

ENSINO DE CIÊNCIAS: A CONCEPÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS

Flavio de Barros Molina¹, Ana Cristina Silva da Rosa², Floriano Ferreira dos Reis Filho³, Jacqueline Augusto de Oliveira⁴ e Alfonso Gómez Paiva⁵

Resumo: Neste artigo procura-se explicitar os resultados de pesquisa sobre as concepções de 48 professores do Ensino Fundamental, procedentes de escolas públicas e privadas da zona sul de São Paulo, em relação às características dos seres vivos. A pesquisa constituiu-se em abordagem qualitativa e quantitativa, tendo como instrumento de pesquisa um questionário de perguntas abertas e fechadas. Isso possibilitou ao grupo de pesquisa “Ensino de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental”, da Universidade Ibirapuera, compreender, analisar e constatar que há déficit de formação docente na área de ensino de Ciências, sobretudo, no que diz respeito aos conceitos relacionados com os seres vivos. Por esse motivo, faz-se necessária discussão emergente sobre a formação docente inicial e/ou continuada para se garantir a boa qualidade de ensino.

Palavras-chave: Seres vivos. Ensino de Ciências. Formação Docente

¹ Doutor em Zoologia pela USP, Biólogo, Professor e Pesquisador da Universidade Ibirapuera (UNIB), Professor da Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) e Professor Convidado da Universidade de Santo Amaro (UNISA).

² Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação Escolar da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara da Universidade Estadual Paulista – FCLAr/UNESP. Pedagoga, professora e pesquisadora da Universidade Ibirapuera (UNIB) e do Centro Universitário Fundação Santo André.

³ Mestre em Engenharia de Computação pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Professor e Pesquisador da Universidade Ibirapuera.

⁴ Professora e pesquisadora da Universidade Ibirapuera, possui graduação em Ciências da Computação, especialização em Análise e Projeto de Sistemas e mestrado na área de Sistemas Distribuídos e Programação Concorrente, pelo ICMC-USP São Carlos. É proprietária da Supervision, empresa de desenvolvimento de software.

⁵ Mestre em Ensino de Ciências pela USP, Químico, Professor, Pesquisador e Coordenador de Extensão da Universidade Ibirapuera (UNIB).

Abstract: This article aims at showing the results of a research that analyzed the concepts of 48 teachers in relation to the characteristics of the living beings. The teachers are from public and private Fundamental Schools located in the southern of Sao Paulo city. The research was based on a qualitative and quantitative approach, using a questionnaire with open and closed questions. This enabled the researchers' team ("Ensino de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental") at Ibirapuera University (São Paulo/Brazil) to understand, to analyze and to notice the lack of information concerned to science topics, especially the ones related to living beings. Therefore, it is necessary an urgent discussion on the preparation of the primary school teachers and/or a continuing education to ensure a good teaching quality.

Key words: Living beings; Science Teaching; Teachers' Formation.

INTRODUÇÃO

Biologia significa, literalmente, o estudo da vida. Embora o termo tenha sido evidenciado apenas no início do século XIX, por naturalistas como Jean-Baptiste Lamarck (EMMECHE; EL-HANI, 2000), desde cedo o ser humano preocupou-se com o estudo dos seres vivos. Grandes tratados foram produzidos por filósofos da antiguidade, destacando-se Aristóteles, no século IV a.C., com a sua obra "História dos Animais", e Plínio, o Velho, no século I d.C., com a sua obra "História Naturalis" (PAPAVERO; BALSÀ, 1986). Apesar disso, o conceito de vida sempre apresentou grandes dificuldades para os seus eventuais proponentes (MAYR, 1998, 2005; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

De acordo com Emmeche e El-Hani (2000), os biólogos tendem a mostrar-se céticos em relação ao conceito de vida, por considerá-lo como uma especulação teórica ou pura metafísica. Para alguns, como Ernst Mayr (1998, p. 71), "tentativas para definir a 'vida' foram feitas com frequência [...] [e] são simplesmente fúteis, pois hoje está perfeitamente claro que não há uma substância especial, um objeto ou uma força que possam ser identificados com a vida". Nas palavras de Davies (2000, p. 39), "não se pode dizer que existe molécula viva, [mas] apenas um sistema de processos moleculares que, tomados coletivamente, pode ser considerado vivo". Para eles, só é possível definir os processos da vida ou os sistemas vivos. Posição semelhante é defendida por outros pesquisadores, como Eigen (1997), Sahtouris (1998) e Maddox (1999). Embora essa visão não seja unânime (ver, por exemplo, EMMECHE e EL-HANI, 2000; CLARK, 2006), o conceito de organismo vivo parece ser mais operacional (DAMINELI e DAMINELI, 2007).

Um dos primeiros a dedicar-se ao estudo da questão sobre o que é vida, na ciência moderna, foi o físico Erwin Schrödinger, o que talvez tenha sido consequência do já mencionado ceticismo de muitos biólogos. Schrödinger, ganhador do prêmio Nobel, foi um pioneiro quando, em 1944, publicou “What is life?”, um clássico que inspirou gerações de biólogos (GOULD, 1997A; KAUFFMAN, 1997; MURPHY e O’NEILL, 1997; MARGULIS e SAGAN, 2002; WATSON e BERRY, 2005). Nessa obra, foram discutidas basicamente duas questões: a termodinâmica dos seres vivos e a natureza da hereditariedade (MURPHY e O’NEILL, 1997).

Posteriormente, diversos autores, entre alguns laureados com o prêmio Nobel, discutiram as características fundamentais na definição de vida (EMMECHE e EL-HANI, 2000). Duas listas bastante abrangentes foram apresentadas por Mayr (1998, 2005) (complexidade e organização, unicidade química, qualidade, unicidade e variabilidade, posse de um programa genético, natureza histórica, seleção natural e indeterminismo) e por Davies (2000) (autonomia, reprodução, metabolismo, nutrição, complexidade, organização, crescimento e desenvolvimento, conteúdo de informação, emaranhamento *hardware/software* e permanência e mudança). Essas listas, como apontado por Mayr (1998), podem ser redundantes e, ao mesmo tempo, incompletas.

As diversas características consideradas por esses autores podem ser separadas, ao menos para os propósitos deste artigo, em três grandes categorias, sob as denominações metabolismo, reprodução hereditária e ciclo de vida. Como apontado por Davies (2000, p. 40), “é duvidoso se consideraríamos viva, no pleno sentido do termo, uma população de entidades com metabolismo mas sem reprodução, ou com reprodução mas sem metabolismo”.

O metabolismo inclui questões termodinâmicas, como o baixo nível de entropia (elevado nível de organização) dos seres vivos (SCHRÖDINGER, 1944/1997; DE DUVE, 1997A; EIGEN, 1997; SCHNEIDER e KAY, 1997; SHAPIRO, 1997; MADDOX, 1999; BARROS, 2000; SHAPIRO, 2007), questões relativas à necessidade de uma fronteira bem definida com o meio exterior (DAWKINS, 1996; DE DUVE, 1997A; MADDOX, 1999; DAVIES, 2000; SHAPIRO, 2007), questões relativas à necessidade de aporte de energia externa (SCHRÖDINGER, 1944/1997; DE DUVE, 1997A; SCHNEIDER e KAY, 1997; SHAPIRO, 1997; MADDOX, 1999;

BARROS, 2000; VAL et al. 2000; SHAPIRO, 2007) e questões relacionadas à importância das moléculas de ATP⁶ (DE DUVE, 1997a; MADDOX, 1999; BARROS, 2000; VAL et al. 2000; SHAPIRO, 2007).

A reprodução inclui a existência de um mecanismo hereditário (SCHRÖDINGER, 1944/1997; DAWKINS, 1996; DE DUVE, 1997A; EIGEN, 1997; GOULD, 1997B; MAYNARD SMITH e SZATHMÁRY, 1997; MADDOX, 1999; MEYER e EL-HANI, 2000; NUNES E OLIVEIRA, 2000; SHAPIRO, 2007) baseado em moléculas de RNA⁷ e DNA⁸ (DAWKINS, 1996; DE DUVE, 1997A, 1997B; MAYNARD SMITH e SZATHMÁRY, 1997; MADDOX, 1999; HARTMAN, 2000; MEYER e EL-HANI, 2000; NUNES E OLIVEIRA, 2000; SHAPIRO, 2007), a importância da ocorrência de mutações e, conseqüentemente, da existência de variabilidade (SCHRÖDINGER, 1944/1997; DAWKINS, 1996; EIGEN, 1997; MEYER e EL-HANI, 2000; NUNES E OLIVEIRA, 2000) e a importância da evolução por meio da seleção natural (SCHRÖDINGER, 1944/1997; DAWKINS, 1996; GOULD, 1997B; MAYNARD SMITH e SZATHMÁRY, 1997; MEYER e EL-HANI, 2000).

O ciclo de vida inclui o nascimento, o crescimento, a maturação sexual, o envelhecimento e a morte (RAMOS-VASCONCELOS et. al., 2000; WARD e BROWNLEE, 2000).

Crianças, a partir da primeira série do Ensino Fundamental, são apresentadas a conceitos relacionados ao fenômeno da vida, participando de discussões sobre temas como “ambiente” e “ser humano e saúde”. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, os projetos e atividades relacionados às ciências naturais devem proporcionar ao aluno do 1º ciclo do Ensino Fundamental a aquisição de diferentes capacidades, entre as quais “estabelecer relações entre características e comportamentos dos seres vivos e condições do ambiente em que vivem, valorizando a diversidade da vida”, e “utilizar características e propriedades de [...] seres vivos para elaborar classificações” (BRASIL, 1997, p. 46-47). Entre os temas a serem trabalhados com os alunos estão “necessidades vitais”, “seres vivos” e “relação entre os seres vivos” (KRASILCHIK, 2004). Portanto, o

⁶ ATP significa Trifosfato de adenosina.

⁷ Ácido ribonucleico.

⁸ Ácido desoxirribonucleico.

professor em sala de aula precisa estar preparado para discutir a questão, respondendo as dúvidas e desfazendo conceitos errôneos.

Considerando esses aspectos, se constitui a presente pesquisa, que tem por objetivo avaliar o grau de conhecimento de um grupo de professores do Ensino Fundamental I da rede pública e privada da Zona Sul da cidade de São Paulo sobre as características exclusivas dos seres vivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram obtidos por meio de um questionário, com questões abertas e fechadas, aplicado a 48 professores das séries iniciais do Ensino Fundamental de escolas públicas e particulares do bairro Chácara Flora, subprefeitura da Cidade Ademar, Zona Sul do Município de São Paulo.

O questionário foi dividido em três partes. A primeira incluiu levantamento sobre a formação acadêmica dos professores, o interesse sobre os temas do ensino de ciências, tempo de experiência profissional e o valor atribuído para o ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A segunda abordou o uso dos recursos didáticos metodológicos no que se refere à qualidade e utilização dos mesmos. A terceira visou a analisar as concepções dos partícipes quanto aos seres vivos e às características gerais dos vertebrados terrestres com ênfase para espécies da fauna brasileira.

Foi analisada aqui a questão 18 “Cite duas características exclusivas dos seres vivos”, formulada de acordo com a visão tradicional sobre a definição de vida (EMMECHE e EL-HANI, 2000), considerando que, como exposto por Mayr (1998, p. 71), “os processos da vida podem ser definidos [e] não há dúvida de que os organismos vivos possuem certos atributos que não se encontram, ou não se encontram da mesma maneira, nos objetos inanimados”. Os dados coletados foram organizados para análise considerando-se as três grandes categorias já mencionadas: metabolismo, reprodução hereditária e ciclo de vida.

RESULTADOS

A questão “Cite duas características exclusivas dos seres vivos” foi respondida por 32 professores (66,7% do total), tendo alguns relacionado mais de duas características. Obteve-se assim um total de 78 citações (2,4 citações/professor) distribuídas entre 21 características diferentes. Embora a pergunta solicitasse a apresentação de características, dois professores responderam citando tipos de seres vivos: mamíferos (categoria taxonômica), ovíparos (modo reprodutivo), animais herbívoros (hábito alimentar) e animais carnívoros (hábito alimentar).

Dessa forma, apenas 30 professores (62,5% do total) responderam de fato à pergunta, apresentando apenas 17 características. Quatro características (23,5%) estão incorretas por representarem possibilidades não definidas (formato e aparência) ou características específicas apenas de alguns seres vivos (pensamento e linguagem/fala). Portanto, o número de professores que respondeu corretamente à questão diminuiu para 28 (58,3% do total) e o número de características corretas caiu para 13 (76,5% do total), agrupadas em três categorias: ciclo de vida, reprodução hereditária e metabolismo (tabela 1).

TABELA 1 – Características exclusivas dos seres vivos citadas por 28 professores do Ensino Fundamental

Categoria	Características	Nº de citações	Citações por categoria
Ciclo de vida	Nascer	17	41
	Morrer	12	
	Crescer	10	
	Passar por ciclo vital	1	
	Desenvolver-se	1	
Reprodução hereditária	Reproduzir	15	17
	DNA	1	
	Evolução	1	

Categoria	Características	Nº de citações	Citações por categoria
Metabolismo	Respirar	8	12
	Precisar de alimento	1	
	Precisar de água	1	
	Precisar de sol	1	
	Possuir células	1	

A categoria mais frequente foi ciclo de vida, com cinco características (38,5%), as quais receberam 41 citações (58,6%). A segunda categoria mais apontada foi a reprodução hereditária, com três características (23,0 %) e 17 menções (24,3%). Da categoria metabolismo foram cinco características (38,5%) e 12 menções (17,1%).

Considerando-se a categoria ciclo de vida (Tabela 1), três características receberam destaque: nascer, com 17 menções (24,3%); morrer, com 12 (17,1%) e crescer, com 10 (14,3%). Considerando-se a categoria reprodução hereditária, apenas uma característica recebeu destaque: reproduzir, com 15 menções (21,4%). Considerando-se a categoria metabolismo, apenas uma característica recebeu destaque: respirar, com oito menções (11,4%). No total, outras oito características foram mencionadas, embora apenas uma vez cada (passar por ciclo vital, desenvolver-se, DNA, evolução, precisar de alimento, precisar de água, precisar de sol e possuir células).

Os dados mostram ainda que dezesseis professores (57,1%) responderam características pertencentes a duas categorias distintas, quase sempre ciclo de vida e reprodução hereditária.

DISCUSSÃO

Como apontado por Krasilchik (2004), temas referentes aos seres vivos, como relações ecológicas e processos fisiológicos, devem ser trabalhados com os alunos do Ensino Fundamental. O número de professores que respondeu corretamente à questão analisada foi baixo, não chegando a 59%. Desses, apenas 57,1% citaram características relacionadas a duas categorias e nenhum mencionou características das três categorias. Esse resultado deve ser reflexo do fato de que responder à clássica pergunta “O que é vida?” não é uma tarefa simples (EIGEN, 1997; DAVIES, 2000; WARD e BROWNLEE, 2000).

Algumas definições práticas para explicar a vida podem ser encontradas na literatura. Ward e Brownlee (2000, p. 83), por exemplo, afirmam que “a vida é capaz de crescer, reproduzir-se e reagir a mudanças no ambiente”, enquanto Hartman (2000, p.239) declara que “uma entidade é chamada de viva quando evolui por meio de replicação, mutação e seleção natural”. Essas definições, entretanto, estão incompletas, o que fica claro na comparação com as listas de características inerentes aos seres vivos apresentadas por diversos autores.

Considerando-se as respostas corretas, fica evidente que mais da metade dos professores preocupou-se com características pertencentes à categoria etapas do ciclo de vida. Considerando-se as características independentemente, as mais citadas foram: nascer, reproduzir, morrer, crescer e respirar, que juntas somaram quase 89,0% das respostas corretas.

Os resultados deixam claro que percentual considerável dos professores não soube responder corretamente a questão proposta (cerca de 42%) e que, entre os que obtiveram êxito, poucos consideraram características de mais de uma categoria. Também fica patente que as categorias reprodução hereditária e metabolismo foram relegadas a um segundo plano.

Mediante aos dados apresentados podemos afirmar que o conhecimento sobre os seres vivos dos professores participantes desta pesquisa não são suficientemente sólidos para que possam ensinar com propriedade àqueles que estiverem sob sua tutela educacional. A ação educativa desses professores nessa respectiva área de ensino pode proporcionar formação deficitária, com possível aquisição de conhecimento de senso comum por parte de seus alunos, além da falta de desenvolvimento da habilidade cognitiva científica. Isso gera significativa preocupação, já que nos últimos dados de pesquisa do Programme for International Student Assessment (PISA⁹), no ano de 2000, o Brasil apresentou péssimos índices na área de Ciências. “Este resultado indica o que já foi divulgado anteriormente: o desempenho global dos estudantes brasileiros de 15 anos na prova de Ciências foi bastante inferior ao resultado global. O mesmo pode se observar da análise da prova de Português [INEP, 2001] e da prova de Matemática (BARROSO e FRANCO, 2008, p. 6).

⁹ O PISA é um programa internacional de avaliação educacional organizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Do ano 2000 para 2006, os índices de Ciências do Brasil no PISA ampliaram: de 375 para 390. Todavia, o país está classificado entre os piores resultados, sobretudo, nessa área de conhecimento, os quais nos posicionam na sexta pior colocação. Nos quadros abaixo se encontram os dados que demonstram que, após seis anos, o Brasil não mudou muito.

QUADRO 1 – Médias gerais MAIS ALTAS em número de pontos dos alunos

Países	Conhecimentos		
	Ciências	Matemática	Leitura
Países da OCDE	500	492	498
BRASIL	390	393	370
FINLÂNDIA	563	548	547
CHINA (HONG KONG)	542	547	536
CANADÁ	534		527
CHINA (FORMOSA)	532	549	--*
ESTÔNIA E JAPÃO	531	--*	--*
CORÉIA	--*	--*	556
NOVA ZELÂNDIA	--*	--*	521
HOLANDA	--*	531	--*
SUIÇA	-*	530	--*

Fonte: INEP, Relatório do PISA, 2007.

* Os dados não foram informados.

QUADRO 2 – Médias gerais MAIS BAIXAS em número de pontos dos alunos

Países	Conhecimentos		
	Ciências	Matemática	Leitura
Países da OCDE	500	498	492
BRASIL	390	370	393
KIRZQUISTÃO	322	311	285
QATAR	349	318	312
AZERBAJÃO	382		352
TUNISIA	386	365	380
ARGENTINA		381	374
COLOMBIA	388	370	--*

Fonte: INEP, Relatório do PISA, 2007.

* Dados não informados.

Uma possível solução para sanar essas deficiências seria garantir a esses professores a oportunidade de rediscutir questões básicas e centrais da Biologia, em cursos de formação continuada, buscando-se garantir o que Rosa e Prado (2008) consideram de extrema importância ao se pensar formação docente: “é necessário uma organização do projeto político pedagógico fundamentado nas dimensões política, profissional e pessoal” (p. 120).

Entende-se por dimensão política a formação pautada nos princípios freireanos, nos quais se fundamenta a necessidade de uma formação crítica e política sobre os diferentes processos educativos, seja na educação formal ou não-formal, possibilitando um olhar crítico sobre o fazer pedagógico em relação aos valores implícitos e explícitos da ação educativa. Por dimensão profissional, as autoras caracterizam a necessidade de se garantir sólida formação nas diferentes áreas de conhecimento, seja em relação às áreas básicas do currículo em que estará sob sua tutela enquanto professor e as áreas dos fundamentos da educação e didático-metodológicos. Vale ressaltar, ainda, que os saberes e conhecimentos relacionados a essa dimensão não são constituídos meramente nos cursos de formação inicial de professores, mas ao longo de sua vida, por meio de cursos, troca de experiências, formação continuada e participação ativa em eventos educacionais.

A dimensão pessoal compreende os aspectos relacionados à subjetividade do sujeito que enquanto formador, se constitui ao sabor das relações sociais. Ser professor não é uma característica ontológica (FREIRE, 1997; PINTO; 2000; MORIN, 2001); sua maneira de ser e de agir como professor é fundamentada pelas diferentes experiências vividas. E, como afirma Nóvoa (1988): é possível conciliar o **eu pessoal** com o **eu profissional**.

Todavia, convém explicitar que, além de se realizar na trajetória de vida do educador, a formação profissional docente ocorre também através de sua formação inicial, que se dá nas universidades.

Se essa formação inicial não acontecesse, a função social dos cursos de graduação perderia sua essência e responsabilidade social. (ROSA e PRADO, 2008, p.117).

Por esse motivo, os projetos de formação docente devem reconhecer e respeitar as três dimensões discutidas anteriormente, para que se possa

reconhecer o sujeito em processo de formação e oferecer fundamentos teóricos e práticos que contribuam efetivamente na constituição do profissional da educação competente, responsável e compromissado. Caso isso não ocorra, podem-se encontrar professores ativos na docência com déficit de conhecimento para ensinar o básico aos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, como se constatou nesta pesquisa.

A questão abordada no presente trabalho, “as características dos seres vivos”, é apenas uma entre tantas relacionadas à alfabetização científica. Discutindo a questão da alfabetização científica, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 3) comentam que:

São necessários especialistas para popularizar e desmistificar o conhecimento científico, para que o leigo possa utilizá-lo na sua vida cotidiana. Os meios de comunicação e, principalmente, as escolas podem contribuir substancialmente para que a população tenha um melhor entendimento público da Ciência.

Embora Lorenzetti e Delizoicov (2001) citem o papel dos meios de comunicação na alfabetização científica, eles deixam claro a importância fundamental da escola/professor nessa questão. Se os professores não estiverem bem preparados, a alfabetização científica ficará comprometida. É importante lembrar que a alfabetização científica ocorre em três níveis diferentes, cada qual com uma importância fundamental: alfabetização científica prática (que capacita o indivíduo para solucionar problemas básicos do seu cotidiano), alfabetização científica cívica (que torna o indivíduo melhor informado sobre ciências, de forma a capacitá-lo para participar do processo democrático em uma sociedade cada vez mais apoiada na tecnologia) e alfabetização científica cultural (que permite aos indivíduos especialmente interessados em Ciências manterem-se inteirados sobre os últimos avanços no campo científico) (SHEN, 1975).

Estratégias para aprimorar a formação dos professores devem ser propostas e fomentadas com urgência. E como Freire (1997), Morin (2001) e Vieira (2001) afirmam: o ser humano é um ser inacabado. Portanto, a formação do sujeito deve ser sempre uma formação continuada (ROSA e SCHNETZLER, 2003), inclusive, quando possível, com formação em nível de pós-graduação (SCHNETZLER, 2002). Essa formação continuada deve ser do tipo “investigação-ação” (ROSA e SCHNETZLER, 2003) que exige dos envolvidos uma busca sistemática, compartilhada, de

meios para melhorar as ações de ensino e aprendizagem (FELDMAN e CAPOBIANCO, 2000). O desenvolvimento de projetos voltados ao ensino de ciências é outra estratégia que vem dando bons resultados (SCHNETZLER, 2002).

Não se pretende, entretanto, com esse artigo propor ações imediatistas para se resolver o problema da má qualidade de ensino no Brasil, nem tampouco trazer respostas prontas e acabadas para se melhorar a formação dos professores. Até porque a realização disso perpassa substancialmente por questionamentos e discussões entre os envolvidos no processo de formação. A construção de um projeto pedagógico fundamentado teoricamente a partir das reais necessidades dos professores pode ser um caminho possível de ser realizado. Aliás, a educação deve ser construída humana e coletivamente.

REFERÊNCIAS

BARROS, H. L. Entropia e vida: a questão do tempo linear, p. 187-206. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

BARROSO, Marta F., FRANCO, Creso. AVALIAÇÕES EDUCACIONAIS: O PISA E O ENSINO DE CIÊNCIAS. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0103-2.pdf>> Acesso em: 20 jan 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CLARK, W. **Sexo e as origens da morte: como a ciência explica o envelhecimento e o fim da vida**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

DAMINELI, A.; DAMINELI, D. S. C.. Origens da vida. Estudos Avançados 2007, 21(59): 263-284.

DAVIES, P. **O quinto milagre:** em busca das origens da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DAWKINS, R. **O rio que saía do Éden:** uma visão darwiniana da vida. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

DE DUVE, C.. **Poeira vital:** a vida como imperativo cósmico. Rio de Janeiro: Campus, 1997a.

DE DUVE, C.. RNA sem proteína ou proteína sem RNA? In: MURPHY, M. P.; O'NEILL, L. A. J. (Orgs.). **“O que é vida?” 50 anos depois:** especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: UNESP, 1997b. p. 95-99.

EIGEN, M.. O que restará da biologia do século XX? In: Murphy, M. P.; O'Neill, L. A. J. (Orgs.). **“O que é vida?” 50 anos depois:** especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: UNESP, 1997. p. 13-33.

EMMECHE, C.; EL-HANI, C. N. Definindo vida, In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, p. 31-56.

FELDMAN, A.; CAPOBIANCO, B. **Action Research in Science Education.** ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. Disponível em: <<http://www-unix.oit.umass.edu/~afeldman/ActionResearchPapers/FeldmanCapobianco2000.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática docente. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

GOULD, S. J. “O que é vida?” como um problema histórico, p. 35-51. In: MURPHY, M. P.; O'NEILL, L. A. J. (Orgs.). **“O que é vida?” 50 anos depois:** especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: UNESP, 1997a.

GOULD, S. J. Três aspectos da evolução. In: BROCKMAN, J; MATSON, K. (Orgs.). **As coisas são assim.** Pequeno repertório científico do mundo que nos cerca. São Paulo: Cia. das Letras, 1997b. p. 95-100.

HARTMAN, H. Vírus, evolução e a origem da vida. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 233-242.
INEP. Relatório do PISA, 2007.

KAUFFMAN, S. A.. “O que é vida?”: Schrödinger estava certo?, In: MURPHY, M. P.; O’NEILL, L. A. J. (Orgs.). **“O que é vida?” 50 anos depois:** especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: UNESP, 1997.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** São Paulo, EDUSP, 2004.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 3(1):1-17, 2001. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v3_n1/leonir.PDF>. Acesso em: 20 jan. 2009.

MADDOX, J. **O que falta descobrir:** explorando os segredos do universo, as origens da vida e o futuro da espécie humana. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

MARGULIS, L.; SAGAN, D. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002.

MAYNARD SMITH, J.; SZATHMÁRY, E. Linguagem e vida, In: MURPHY, M. P.; O’NEILL, L. A. J. (Orgs.). **“O que é vida?” 50 anos depois:** especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: UNESP, 1997. p. 83-94.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico.** Brasília: UnB, 1998.

MAYR, E. Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo, Companhia das Letras, 2005.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Evolução, In: EL-HANI, C. N. & VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 153-185.

MURPHY, M. P.; O'NEILL, L. A. J. "O que é vida?" uma introdução sobre os próximos 50 anos. In: MURPHY, M. P.; O'NEILL, L. A. J. (Orgs.). **"O que é vida?" 50 anos depois: especulações sobre o futuro da biologia.** São Paulo: UNESP, 1997. p. 9-12.

MORIN, E. **Sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez, 2001.

NÓVOA, A.; FINGER, M. (Org.). **O método (auto) biográfico e a formação.** Lisboa: Ministério da Saúde, 1988.

NUNES, L. R.; OLIVEIRA, R. C. Replicação do DNA, In: El-Hani, C. N.; Videira, A. A. P. **O que é vida? Para entender a biologia do século XXI.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 139-151.

PAPAVERO, N.; Balsa, J. **Introdução histórica e epistemológica à biologia comparada, com especial referência à biogeografia. I.** Do Gênesis ao fim do Império Romano do Ocidente. Belo Horizonte: Biótica & SBZ, 1986.

PINTO, Alvaro Vieira . **Sete lições sobre educação de jovens e adultos.** São Paulo: Cortez, 2000.

RAMOS-VASCONCELOS, G.; Alves, A. L. H. & Hermes-Lima, M.. Radicais livres, antioxidantes e a adaptabilidade animal. In: EL-HANI, C. N.; SAHTOURIS, E. **A dança da Terra.** Sistemas vivos em evolução: uma nova visão da biologia. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 2000. p. 209-231.

ROSA, Ana Cristina e PRADO, Edna. **Educação de jovens e adultos: as dimensões política, profissional e pessoal na formação docente.** Olhar de professor, Ponta Grossa, 10(2):103-122, 2008. Disponível em: <<http://www.uepg.br/olhardeprofessor>> Acesso em: 22 out. 2008.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. **Ciência & Educação,** Bauru, 9(1):27-39, 2003. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=178&article=62&mode=pdf>> . Acesso em: 20 jan. 2009.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, 25(Supl. 1):14-24, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

SCHNEIDER, E.D.; KAY, J. J. Ordem a partir da desordem: a termodinâmica da complexidade biológica,. In: MURPHY, M. P.; O'NEILL, L. A. J. **“O que é vida?” 50 anos depois: especulações sobre o futuro da biologia**. São Paulo: UNESP, 1997, p. 187-201.

SCHRODINGER, E. O que é vida? O aspecto físico da célula viva seguido de *Mente e matéria* e *Fragmentos autobiográficos*. São Paulo, Fundação Editora da UNESP (UNESP/Cambridge), 1997.

SHAPIRO, R. 1997. De onde viemos?,. In: Brockman, J & Matson, K. orgs.. *As coisas são assim. Pequeno repertório científico do mundo que nos cerca*. São Paulo, Cia. Das Letras, 1997, p. 57-63.

SHAPIRO, R. Uma origem mais simples da vida. *Scientific American Brasil*, 2007. (62): 36-43.

SHEN, B. S. P. Science literacy. **American Scientist**, North Carolina, 63:265-268, 1975.

VAL, V. M. F. A.; BICUDO, J. E.; VAL, A. L. Metabolismo, In: El-Hani, C. N.; Videira, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, p. 105-138.

VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.

VIEIRA PINTO, ÁLVARO. **As sete lições sobre jovens e adultos**. São Paulo: Cortez, 2001.

WARD, P. D.; BROWNLEE, D. **Sós no universo?** Por que a vida inteligente é improvável fora do planeta Terra. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

WATSON, J. D.; BERRY, A. DNA. **O segredo da vida**. São Paulo, Companhia das Letras, 2005.