sexual na infância causa homossexualidade. O número de gays não é maior em lares chefiados por mulheres nem entre filhos criados por casais gays. Tampouco há mais casos de homossexualidade após períodos de guerra, quando os pais se ausentam de casa, o que enfraquece as hipóteses sobre dinâmicas familiares. Nem mesmo a teoria de Sigmund Freud encontra sustentação científica. O pai da psicanálise dizia que mães superprotetoras e pais ausentes poderiam levar o filho a ser gay. Mas ao invés de encontrar a causa, Freud possivelmente enxergou a consequência: a superproteção da mãe não seria a origem da homossexualidade, mas um ato de defesa para um filho que é rejeitado pelo pai por se comportar, desde cedo, de maneira feminina. Antes que você deixe de lado as explicações psicológicas, é bom ler o que vem a seguir.

Do exótico ao erótico

“Fatores biológicos (como genes e hormônios) são certamente responsáveis por mais de 50% da orientação sexual”, diz Dean Hamer. Ou seja: até mesmo o pai do “gene gay” admite que há espaço para fatores psicológicos. É justamente por apostar na interação entre biologia e ambiente que a teoria “exótico se torna erótico” vem chamando a atenção dos estudiosos. Seu autor, o psicólogo Daryl Bem, da Universidade Cornell, no estado de Nova York, afirma que os indivíduos são atraídos por outros de quem se sentiram diferentes na infância. Daryl diz que fatores biológicos atuam na formação da sexualidade ao agir sobre o temperamento da criança, predispondo-a a realizar certas atividades mais do que outras.

Assim, um menino que gostar de luta, futebol e esportes competitivos tipicamente masculinos conviverá num grupo com o mesmo perfil. Outro garoto que preferir bonecas e socialização mais calma, tipicamente feminina, encontrará colegas

O GENE GAY E A EVOLUÇÃO

O desafio dos que apóiam uma base genética para a orientação sexual é explicar a permanência e adaptação dos genes gays ao longo da evolução. “Ser atraído pelo sexo oposto é útil porque leva o indivíduo a gerar filhos – por isso os genes da heterossexualidade dominam o planeta. Mas como os genes da homossexualidade também parecem existir, é provável que sirvam ou tenham servido a algum valor reprodutivo ao longo da evolução”, diz o cientista inglês Qazi Rahman. Talvez os animais possam dar a resposta. O biólogo americano Bruce Bagemihl analisou 450 espécies e constatou que elas não fazem sexo só para produzir filhotes. Mais de 70 tipos de aves e 30 de mamíferos “casam-se” com indivíduos do mesmo sexo. Muitas vezes, para ter prazer. Para a bióloga Joan Roughgarden, a homossexualidade é um traço natural que mantém indivíduos unidos através do contato. Para ela, não há diferença entre jogadores de futebol que se tocam para funcionar melhor como equipe e duas pessoas que se acariciam intimamente. “Estamos muito preocupados com o contato genital, mas tudo não passa de intimidade física”, diz.

que também preferem a Barbie. Para esse garoto que convive entre amiguinhas e brinca com bonecas, a figura exótica que despertará sua atenção sexual será um menino. No caso de meninas homossexuais, se invertem os papéis. “Isso ocorre porque nossa sociedade polariza as diferenças de gênero. Se não as polarizasse tanto, mais homens e mulheres escolheriam parceiros com base em outros atributos além do sexo biológico”, diz Daryl.

Isso significa que, apesar de a ciência estar caminhando para a noção de que a homossexualidade é inata, a biologia não é completamente determinante. “Essa predisposição para a homossexualidade vai se manifestar ou não dependendo das experiências de vida da pessoa”, diz a psiquiatra Carmita Abdo. Tudo indica que a homossexualidade é mesmo o resultado da interação de 3 fatores: biológicos, psicológicos e sociais, mesmo que esses dois últimos ainda precisem de mais evidências. Enquanto elas não aparecem, é melhor você ser menos taxativo nas suas conversas de mesa de bar. **S**

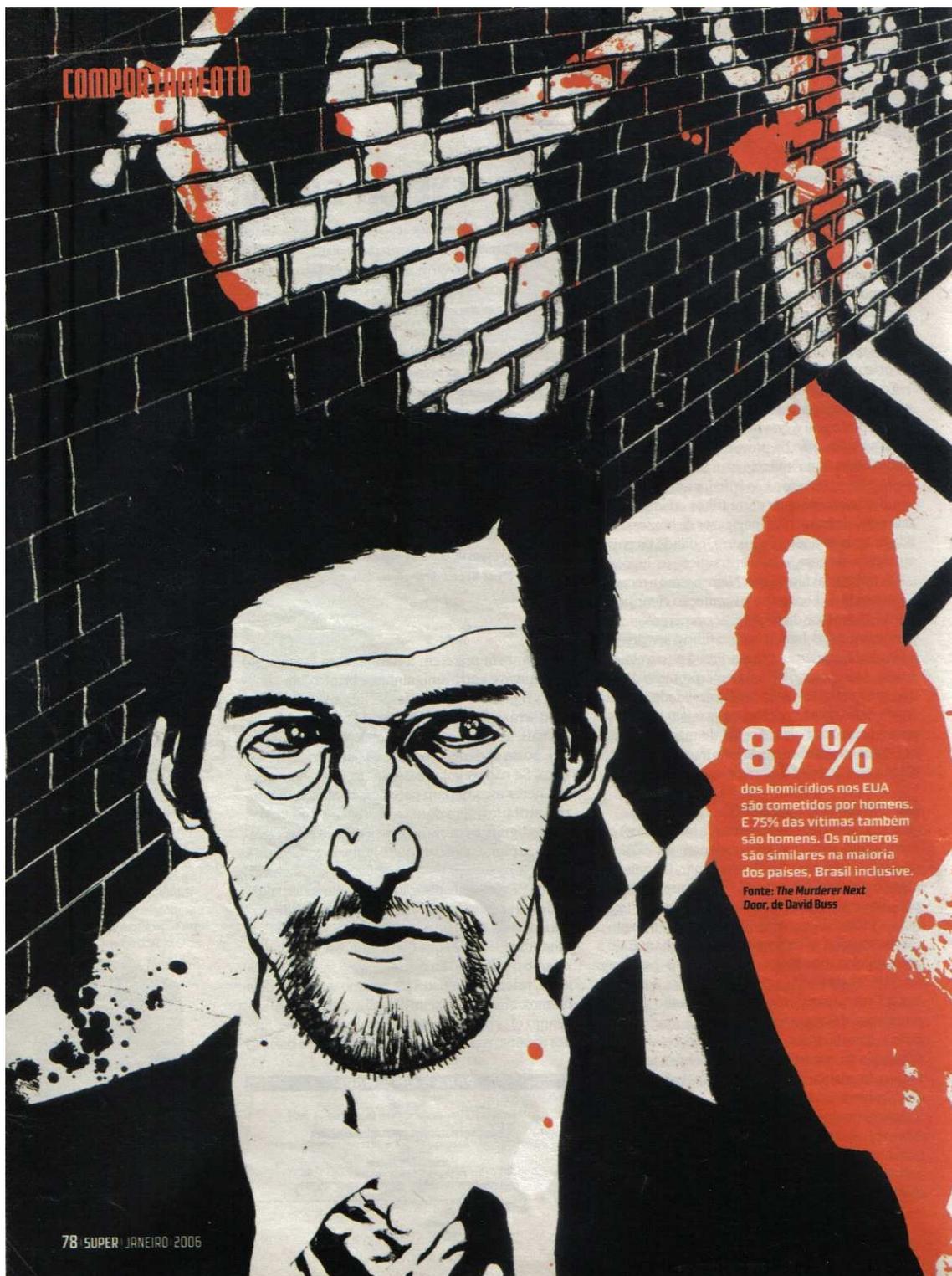
PARA SABER MAIS

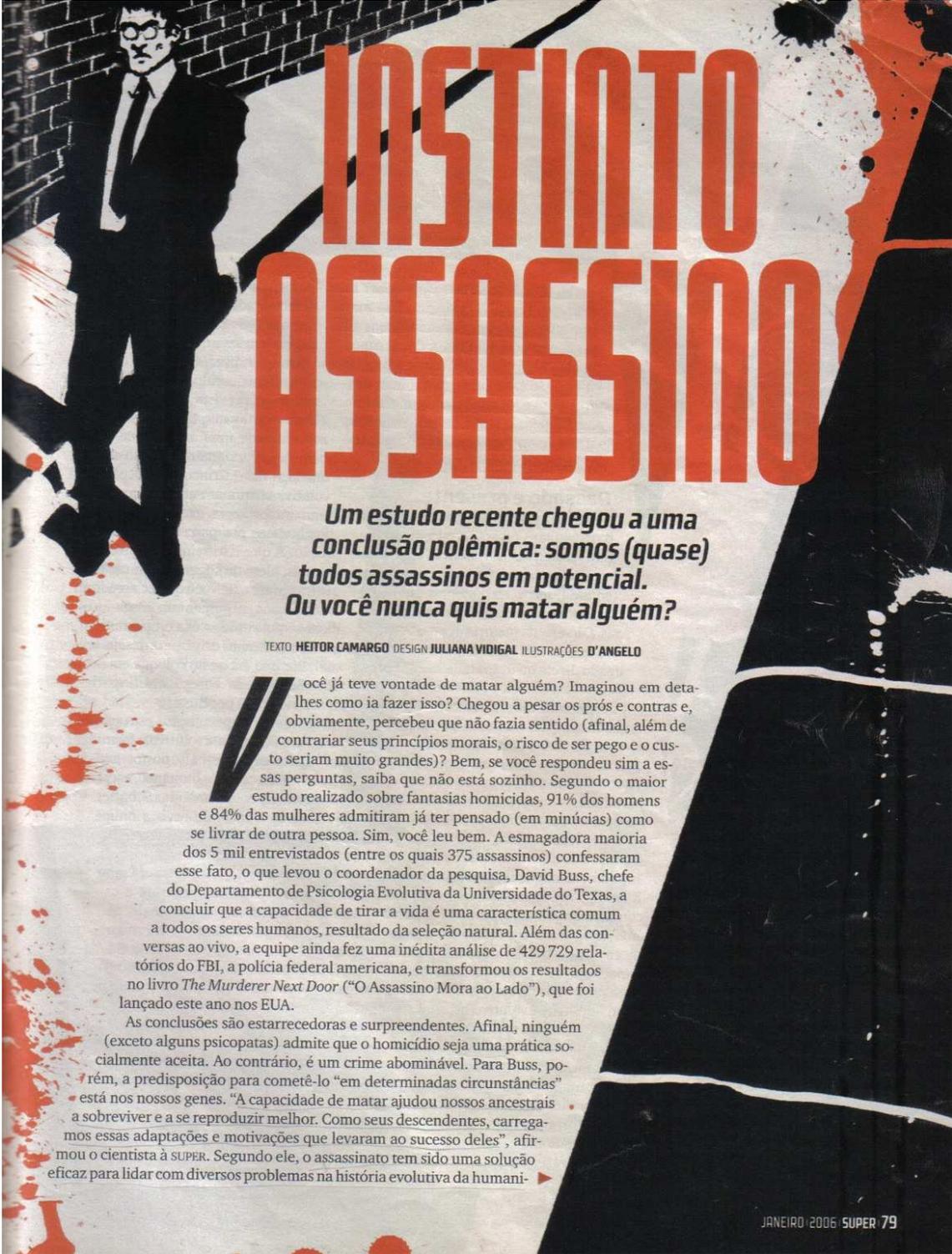
Born Gay
Glenn Wilson e Qazi Rahman, Peter Owen, Londres, 2005
www.ingeniaconnect.com/content/xlu/aseb
Archives of Sexual Behaviour (Arquivos de comportamento sexual)

www.gaybros.com
Site da pesquisa genética que vai contar com 1.000 pares de irmãos gays e busca participantes do Brasil.

JANEIRO 2006 SUPER 77

S3





INSTINTO ASSASSINO

Um estudo recente chegou a uma conclusão polêmica: somos (quase) todos assassinos em potencial. Ou você nunca quis matar alguém?

TEXTO HEITOR CAMARGO DESIGN JULIANA VIDIGAL ILUSTRAÇÕES D'ANGELO

Você já teve vontade de matar alguém? Imaginou em detalhes como ia fazer isso? Chegou a pesar os prós e contras e, obviamente, percebeu que não fazia sentido (afinal, além de contrariar seus princípios morais, o risco de ser pego e o custo seriam muito grandes)? Bem, se você respondeu sim a essas perguntas, saiba que não está sozinho. Segundo o maior estudo realizado sobre fantasias homicidas, 91% dos homens e 84% das mulheres admitiram já ter pensado (em minúcias) como se livrar de outra pessoa. Sim, você leu bem. A esmagadora maioria dos 5 mil entrevistados (entre os quais 375 assassinos) confessaram esse fato, o que levou o coordenador da pesquisa, David Buss, chefe do Departamento de Psicologia Evolutiva da Universidade do Texas, a concluir que a capacidade de tirar a vida é uma característica comum a todos os seres humanos, resultado da seleção natural. Além das conversas ao vivo, a equipe ainda fez uma inédita análise de 429 729 relatórios do FBI, a polícia federal americana, e transformou os resultados no livro *The Murderer Next Door* ("O Assassino Mora ao Lado"), que foi lançado este ano nos EUA.

As conclusões são estarrecedoras e surpreendentes. Afinal, ninguém (exceto alguns psicopatas) admite que o homicídio seja uma prática socialmente aceita. Ao contrário, é um crime abominável. Para Buss, porém, a predisposição para cometê-lo "em determinadas circunstâncias" está nos nossos genes. "A capacidade de matar ajudou nossos ancestrais a sobreviver e a se reproduzir melhor. Como seus descendentes, carregamos essas adaptações e motivações que levaram ao sucesso deles", afirmou o cientista à SUPER. Segundo ele, o assassinato tem sido uma solução eficaz para lidar com diversos problemas na história evolutiva da humani- ▶

JANEIRO 2006 SUPER 79

A TESE DE DAVID BUSS DEFENDE QUE O ASSASSINATO REPRESENTOU PARA O HOMEM UMA VANTAGEM EVOLUTIVA, QUASE SEMPRE LIGADA À REPRODUÇÃO.

17,8
é o número de mortes por assassinato em cada 100 mil americanos entre 20 e 24 anos de idade. Na faixa dos 34 aos 39 anos, o número cai para 12 casos.
Fonte: *The Murderer Next Door*, de David Buss

AMEAÇA REAL

Taxa de homicídios por armas de fogo (casos por 100 mil habitantes)

■ Venezuela	22
■ Brasil	19,5
■ Porto Rico	17,4
■ Argentina	4,3
■ EUA	4
■ Uruguai	3,1
■ Reino Unido	0,07
■ Japão	0,02
■ Egito	0,02

Fonte: Unesco

BO SUPER JANEIRO 2006

dade. “Quais são essas vantagens? Em primeiro lugar, o indivíduo que mata continua vivo para transmitir seus genes às gerações seguintes. O que é morto, não. Além disso, os descendentes da vítima – se existirem – ficam mais desprotegidos e, se também não morrerem precocemente, saem de um ponto de partida desvantajoso na corrida pela reprodução e sobrevivência.”

Passado e presente

Segundo a tese de Buss, historicamente o assassinato representou uma vantagem evolutiva. A violência ajudou os homens a conquistar status e recursos (comida, terra, ferramentas etc.) fundamentais para atrair e manter parceiras. Ou seja, na maioria dos casos o motivo que levava alguém a matar estava ligado direta ou indiretamente à reprodução. “Homicídios relacionados à reputação têm tudo a ver com questões genéticas, pois mulheres preferem homens de status”, diz o pesquisador, para quem isso também explicaria por que homens matam muito mais do que mulheres – numa proporção que chega a 9 para 1 em algumas sociedades.

Hoje, muito dessa competição por status se dá no mercado de trabalho, no mundo dos negócios, nos esportes etc. E é óbvio que o assassinato raramente conduz alguém ao topo na civilização moderna, como o próprio Buss reconhece. “Mas a humanidade não evoluiu numa sociedade com código penal. Nossa psicologia foi forjada na fornalha de um ambiente evolutivo no qual a agressão às vezes era muito compensatória.” Ou seja, atualmente algumas pessoas matam “por inércia”, mesmo que isso não tenha mais compensações, inclusive do ponto de vista da seleção natural. O cientista acredita, porém, que “em situações-limite” – circunstâncias análogas às que no passado levaram o

homem a se beneficiar da violência –, determinados circuitos cerebrais (os responsáveis pelo tal instinto assassino) podem ser ativados.

Isso quer dizer, então, que matar é aceitável ou desculpável, uma vez que é uma ação prevista em nossos genes? Como aceitar que a ciência trate com naturalidade uma atitude que nega o bem mais fundamental da nossa existência, a vida? Críticos da psicologia evolutiva costumam afirmar que ela dá uma importância exagerada à busca dos homens por parceiras para reprodução. E que isso reforça estereótipos sexuais, além de superestimar características inatas. Se você quiser acreditar nessa lógica, argumentam esses estudiosos, quase todos os comportamentos têm a mesma origem: o desejo sexual. Por isso, há quem coloque em dúvida inclusive as bases científicas da teoria levantada por Buss.

“Há muita especulação envolvida quando psicólogos evolutivos formulam hipóteses sobre os supostos anos formativos do cérebro humano”, escreveu recentemente Amanda Schaffer, colunista de ciência da revista online *Slate*. Também o filósofo da ciência David Buller, da Universidade do Norte de Illinois, questiona a maneira pela qual Buss e seus colegas apresentam a cadeia de transmissão genética de padrões de comportamento – argumentando que nosso cérebro não é uma máquina de repetição de padrões, mas um organismo muito mais flexível e adaptável às condições presentes e às variações do ambiente e da comunidade.

Sobre homens e macacos

Algumas das idéias expostas por David Buss em seu livro não são novas e têm relação com teses bem mais antigas, que tentam achar explicações para a violência no mundo animal. Durante muito



tempo acreditou-se que o homem era o único ser vivo capaz de matar deliberadamente um semelhante. O caráter pacífico de nossos parentes mais próximos, como os chimpanzés, era usado como argumento para justificar a tese de que o assassinato era um desvio de comportamento humano. Essa crença, porém, começou a ser questionada no início da década de 1970, quando a equipe da britânica Jane Goodall testemunhou por duas vezes chimpanzés invadindo a área de um grupo vizinho, na Tanzânia, para perseguir e matar com "requisitos de crueldade", como descreveriam os repórteres policiais.

Também nos anos 70, Dian Fossey encontrou um filhote de gorila morto por um adulto macho em Uganda. "O exame do cadáver revelou 10 ferimentos de gravidade variável produzidos por mordidas. Uma delas tinha fraturado o fêmur do bebê e outra tinha perfurado seus intestinos", contou Fossey no livro que inspirou o filme *Nas Montanhas dos Gorilas*. Mais tarde, ela descobriu que, ao invés de ser um fato isolado, o infanticídio era regra na espécie. A agressivi-

O PERIGO MORA AO LADO

A sensação de que se mata muito no Brasil não é uma invenção da imprensa. Mas pesquisas recentes mostram que, proporcionalmente, é baixo o número de assassinatos que ocorrem durante assaltos ou seqüestros (*veja o quadro*). A maior parte desses crimes é cometida por homens jovens contra homens jovens e envolve questões pessoais e algum tipo de defesa da reputação, honra ou status local. Na cidade de São Paulo, em 1995, apenas 6% dos homicídios de autoria conhecida e 21% dos homicídios de autoria desconhecida foram qualificados como latrocínio (roubo seguido de morte), segundo levantamento realizado pelo sociólogo Renato Sérgio de Lima para sua tese de mestrado na USP. "Os chamados conflitos interpessoais, categoria que inclui brigas em casa e nos bares, vingança, discussões privadas e toda

sorte de disputas que não tinham nenhum tipo de relação com o crime organizado, responderam por 56% dos casos", diz Lima. Em outras palavras, mais da metade dos assassinatos envolve pessoas que não só se conhecem como competem de alguma maneira. Segundo o jornalista Bruno Paes Manso, que fez seu mestrado em ciências sociais na USP sobre o perfil dos homicídios paulistanos, "vingança e defesa da honra" são os dois principais motivos de assassinatos por "conflitos interpessoais" na periferia da capital. "Nesse ambiente tenso, vender-se como alguém que não leva desaforo para casa e não admite ser desrespeitado é fundamental. Muitas vezes o homicídio é uma forma de recuperar a honra questionada em público", avalia Manso, cuja tese foi lançada em livro com o nome de *O Homem X*.

POR QUE SE MATA

Os motivos mais comuns para os assassinatos na Grande São Paulo. Dados de 1998 a 2000 do município de Diadema e das regiões sul e leste da capital.

■ Problemas pessoais	44
■ Negócios ilícitos	24
■ Roubos e assaltos	14
■ Questões familiares	8
■ Outros	10

JANEIRO 2006 | SUPER | 81



106,3
habitantes, em cada 100 mil do bairro de Parelheiros, em São Paulo, foram vítimas de homicídio em 2000. No mesmo ano, a estatística no bairro nobre do Jardim Paulista foi de 3,6 casos em cada 100 mil habitantes.
Fonte: Homicídios no município de São Paulo: Perfil e subsídios para um sistema de vigilância epidemiológica. GAWRYSZEWSKI V.P. (2002).

A ARTE DA GUERRA

Se a capacidade de assassinar está nos genes do homem e foi uma vantagem evolutiva, é isso que explica os homicídios coletivos, os massacres e as guerras? Segundo alguns psicólogos evolutivos, sim. Os guerreiros teriam tido mais sucesso em transmitir seus genes – e, com eles, a violência – às gerações seguintes. Além de eliminar rivais, os grupos vencedores se apoderaram de recursos dos vencidos. Guerras e invasões, por essa teoria, permitiram aos homens conquistar mais parceiras. A história está cheia de exemplos em que os machos do lado perdedor foram massacrados e as mulheres, poupadas – só para serem estupradas ou incorporadas ao grupo logo a seguir. O exemplo mais emblemático é o do conquistador mongol Gêngis Khan (1162-1227), notório assassino, a quem se atribuiu a frase “O maior prazer é eliminar o inimigo e deitar nas barrigas brancas de suas mulheres e filhas”. Pesquisa recente conduzida pelo

geneticista Chris Tyler-Smith, da Universidade de Oxford, mostrou que, em 16 populações na área do antigo Império Mongol, 8% dos homens – 16 milhões de pessoas – possuem um cromossomo típico da família de Khan. A nefasta história do sexo como espólio de guerra repete-se até hoje, em conflitos como o da Bósnia e de Ruanda. A natureza homicida estaria ligada ao imperialismo de todas as potências – da Roma antiga ao Império Britânico. Tal como um indivíduo, um império (liderado por homens) almeja sempre mais poder. Portanto, estamos condenados a viver sob conflitos? Talvez não. Segundo o antropólogo Richard Wrangham, da Universidade Harvard, há algo essencial para o desenvolvimento da violência coletiva: o desequilíbrio de forças. Bandos de homens só atacam quando têm a percepção – nem sempre verdadeira – de que podem sair ilesos. “Se mantivermos um relativo equilíbrio de poder, podemos esperar paz”, acredita.

82 SUPER JANEIRO 2006

NA DÉCADA DE 1970, CONSTATOU-SE QUE O HOMEM NÃO É O ÚNICO CAPAZ DE MATAR SEMELHANTES: HOMICÍDIOS SÃO CORRENTES ENTRE NOSSOS PARENTES GORILAS.

➤dade entre primatas foi estudada pelo britânico Richard Wrangham, autor de *O Macho Demoniaco - As Origens da Agressividade Humana*, em que afirma que, do ponto de vista evolutivo, a violência extrema – e em especial o assassinato – foi uma estratégia que favoreceu tanto os chimpanzés quanto os humanos na cadeia evolutiva.

Nos dois casos descritos pela equipe de Goodall, os chimpanzés eliminaram os machos vizinhos, acasalaram com as fêmeas e aumentaram seu território e o acesso a importantes fontes de alimento – mas, ironicamente, acabaram assassinados mais tarde por outros indivíduos ainda mais fortes. No caso dos gorilas, depois do infanticídio as mães de filhotes mortos terminaram unindo-se ao agressor. Wrangham prefere ser mais cauteloso ao traçar paralelos com o comportamento humano. Para ele, nos dias atuais, os assassinatos que podem estar diretamente ligados à nossa herança evolutiva são os cometidos por grupos, como gangues ou exércitos (leia mais no quadro da página ao lado). Nesse ponto, o pesquisador admite que há de fato muitas semelhanças entre homens e chimpanzés. “Tanto uns quanto outros sentem que há uma justificativa para matar membros de comunidades vizinhas ou rivais”, disse por telefone à SUPER, de seu escritório na Universidade Harvard, nos EUA.

Pobreza e desigualdades

Mas onde se encaixam as questões sociais ligadas a aumento ou redução das taxas de homicídios, como pobreza e desigualdade, à cultura da violência em algumas sociedades, ao fácil acesso a armas de fogo e até à impunidade? É inegável a relação entres esses fatores e o número de assassinatos. Um estudo recente – embora ainda não tenha sido

muito detalhado – mostra que em 2004, pela primeira vez em 13 anos, caiu o número de mortes por armas de fogo no Brasil. A queda coincide com a campanha de desarmamento liderada pelo governo federal, que retirou mais de 400 mil armas de circulação (leia mais no quadro da página 81).

Basta olhar também para o mapa da violência nas grandes cidades para perceber a concentração de crimes com morte nas áreas de maior desigualdade social. David Buss não nega a ligação entre indicadores sociais ruins e o aumento do número de homicídios, mas garante que ela corrobora sua tese: pobreza e desigualdade aumentariam o número de homens dispostos a atos extremos para conseguir recursos e status – e, assim, atrair mulheres.

Mas, se todos estamos programados para matar, por que só uma ínfima minoria toma a decisão de fazê-lo? Segundo Buss, o assassinato é apenas uma de várias estratégias num cardápio de soluções possíveis para problemas de adaptação. “Felizmente, na maioria das vezes as pessoas usam meios não letais para resolvê-los.” Ele destaca que, antes de tomar qualquer decisão, medimos as consequências, avaliamos o custo/benefício e pesamos as alternativas. E, como a seleção natural nos legou (além do instinto assassino) muitas ferramentas boas – altruísmo, amizade, auto-sacrifício, cooperação e tantas outras –, optamos na maioria dos casos por respostas positivas.

Crime e castigo

Além disso, as penas severas impostas pelas sociedades modernas funcionam como uma importante forma de inibir a violência extrema. Há crime, mas também há castigo. Nas entrevistas conduzidas pela equipe de Buss, a justificativa

mais freqüente para explicar por que as pessoas pensavam em matar, mas não chegavam às últimas consequências, foi justamente o medo de ser pego e de passar o resto da vida trancado numa cadeia. “Sem leis duras e penas de prisão longas, haveria muito mais assassinatos do que há hoje”, diz o pesquisador. Princípios morais e religiosos também foram bastante citados, embora historicamente eles tenham se mostrado pouco eficientes para evitar conflitos regionais e guerras (na verdade, muitas delas nasceram e floresceram justamente com base em ideais defendidos por esta ou aquela religião).

Se você é dos que acreditam que depois de tantos séculos de vida em comunidade, com fantásticos avanços nas áreas da cultura e da civilização, o homem deveria ser capaz de controlar inclusive os traços deturpados de seu comportamento ancestral, há esperança. Até os psicólogos evolutivos admitem que, embora a informação genética esteja lá, muitas das circunstâncias capazes de desencadear o instinto assassino são facilmente controladas socialmente. “Matar não eleva o status de ninguém”, exemplifica Buss. Os bons valores importam, sim. E muito. 5

PARA SABER MAIS

The Murderer Next Door – Why the Mind is Designed to Kill
David M. Buss, The Penguin Press, 2005

O Macho Demoniaco - As Origens da Agressividade Humana
Richard Wrangham e Dale Peterson, Objetiva, 1998 (esgotado)

O Homem X - Uma Reportagem sobre a Alma do Assassino em São Paulo
Bruno Paes Manso, Record, 2005

Adapting Minds: Evolutionary Psychology and the Persistent Quest for Human Nature
David Buller, The MIT Press, 2005

Nas Montanhas dos Gorilas, 1998
(lançado em dvd pela Warner Home Video)

www.slate.com/id/2124503

Cave Thinkers - How Evolutionary Psychology Gets Evolution Wrong, Amanda Schaffer, Slate, 2005

desarme.org/publico/media/homicidios_SP.pdf
Conflitos Sociais e Criminalidade Urbana, Renato Sérgio de Lima, 2003

JANEIRO 2006 SUPER 83

SUPERNOVAS
NOTÍCIAS DO FRONT

MORTO VIVO

Rumo ao Parque dos Dinossauros

CIENTISTAS ESTÃO PERTO DE RECONSTRUIR O GENOMA DE UM DOS PRIMEIROS MAMÍFEROS, UM PEQUENO ANIMAL QUE VIVEU NA ÉPOCA DOS DINOSSAUROS. POR MARCELO CABRAL

Você já ouviu falar no *Boreoeutherian ancestral*? Talvez não, mas você tem dois bons motivos para conhecê-lo. O primeiro é que ele é um ancestral seu (e de quase todos os mamíferos). O segundo é que talvez você possa visitá-lo em um zoológico. O engenheiro biomolecular David Haussler e seu grupo da Universidade da Califórnia, EUA, criou o que parecia impossível: uma técnica para reconstruir o genoma desse animal, extinto há 70 milhões de anos. Teoricamente, a descoberta pode levar à clonagem do animal – algo que ainda estamos muito longe de fazer, mas que deve ser possível daqui a várias décadas. Seria algo parecido com o filme *O Parque dos Dinossauros*, em que cientistas usam sangue de dinossauro preservado em âmbar para reconstruir os bichões. A diferença é que, na vida real, encontrar isso é impossível: o DNA se decompõe em pouco tempo. O que Haussler está fazendo é apelar para computadores e reconstruir a evolução de trás para a frente. A técnica consiste em comparar o DNA dos mamíferos modernos em busca de seqüências genéticas em comuns: trechos em comum provavelmente vieram do animal que deu origem a todos eles. Os cientistas acreditam que, assim, reconstruirão o genoma do *B. ancestral* com 98% de exatidão – de longe, o mais preciso a que já se chegou, mas que ainda deixa margem para 120 milhões de erros que poderiam levar a mutações. É por isso que, segundo Haussler, o objetivo por enquanto é mais entender a evolução genética dos mamíferos do que reconstruir esse animal. A pesquisa pode ajudar a entender, por exemplo, por que os humanos são suscetíveis a algumas doenças que parecem não atacar outros animais. Mas, no dia em que tivermos um mapa detalhado, experiências para reconstruir o bicho parecerão inevitáveis. 5

PRIMATAS
O biólogo Charles Darwin abalou o mundo quando mostrou que viemos desse ramo evolutivo, o dos primatas.

COME-BICHO
Formado por mamíferos que comem insetos. Um dos ancestrais foi o *deinogalerix*, um porco-espinho com mais de meio metro, que viveu na Europa há 15 milhões de anos.

CANINOS
Um dos membros desse ramo foi o *tomarctus*, animal parecido com um lobo, que existiu há cerca de 10 milhões de anos e deu origem aos cães.

FELINOS
Fizeram parte desse ramo vários tipos de tigres-de-sabre, alguns dos quais viveram até há cerca de 10 mil anos.

TATU COELHO RATO ESQUILO MORCEGO GORILA CHIMPANZÉ HUMANO PORCO-ESPINHO FOCA URSO LOBO CÃO GATO TIGRE

18 SUPER JULHO 2006



SUPERRESPOSTAS **SURREAL**

E SE... o 11 de Setembro não tivesse ocorrido?

POR SÉRGIO GWERCMAN
DESIGN DE BRUNO OLIVEIRA

A primeira dúvida é quem seria o presidente dos EUA hoje. Antes do 11/9, George W. Bush era um governante apagado, rejeitado por quase 40% do eleitorado. Depois dos atentados, foi promovido a estadista com aprovação de até 90%. Não é à toa que para muitos analistas Bush jamais se reelegeria sem ter a bandeira da luta contra o terror. E, nesse caso, o atual presidente tampouco seria John Kerry, derrotado por Bush em 2004 - veterano do Vietnã, ele só foi para a disputa porque o clima bélico do país exigia candidatos com experiência militar.

Se os EUA não estivessem em guerra, os democratas teriam outro candidato. E Al Gore seria o favorito. Afinal de contas, ele havia recebido mais votos que Bush nas eleições de 2000 e só não levara a Presidência por causa do complicado sistema eleitoral americano.

Como seria a gestão Gore? Ambientalista das antigas, seu governo poderia ser marcado pela entrada dos EUA no Protocolo de Kyoto. Seria uma mudança significativa para o planeta - os americanos emitem 25% dos gases que provocam o efeito estufa. "Gore provocaria um efeito em cadeia. Teríamos mais empresas ecológicas, mais políticos preocupados com o verde", diz o jornalista Sérgio Abranches, especialista em questões ambientais. Para Abranches, até o Brasil sofreria consequências. "Seríamos pressionados a zerar as queimadas na Amazônia, que representam 80% das nossas emissões", diz.

Mas é bobeira acreditar que Bush entregaria a Presidência de bandeja. Sem o terrorismo, ele buscaria outras questões capazes de mobilizar a opinião pública. Em especial, os eleitores do interior, conservadores e religiosos, que sempre o apoiaram. "A Presidência focaria toda a atenção em eleitores famintos por ações firmes contra o aborto, a pesquisa com células-tronco e os direitos gays", escreveu o analista político Frank Rich na edição da revista *New York* dedicada a discutir como seria o mundo hoje sem os atentados de 2001. Se você se assustou com a onda conservadora que varreu a América sob Bush, pense que sem 11/9 talvez ela fosse mais forte ainda. Pior: com um presidente eleito especialmente para cuidar que as coisas ficassem assim. 5

50 | SUPER | SETEMBRO | 2006





S6

CONEXÕES DA POLÍTICA
-aos MACACOS
POR RODRIGO REZENDE

Política
...é uma coisa muito chata para você? "Então você é idiota", diriam os habitantes da Grécia antiga. *Idiotes* (de *idios*: "separado", "privado") era a palavra usada para designar quem não se envolvia com os assuntos públicos das *polis* – termo que significa "cidade" e que originou a palavra "política". A política, enfim, foi tão valorizada na Grécia a partir do século 5 a.C. que acabou influenciando a filosofia de...

Platão
O pensador mais importante da Antiguidade uniu questionamentos de natureza política, como o sentido do bem e da ética, a idéias físicas de filósofos anteriores, como a origem da matéria e do Cosmos. E assim criou o mito da caverna, segundo o qual existem dois mundos distintos: o material e o espiritual. A teoria fortaleceu o misticismo, atravessou séculos e se tornou o fundamento da teologia da...

Igreja Católica
Nas mãos do alto clero, a filosofia platônica virou uma arma. Os mundos espiritual e material foram transformados em céu e inferno, e usados como instrumento para controlar o homem medieval. A teologia ganhou estatuto de verdade inquestionável e atrasou o desenvolvimento da ciência. Mas, sem querer, deu o pontapé inicial na carreira de um certo...

Charles Darwin
O inglês formou-se em teologia pela Universidade de Cambridge. Por conta disso, embarcou numa expedição no navio de pesquisas Beagle. O capitão queria navegar pelo mundo buscando provas científicas de que a *Bíblia* estava certa sobre a criação, e convidou o jovem teólogo para ir com ele. Mas se deu mal: das observações que Darwin fez nessa viagem surgiu a Teoria da Evolução, segundo a qual nós viemos de...

Macacos
Eles fazem alianças, cortejam, protestam, conspiram, manipulam... E os mais fortes até oferecem bananas aos outros na véspera da "eleição" do macho alfa (líder aclamado pelo grupo), diz o livro *Política dos Chimpanzés*, do primatologista holandês Frans De Waal. Quer dizer, os macacos deixariam os cidadãos da Grécia antiga orgulhosos, pois não são nada idiotas: manjam muito de política.



① Rômulo Pacheco ② Renee Lynn/CORBIS



SUPERRESPOSTAS SURREAL

E SE... não sonhássemos?

POR ANDRÉ SANTORO
DESIGN DE BRUNO OLIVEIRA

Caso o homem não tivesse a capacidade de sonhar, você não estaria lendo esta revista, pois provavelmente ainda estaríamos na Pré-História – na melhor das hipóteses. O sonho, que surgiu há mais ou menos 140 milhões de anos, quando os mamíferos se desenvolveram a partir dos répteis, é importantíssimo no processo de aprendizagem.

Segundo as suspeitas de alguns cientistas, a atividade mental noturna é também crucial para a preservação da espécie. “Sem sonhar, nossa capacidade intelectual ficaria comprometida”, afirma o neurocientista brasileiro Sidarta Ribeiro, da Universidade Duke, nos EUA. E o ser humano, esse animal tão frágil diante das ameaças da natureza, não poderia tirar tanto proveito de sua arma mais poderosa – o cérebro. O cenário não seria animador: a ciência evoluiria muito lentamente, viveríamos com medo de tudo e seríamos dominados por outros bichos sonhadores.

Isso tudo aconteceria se a nossa espécie como um todo não pudesse sonhar. Mas o fato é que algumas pessoas realmente não sonham. Elas sofrem de uma doença raríssima, a síndrome de Charcot-Wilbrand, que geralmente surge após um acidente vascular cerebral e costuma vir acompanhada de problemas visuais. Além disso, alguns medicamentos, como os antidepressivos, podem reduzir, principalmente no início do tratamento, a duração da fase REM, que é o estágio do sono no qual ocorrem quase todos os sonhos. No primeiro caso, os resultados podem ser devastadores: amnésia, agressividade e ansiedade são alguns sintomas prováveis. No segundo, os próprios remédios ajudam a controlar os sintomas da falta de sonhos. 5

Nobel sem dono
Nós perderíamos a capacidade de resolver problemas. Algumas pesquisas recentes relacionam o sonho aos insights, que são aquelas sacadas geniais que mudam o mundo, como a invenção da roda. O químico alemão Kekulé, apontado como um dos descobridores do benzeno – molécula em forma de anel com 6 átomos de carbono – disse que a descoberta surgiu de um sonho em que viu uma serpente mordendo o próprio rabo.

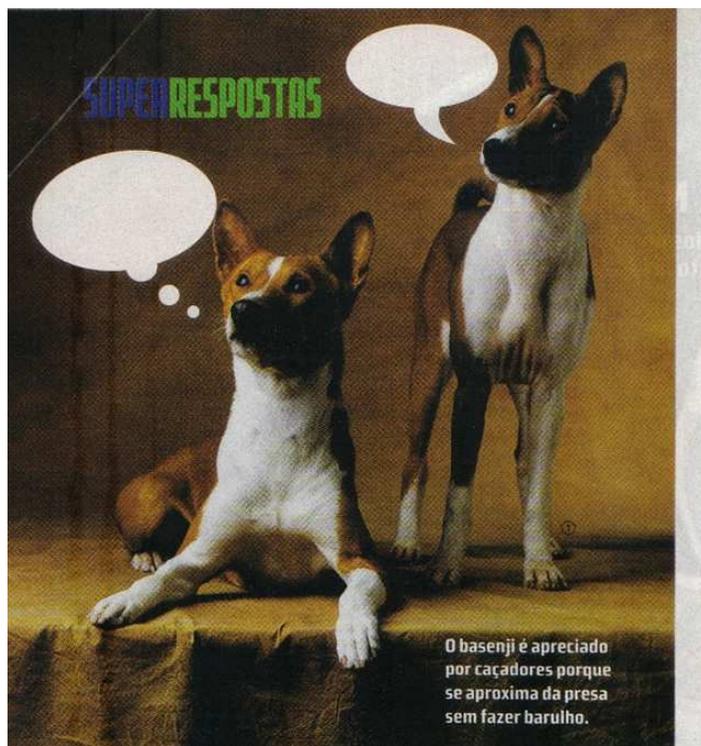
Você tem medo do quê?
O psicólogo Antti Revonsuo, da Universidade de Turku, na Finlândia, afirma que o sonho serve para simular ameaças reais. Um homem das cavernas, ao sonhar com um predador, teria mais chances de se defender do bicho. Sem sonhos, ficaríamos vulneráveis e teríamos medo de tudo, sem discernimento – tanto faz se a ameaça é um mamute ou uma formiga.

Animais no poder
O homem se firmou como espécie dominante graças às suas habilidades intelectuais. Sem o sonho, o aprendizado ficaria comprometido. Não aprenderíamos a escrever, não teríamos capacidade para desenvolver a agricultura, para inventar o dinheiro, para fabricar armas atômicas... seríamos, enfim, uma espécie sem grandes talentos. E algum outro bicho que sonha – mamíferos e aves – poderia ocupar o nosso trono na natureza.

64 SUPER | NOVEMBRO | 2006

Ilustração Cacá 7

S8



O basenji é apreciado por caçadores porque se aproxima da presa sem fazer barulho.

SILÊNCIO CANINO

Existem cachorros que não latem?

POR RAFAEL TONON

Cão que não late também morde. Pelo menos no que diz respeito aos da raça basenji, originários do leste da África e considerados exímios caçadores. Eles são os únicos cachorros no mundo com ausência total de latidos. Especula-se que essa característica esteja relacionada à prática de caçar: indivíduos silenciosos – e que conseqüentemente não afugentavam as presas – acabaram se dando bem na corrida evolutiva.

Mas o basenji está longe de ser um cão totalmente mudo. Geralmente silencioso, em algumas situações emite um som bastante particular conhecido como *yodel* – um uivo em falsete que mais parece um gemido. Cada cão da raça tem seu próprio repertório, sendo muito difícil encontrar dois que emitam os mesmos ruídos.

Os basenji são uma das raças mais antigas de caninos. Há inscrições em túmulos egípcios de 5 mil anos com desenhos de cães muito semelhantes a eles. A identificação com os egípcios era tanta que a raça foi chamada de “cão de Quéops”, nome do faraó que mandou construir a primeira pirâmide de Gizé.

Além da economia de sons, o basenji se distingue por acasalar apenas uma vez ao ano – as outras raças costumam se reproduzir duas vezes no mesmo período. Além disso, ele é adepto do banho de gato: usa a língua para se limpar.

46 SUPER | DEZEMBRO | 2006