

# O PENSAMENTO CIENTÍFICO NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO

DALVA MARIA ROSSI TAVARES<sup>1</sup>

*"Saber como funciona este mundo  
impregnado de tecnologia é  
indispensável ao bem estar de  
pessoas e países. Além do mais,  
pode ser algo emocionante."*

**Carl Sagan**

## A Alfabetização Científica

No ensino das Ciências da Natureza, como em todo o ensino fundamental e médio, há uma preocupação com um processo de revisão e redefinição dos seus objetivos e formas de trabalho, principalmente, com a perspectiva de responder: qual função deve desempenhar para atender às características da sociedade atual, que como pode facilmente ser verificado através da mídia, sofre uma crescente intervenção da tecnologia na organização do seu dia-a-dia.

Este processo nos remete a duas situações: considerarmos a nossa condição de seres humanos, portanto seres sociais, políticos, com uma história a ser levada em conta, e termos clareza de quais

---

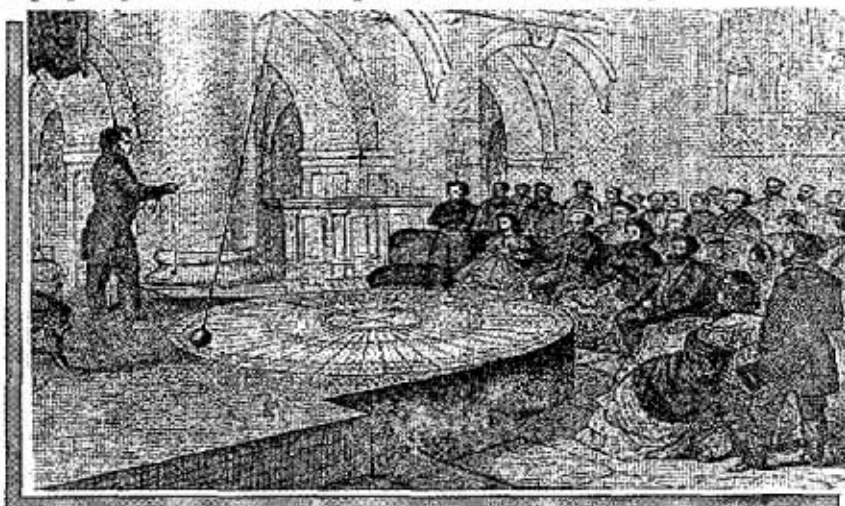
<sup>1</sup> Coordenadora da "Estação Ciência", Universidade de São Paulo – USP.

caminhos queremos trilhar, enquanto espécie que explora um certo espaço.

Assim, ao refletir sobre o mundo em que vivemos, percebemos que não é mais possível compreendê-lo sem termos noções tanto do pensamento científico, como da tecnologia. Desta maneira, não é possível pensarmos na formação do cidadão, sem que este tenha o mínimo transito na estrutura do saber científico.

No entanto, a maioria da população faz uso e convive com incontáveis produtos científicos e tecnológicos, sem que os indivíduos reflitam sobre os processos envolvidos na sua criação, produção e distribuição, de forma a perder a autonomia de opção, subordinando-se às regras do mercado e da mídia, encontrando-se impedidos do exercício da cidadania crítica e consciente.

Conseqüentemente, se quisermos promover uma real compreensão da relação entre os seres humanos e o seu meio natural, faz-se necessário reconhecer o pensamento científico e a tecnologia, como instrumentos que devem ser usados para a melhoria das condições de vida de uma sociedade. Isto torna-se possível a partir de um processo contínuo de educação, que deve começar na mais tenra idade, se considerarmos que *"...a criança não é o cidadão do futuro, mas já é cidadã hoje..."* (1996, Parâmetros Curriculares Nacionais, p. 5) Neste sentido conhecer as Ciências da Natureza é ampliar sua possibilidade presente de participação social e não postergar esta participação para um futuro, que talvez não aconteça.



In: 1972, ASIMOV, p. 140

*“... a ciência era parte integrante da cultura da Europa Ocidental. Desde a Grande Exposição de 1851 até o início da Primeira Guerra Mundial, a ciência foi o orgulho da Europa, atraindo platéias e a participação popular.”* (1992, Schwartz, p. 18). Esta ilustração da apresentação do famoso experimento de Foucault em Paris 1851, que demonstrou o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo através do balanço de um pêndulo, exemplifica a citação acima.

Todos nós temos uma participação, como indivíduos e como sociedade, no processo de “alfabetização científica”. O entendimento das Ciências da Natureza torna possível à todos participarem da riqueza e excitação da compreensão do mundo natural. A “alfabetização científica” possibilita às pessoas o uso de princípios científicos, nos processos pessoais de tomadas de decisão e a participação em discussões de questões científicas que afetam a sociedade.

Uma base sólida em Ciências da Natureza fortalece muitos dos talentos, que as pessoas usam todos os dias, como resolver problemas criativamente, pensar criativamente, trabalhar cooperativamente em grupos, usando efetivamente a tecnologia, e valorizando o aprendizado ao longo de suas vidas. Além, de dar força à produtividade econômica de uma sociedade, que está firmemente ligada aos talentos científicos e tecnológicos da força de trabalho.

Vários indivíduos tem um papel crítico na melhoria dos interesses nacionais de uma nação, que passam pela educação científica de seu povo: professores, supervisores do ensino de ciência, os organizadores de currículos, administradores escolares, associações de pais e mestres, pais, pessoas que trabalham e dirigem museus, zoológicos, e centros de ciências, editores, cientistas, homens de negócios e indústrias, legisladores e outros oficiais públicos. E para que tenham seus olhos voltados à melhoria da educação em ciência, todos tem que agir juntos, com um mesmo ideal: dar a todos os estudantes a merecida oportunidade de se tornarem cientificamente alfabetizados, de maneira que, ao se familiarizarem com as idéias básicas do conhecimento científico, possam ter uma vida plena e produtiva.

## O conhecimento biológico

*"O mundo fica diferente depois de aprender Ciências da Natureza. Por exemplo, árvores são feitas primariamente de ar. Quando queimadas, elas vão de volta para o ar, e no calor da chama é liberado o calor da chama ao sol, que sem dúvida converteu o ar em árvores. E nas cinzas está o pequeno restante da parte que não veio do ar, mas sim da terra sólida. Estas são coisas maravilhosas, e o conteúdo das Ciências da Natureza está espetacularmente cheio delas. Elas são bastante inspiradoras e podem ser usadas para inspirar outros."*

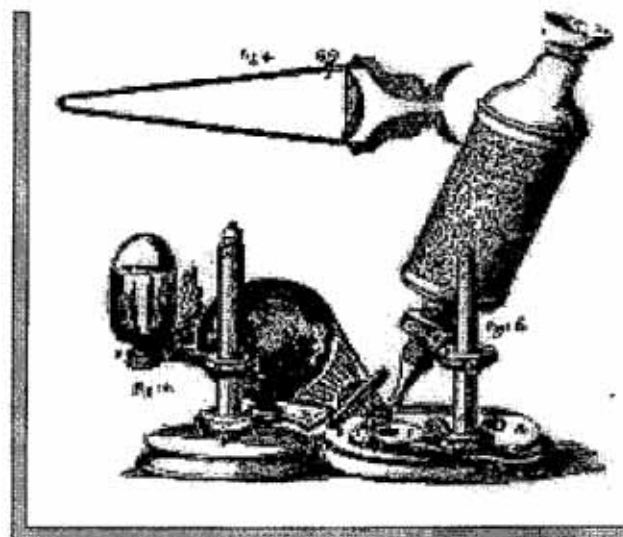
**Richard Feynman**

O registro das pinturas rupestres nos mostram que desde os seus primórdios o homem se preocupou em compreender certos aspectos da vida dos animais, das plantas e do seu corpo. Provavelmente os primeiros a escrever sobre os seres vivos foram os Gregos, destacando-se entre eles Aristóteles (384 – 322 a. C.). São dele muitos dos princípios biológicos ainda válidos até hoje. Ele observou que os organismos estão sempre adaptados ao meio em que vivem.

Nos séculos XIV, XV e XVI com o advento do Renascimento, os estudos sobre os seres vivos tomam novos rumos, pintores e escultores como Leonardo da Vinci, preocupados em retratar fielmente homens e animais, passam a se interessar pela anatomia. Estes estudos revelaram a enorme complexidade dos organismos vivos, estimulando estudiosos a investigar o funcionamento do corpo humano.

A classificação dos seres vivos, também foi outra grande preocupação dos naturalistas. No final do **século XVII** os seres vivos eram classificados em três grandes grupos: **animais**, **vegetais** e **minerais**. No início do século XVIII, com o avanço do conhecimento descobriu-se que animais e plantas tinham muito em comum, sendo bem diferentes dos minerais, e os componentes da natureza passam a ser divididos em dois grandes grupos: **vivos** e **não vivos**. É nessa época que começa realmente a surgir uma ciência voltada para o estudo da vida, a Biologia (do grego *bios*, vida e *logos*, estudo, ciência). O termo foi cunhado quase que simultaneamente por Lamarck, Treviranus e Oken, no final deste século. Mas foi com os progressos

do século XIX, que realmente podemos falar do início dos estudos biológicos, que fundamentaram a Biologia que é praticada hoje.



**Microscópio composto criado por Robert Hooke (1635-1703)**  
Foto: The Bettmann Archive. In: Grölier Enciclopédia Multimídia, 1996

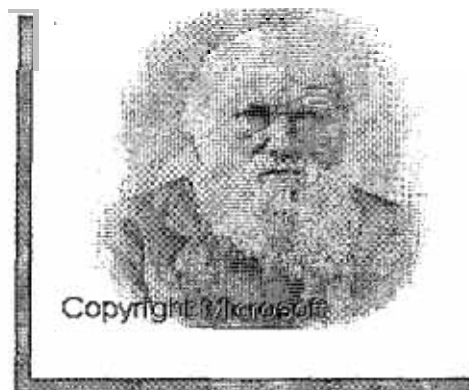
Por volta de 1830 é inventado o microscópio acromático, o que possibilitou um grande avanço no estudo das células. Graças ao esforço de vários cientistas, como o botânico Mattias J. Scheiden, do fisiologista Theodor Schwann e um longo período de estudos e observações, chegou-se a conclusão que todos os seres vivos são formados de células, conceito que ficou conhecido como Teoria Celular. Foi descoberto que a formação dos seres multicelulares é sempre resultado de uma proliferação de células, algo como um tipo de germinação.

A fecundação, processo no qual duas células provindas dos pais – os gametas – se fundem para formar a primeira célula do novo ser, a célula-ovo ou zigoto, que dá origem às demais células do corpo torna-se conhecida.

Novos avanços levam a conclusão de que os gametas possuem a “informação” para a produção de um novo organismo. A semelhança entre pais e filhos é explicada pela transmissão dessas informações. Essas idéias culminaram com a descoberta dos princípios básicos das leis da hereditariedade, através dos experimentos com linhagens de

ervilhas, feitos nos jardins do mosteiro de Brün, na República Tcheca, pelo monge austríaco Gregor Johann Mendel (1822 –1884). Publicados em 1868 e esquecidos por quase quarenta anos, só foram redescobertos em 1900. As análises estatísticas feitas por Mendel serviram de base para a genética moderna.

Apesar de toda a produção das ciências biológicas ocorrida até o século XVII, para Dampier (1986, p. 143-144) “nos séculos XVII e XVIII foi a astronomia o que mais influiu no espírito dos filósofos e do cidadão comum. Copérnico destrona a Terra de sua posição central No Universo, ... Galileu e Newton provaram que os corpos celestes, não mais divinos e incorruptíveis, se movem ...” No entanto, no século XIX “... essa alteração, já assimilada, não mais causava preocupação. (...) A revolução seguinte no pensamento científico e filosófico veio da biologia, sendo Charles Darwin (1809 – 1882) a sua principal figura. A velha teoria da evolução tornou-se digna de crédito mereê de seu conceito de seleção natural, tendo o homem de reconhecer o seu verdadeiro lugar no reino animal.” Surge, então uma nova visão da Natureza e do próprio homem em relação a Natureza. As idéias evolucionárias se espalharam da biologia para outros ramos do conhecimento e ainda hoje permanecem consistentes mesmo depois de mais de um século de críticas feitas por pesquisadores e religiosos apaixonados.



**Charles Darwin (1809-1882)**

Foto: The Bettmann Archive. In: Grãier Enciclopédia Multidãcia, 1996

A Teoria da Evolução, na opinião de Ernst Mayer (1963, p. 26) “... é muito justamente considerada a maior teoria **unificadora em**

**Biologia.** A diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e de comportamento, adaptação e interação, tudo isso era simplesmente caótico até que recebesse sentido, dado pela teoria da Evolução . Não há campo, na Biologia, em que essa teoria não tenha servido como princípio ordenador.”

Ela explica as diferenças entre os vários grupos de seres vivos e, até certo ponto, relaciona essas diferenças com o lugar e o modo de vida desses organismos e com sua história, o que o naturalista Lineu (1707 – 1778) não podia compreender ao elaborar o seu sistema de classificação. Ela dá ênfase à relação dinâmica entre estrutura e função, mostrando que a Anatomia e a Filosofia, ou o Comportamento, não podem ser estudados e entendidos separadamente. Ambas evoluíram necessariamente juntas, a função plasmando a estrutura e esta dirigindo e orientando a atividade.

Ainda no século XIX a Biologia Médica descobre que muitas doenças são causadas por micróbios. Surge a Microbiologia, são desenvolvidas técnicas de imunização por meio de vacinas, pelo médico inglês Eduard Jener (1749-1823). Luis Pasteur (1822-1859), químico e microbiologista francês, descobre microorganismos causadores de doenças, desenvolve o processo de pasteurização, sem o qual muitas indústrias de alimentos não teriam progredido tanto. Joseph Lister (1827-1912), cirurgião inglês é o pioneiro nas técnicas de esterilização de salas e instrumentos cirúrgicos. Robert Kock (1843-1910), micorbiologista alemão descobre o bacilo causador da tuberculose.

O século XX é caracterizado por um desenvolvimento sem precedentes do conhecimento científico em biologia, na história da humanidade. Especificamente nestes últimos vinte anos fizemos enormes avanços no entendimento dos principais mecanismos vitais físicos e químicos.

Na década de 30 surge a Biologia Molecular, termo cunhado em 1938 pelo físico Warren Weaver. Com técnicas novas e refinadas, trazidas da Física e da Química, a Biologia Molecular, passa a estudar as estruturas, as funções e a biossíntese dos dois grandes polímeros biológicos: os ácidos nucléicos (substâncias que constituem os genes) e as proteínas.

Em meados da década de 70 surgem a Engenharia Genética e a Biotecnologia, fruto das pesquisas científicas no campo da Biologia Molecular, desenvolvidas nas décadas de 30, 40 e 50. Époça em que as conquistas do século XIX começam a adquirir uma base teórica mais rigorosa. Segundo Schwartz (1992, p.164) nesta fase a Biologia deixa o seu "... estado descritivo e classificatório em que estivera até o século XIX para métodos de trabalho mais analíticos e experimentais, como os da física e química."

Destacam-se grandes nomes da Física, da Química e da Biologia, como William Astbury, Oswald Avery, Max Delbrück, Salvatore Luria, Linnus Pauling, Max Perutz, James Watson e Francis Crick. Surgem técnicas sem precedentes: em 1953 James Watson e Francis Crick estabelecem o modelo molecular do DNA; torna-se possível manipular o DNA e isolar os genes, "as receitas químicas da hereditariedade"; o código genético passado de pai para filho, é decifrado; genes que são retirados de um organismo e colocados em outra espécie, passam a funcionar para produzir características novas, bactéria tratada com os procedimentos do DNA recombinante passam a produzir medicamentos importantes como a INSULINA (para o tratamento de diabéticos), ou o INTERFERON (contra infecções virais e algumas formas de câncer), e o hormônio do crescimento, ou podem ser usadas para decompor certos tipos de lixo; surgem soluções para problemas como a infertilidade – inseminação artificial, fertilização "in vitro", cura de doenças causadas pela herança genética, melhoramento de espécies e a clonagem de indivíduos; as técnicas de transplante graças ao controle dos processos de rejeição, tornam-se diversificadas e cada vez precisas.

Ao mesmo tempo que esse avanço científico e tecnológico cresce, surgem também as preocupações atuais como: preservação do ambiente terrestre; interação entre seres vivos e o ambiente; aumento da população; mau uso dos recursos naturais; resíduos da atividade humana – lixo, esgoto, sobras industriais – acumulam-se; a disponibilidade água, petróleo e gás natural é reduzida, percebe-se que esses elementos da natureza não são inesgotáveis e tornam-se cada vez mais escassos e caros.

Todos esses avanços poderão oferecer uma contribuição fundamental para a humanidade, dependerá somente do uso que será feito deles. A discussão desses problemas envolvem aspectos



científicos, questões econômicas, políticas, filosóficas, religiosas e sobretudo ética. Isto só se tornará possível a partir, como já foi mencionado antes, de um processo contínuo de educação, que nos permitirá reconhecer o pensamento científico e a tecnologia, como instrumentos que devem ser usados para a melhoria das condições de vida de uma sociedade

Muito provavelmente, hoje estamos presenciando uma nova revolução na Biologia, que mais uma vez poderá provocar grandes mudanças sociais e até éticas.

### **O Pensamento Científico na Biologia e o Ensino Médio**

*"Pusemo-nos a destrinchar o processo da vida com nossas tesouras de pesquisa. Fomos do organismo para o órgão, do órgão ao tecido, do tecido à célula, até chegarmos à molécula de DNA em sal ambiente celular. Continuamos a picotar. Decomposemos o DNA. Decomposemos o ambiente. Com surpresa descobrimos que a vida desapareceu. Para onde ela foi?"*

**Joseph Schwartz**

A Biologia é a ciência dos sistemas vivos. Toda as especialidades da Biologia, a Botânica, a Zoologia, a Ecologia, a Engenharia Genética, etc. são voltadas para o estudo da vida e suas características. Essas características incluem a organização celular, o metabolismo, resposta a estímulos, desenvolvimento e crescimento, reprodução e ainda a informação necessária para o controle da expressão de tais características. contidas em cada organismo.

Apesar da surpreendente diversidade encontrada nos organismos vivos, a grande preocupação da Biologia dos nossos dias, como ocorre nas outras ciências, é procurar **a universalidade das formas e dos fenômenos** que ocorrem dentre os seres vivos. Até o momento essas diversas formas foram conceitualmente unificadas tanto pela Teoria Da Evolução de Darwin, que explica a diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e de comportamento, adaptação e interação, como pela descoberta da hélice dupla da

molécula do material genético DNA, substância fundamental da vida encontrada no interior das células de todos os seres vivos, expressam a história evolucionária única de cada organismo vivo no mundo.

Assim, a estrutura de um flagelo é essencialmente a mesma para todas as células nucleadas, as moléculas envolvidas no crescimento e metabolismo são notadamente similares, e frequentemente são construídas de subunidades idênticas. As enzimas e catalisadores encontrados nos seres vivos, são agora conhecidos como tendo maneiras similares de ação em todos os organismos. O fenômeno da divisão celular e transmissão do código genético, também parece ser universal.

Tradicionalmente, o objeto de estudo da ciência é agrupado em áreas de âmbito decrescente. Nas ciências da Natureza considera-se a Física como a disciplina que possui o maior âmbito, pois ocupa-se das propriedades físicas de todos os corpos – e todos os corpos tem propriedades físicas. A Química é considerada apenas ligeiramente menos básica, porque todas substâncias materiais tem, também, propriedades químicas, contudo, as propriedades químicas são explicadas por referência às físicas e a Química e Física acabam por fundir-se. Considera-se a Biologia de âmbito mais limitado do que a Física e a Química porque se interessa apenas por aqueles objetos físicos dotados de vida. Todos organismos vivos são objetos físicos, mas nem todos os objetos físicos são vivos. Isso dá à Biologia um **caráter inerentemente interdisciplinar**, ela requer conhecimentos da Física, Química e Matemática e de outras ciências, embora a sua especificidade possa ser orientada para um grupo de organismos, ou um nível de organização.

Deste modo percebemos que dois aspectos fundamentais caracterizam o pensamento científico da biologia: a procura da universalidade das formas e dos fenômenos que ocorrem dentre os seres vivos, o seu caráter inerentemente interdisciplinar.

Entrar em contato com essa nova perspectiva das fontes de informação e entender a Biologia como uma prática científica, representa dar passos diferentes no processo de aprendizagem dos alunos. Nesse caso, deve ser abandonada a assimilação pura e simples de noções e saberes, as vezes até já consolidados, e introduzir a possibilidade do estudante manter uma relação mais ativa e interpretativa em relação ao conhecimento.

Isso representará um grande ganho pedagógico, na medida em que sejam criadas condições para que o aluno perceba que a fonte de investigação não fala por si mesma e nem é prova de uma verdade absoluta. Que o conhecimento organizado faz parte, da produção de um pesquisador, criada num tempo específico, a partir de abordagens teóricas e perguntas escolhidas por ele. Que cada conhecimento é construído por aquele que o formaliza, tendo, num contexto maior, uma história a ser contada sobre a investigação e elaboração das conclusões, isto é, a pesquisa pertence a um tempo histórico, sendo possível de ser reelaborada a partir de novas problemáticas, de novas investigações e de novas premissas teóricas.

Num plano mais amplo, a introdução desse tipo de trabalho na escola dispara, aos poucos, a compreensão, por parte do estudante, de que as conceituações e as noções fornecidas pelos livros expressam diálogos entre as fontes de informações e aqueles que as interpretam.

A pesquisa é, assim, ela própria um objeto de estudo a ser conhecido por todos. E, segundo Schwartz (1992, ps. 20 e 21), "As obras científicas são maneiras de entender o mundo, criadas pela ação humana e que, como as obras de arte, podem ser apreciadas pelo que dizem sobre nós mesmos e nosso desenvolvimento. Descobrir a ciência é um modo de descobrir a nós mesmos."

#### **Referências Bibliográficas:**

- ANDREY, Maria Amália et al. **Para Compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo. São Paulo: EDUC. 1996.
- ASIMOV, Isaac **Asimov's guide to science**. New York: Basic Books, INC. 1972.
- CHASSOT, Attico. **A ciência através dos Tempos**. São Paulo: Editora Moderna. (Coleção Polêmica). 1994.
- COSTA, Newton Carneiro Affonso da. **O conhecimento científico**. São Paulo: Discurso Editorial. 1997.
- DAMPIER, Sir William Cecil. **História da Ciência**. 2ª ed. São Paulo: IBRASA. 1986.
- DAVID L. Hull. **Philosophy of Bioloical Science**. New Jersey: Prentice-Hall Inc. 1975.

- DURANT, John. **Acabar como analfabetismo científico?** In: WITKOWSKI, Nicolas (coord.). **Ciência e Tecnologia Hoje**. São Paulo: Ed. Ensaio. 1995.
- MAYER, Ernst. **Animal Species and Evolution**. Massachusetts: Harvard University Press. 1963.
- PAPAVERO, Nelson & Josette Balsa. **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. 1986.
- PAPAVERO, Nelson. **Introdução Histórica e Epistemológica à Biologia Comparada, com Especial Referência à Biogeografia – II. A idade Média: da Queda do Império Romano do Ocidente à Queda do Império Romano do Oriente**. Rio de Janeiro: Universidade Santa Úrsula. 1989.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS : Ciências. 1996.
- RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge - Das origens à Grécia**. Vol. 1. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor e Circulo do Livro S. A. 1991.
- RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge - Oriente, Roma e Idade Média**. Vol. 2. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor e Circulo do Livro S. A. 1991
- RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge - Da Renascença à Revolução Científica**. Vol. 3. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor e Circulo do Livro S. A. 1991.
- RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge - A Ciência Nos Séculos XIX e XX**. Vol. 4. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor e Circulo do Livro S. A. 1991.
- SCHRÖDINGER, Erwin. **What is Life? The Physical Aspect of Living Cell**. Cambridge: University Press. 1996.
- SCHWARTZ, Joseph. **Momento Criativo: Mito e Alienação na Ciência Moderna**. São Paulo: Editora Nova Cultural LTDA., Editora Best Seller e Circulo do Livro. 1992.
- THÉODORIDÈS, Jean. **História da Biologia**. Lisboa: Edições 70, (Coleção Biblioteca Básica de Ciências). 1984.
- TOMAS, Keith. **O homem e o mundo natural: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais, (1500-1800)**. São Paulo: Companhia das Letras. 1988.