HISTÓRIA DA CIÊNCIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: BREVES CONSIDERAÇÕES

Fernando Bastos *

■ RESUMO: O presente artigo descreve alguns resultados obtidos a partir da pesquisa em Ensino de Ciências dentro das seguintes linhas temáticas: (a) Exame crítico dos relatos de História da Ciência que têm sido apresentados nas escolas; (b) Produção de relatos de História da Ciência que atendam às necessidades específicas do Ensino de Ciências; (c) Estudos em que a História da Ciência é usada como uma das fontes de inspiração para a estruturação de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino; (d) Produção e avaliação experimental de currículos e material de apoio envolvendo conteúdos de História da Ciência.

■ UNITERMOS: Ensino de Ciências. Educação Científica. História da Ciência.

ABSTRACT: This paper describes some results obtained from the research on Science Teaching in the following subject lines: (a) Critical study of History of Science reports presented in schools; (b) Elaboration of History of Science reports that could answer specific needs of Science Teaching; (c) Studies in which History of Science is used as a source of inspiration to structure contents and propose teaching strategies; (d) Production and experimental evaluation of *curricula* and supporting material related to History of Science contents.

KEYWORDS: Science Teaching. Science Education. History of Science.

---

1. Pesquisa sobre o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências

Como se sabe, um dos possíveis caminhos que têm sido enfatizados para a melhoria do Ensino de Ciências é o uso da História da Ciência em basicamente duas circunstâncias: (a) como conteúdo de ensino em si mesma; (b)

---

* Professor Assistente do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências do Câmpus de Bauru (SP) da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

como fonte de inspiração para a definição de conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino. Assim, pesquisas vêm sendo realizadas dentro das seguintes linhas temáticas, entre outras:

1.1. Exame crítico dos relatos de História da Ciência que têm sido veiculados nas escolas

Segundo estudos recentes, a História da Ciência veiculada no ensino superior e nas escolas de 1o. e 2o. graus apresenta uma série de problemas:

- incorre em erros factuais grosseiros;
- ignora as relações entre o processo de produção de conhecimentos na Ciência e o contexto social, político, econômico e cultural;
- dá a entender que os conhecimentos científicos progrediram única e exclusivamente por meio de descobertas fabulosas realizadas por cientistas geniais;
- glorifica o presente e seus paradigmas, menosprezando a importância das correntes científicas divergentes das atuais, a riqueza dos debates ocorridos no passado, as descontinuidades entre passado e presente etc.
- estimula a idéia de que os conhecimentos científicos atuais são verdades imutáveis.

Vejamos alguns exemplos.

Os currículos escolares e os livros didáticos geralmente afirmam que a herança dos caracteres adquiridos foi defendida por Lamarck e *rejeitada* por Darwin. Surpreendentemente, no entanto, a simples leitura de *A origem das espécies* nos mostra justamente o contrário: Darwin *também acreditava que características adquiridas poderiam ser transmitidas de uma geração à seguinte*. Erros factuais desse tipo podem fazer com que as aulas de disciplinas científicas enveredem por caminhos totalmente equivocados (cf. Bizzo, 1992).

A 'descoberta' de que microorganismos podem ser agentes causadores de numerosas doenças é geralmente atribuída a Pasteur e Koch ou apenas a Pasteur. Note-se porém que esses autores não criaram a teoria microbiana das doenças *sozinhos*. Uma brevíssima cronologia histórica já é o suficiente para que essa idéia da criação individualizada se torne no mínimo esquisita[1]:

Antigüidade	Observadores perspicazes lançam hipótese de que certas doenças são causadas por "sêmentes", "animálculos" ou "vermes" e podem ser transmitidas por contágio.
1687	G. C. Bonomo descobre que as "vesículas de água" extraídas das pústulas de pessoas com sarna eram criaturas vivas muito diminutas.

[1] A cronologia foi organizada com base em Rosen (1994).

1834	Bassi descobre que fungo parasitário é agente causal da muscardina, moléstia do bicho-da-seda. Lança hipótese de que doenças contagiosas como varíola, tifo exantemático, peste, sífilis e cólera também se devem a parasitos vivos.
1835-1836	Balsamo-Crivelli e Audouin confirmam trabalho de Bassi.
1840	Jacob Henle apresenta fortes argumentos em favor da idéia de que os 'venenos' causadores de doenças infecciosas são organismos vivos. Nota, entre outras coisas, que a matéria mórbida, após invadir o corpo, passa por período de incubação e parece aumentar com o tempo (o que não ocorreria caso os agentes infecciosos fossem substâncias químicas sob a forma de 'vapores' ou 'miasmas').
1840	Henle estabelece três etapas a serem cumpridas a fim de que se demonstre que um ser vivo específico é agente causador de uma doença: (a) demonstrar presença constante do parasito,(b) isola-lo em meios externos e (c) reproduzir a doença a partir do parasito isolado.
1840-1860	Cagniard-Latour e Schwann estudam papel dos lêvedos na fermentação. David Gruby demonstra a etiologia da tinha por um fungo do gênero *Microsporum*. Pollender e Brauer estudam a relação do antraz com bastonetes encontrados no sangue de animais doentes.
1850-1870	Ferdinand Cohn estuda critérios para classificação de bactérias segundo gêneros e espécies. Joseph Schroeter, colaborador de Cohn, introduz os meios sólidos para o cultivo de bactérias (batata, massa de farinha, carne, albumina de ovo).
1855	John Snow e William Budd concluem que o cólera é causado por um ser vivo específico e que a infecção se dá pelo consumo de água contaminada com fezes de pacientes.
1856	Pasteur descobre que a fermentação e a deterioração das misturas empregadas na fabricação de vinho, cerveja e álcool são causadas por microorganismos. Imagina que criaturas vivas diminutas podem ser agentes causais também de "doenças pútridas e contagiosas" (cf. Rosen, 1994, p. 240).
1865	Joseph Lister estabelece técnicas de assepsia para o tratamento de traumatismos cirúrgicos e outros tipos de ferimentos. Antoine Villemin consegue transmitir a tuberculose por inoculação, de animais doentes para animais saudáveis. Conclui que a causa da doença pode ser um germe microscópico capaz de se multiplicar no organismo.
1865-1866	Pasteur descobre que a *pébrine* e a *flàcherie*, doenças do bicho-da-seda, são causadas por microorganismos específicos.
1870-1880	Idéias "sobre microorganismos e doença estavam confusas". Vários investigadores "afirmavam ter visto, ou até mesmo demonstrado, ser

possível uma espécie de organismo se converter em outra" (Rosen, 1994, p. 241-2).

1876 Robert Koch percorre pela primeira vez as etapas de verificação estabelecidas por Henle e descobre o bacilo causador do antraz.

1878 Pasteur, Jubert e Chamberland apresentam à Academia de Ciências de Paris sua "sensacional comunicação" sobre "a teoria dos germes" (Antunes, 1992, p. 159).

1880 Eberth descobre o microrganismo causador da febre tifóide.
Hansen descobre o microrganismo causador da lepra.
Laveran descobre o microrganismo causador da malária

1882 Koch descobre o microrganismo causador da tuberculose

1883 Koch isola e cultiva o vibrião do cólera.

1894 Yersin e Kitasato descobrem o microorganismo causador da peste

Conforme assinalam Jimenez Aleixandre e Fernandez Perez (1987), livros didáticos e currículos escolares, ao apresentar os experimentos de Gregor Mendel, veiculam indevidamente uma série de afirmações taxativas, ignorando que existem uma série de pontos que estão sob discussão:

- Foi o trabalho de Mendel, à época de sua publicação, lido por parte significativa da comunidade científica ou, ao contrário, permaneceu desconhecido? [Os autores são adeptos da primeira hipótese]
- Se o trabalho de Mendel foi de fato conhecido em sua época, como explicar sua modesta repercussão? Teria sido ele ignorado, mal-interpretado, rechaçado?
- Não estaria a modesta repercussão do artigo de Mendel ligada ao fato de que os cientistas de meados do século XIX sumariamente descartavam a idéia de que os fenômenos biológicos também pudessem estar sujeitos a leis naturais?
- Estava Mendel de fato preocupado com questões de hereditariedade ou guiava-se apenas pela expectativa de produzir conhecimentos mais seguros acerca da transformação de plantas mediante hibridização?
- Trabalhou Mendel a partir de hipóteses claramente delineadas ou produziu seus enunciados somente após a verificação empírica de determinadas tendências constantes indicadas pelos experimentos que realizou?
- O fato de Mendel registrar a descendência de indivíduos híbridos como A+2Aa+a não significaria que ele raciocinou de forma "não-mendeliana", isto é, admitindo que indivíduos "puros" apresentam somente um único fator para característica hereditária que manifestam?

Os autores mencionam também outra questão polêmica digno de nota:

> *Hoje em dia consideramos tão "evidente" a proporção 3:1 entre os fenótipos da 2a. geração que tal proporção pode parecer algo simples de inferir a partir do estudo dos híbridos. Contudo, parece que o próprio*

de Vries utilizava proporções como 77, 5% e 22,5% [...] até ler os "Experimentos" [de Mendel] (Jimenez Aleixandre & Fernandez Perez, 1987, p. 242).

1.2. Produção de relatos de História da Ciência que atendam às necessidades específicas do Ensino de Ciências

Os textos de História da Ciência disponíveis para consulta dificilmente se adaptam às necessidades específicas do Ensino de Ciências nas escolas de 1o. e 2o. graus, talvez porque não reúnam simultaneamente, de modo sintético e numa linguagem acessível, os diferentes aspectos que o professor pretende discutir em sala de aula. Exemplo: esses textos em geral não mostram as relações entre Ciência e sociedade (ou então fazem apenas afirmações gerais do tipo 'interesses econômicos, políticos e militares estimularam sobremaneira a pesquisa sobre doenças tropicais', sem explicar concretamente como é que isso ocorreu). Diante desse tipo de problema, pesquisadores em Ensino de Ciências têm-se dedicado à produção de relatos de História da Ciência que consigam contemplar simultaneamente os diferentes temas considerados relevantes para a formação do aluno de 1o. e 2o. graus.

O autor do presente artigo estudou a evolução das teorias sobre a febre amarela entre 1880 e 1906 e reuniu exemplos concretos que permitem a discussão dos seguintes pontos, entre outros:

(a) Hipóteses e teorias do passado, embora possam parecer esquisitas e incoerentes nos dias de hoje, eram perfeitamente lógicas diante de conhecimentos e visões de mundo disponíveis em suas respectivas épocas.
(b) Mudanças no conhecimento científico geralmente não ocorrem de imediata ou maneira fácil, mas envolvem numerosas pesquisas e intensos debates e disputas.
(c) A comunicação e a circulação de idéias no interior de uma comunidade científica têm papel importante no processo de produção de conhecimentos.
(d) Interesses econômicos, políticos e militares influenciam o processo de produção de conhecimentos na Ciência. Ex: Durante a segunda metade de século XIX, os EUA realizaram grandes investimentos na indústria de açúcar em Cuba. Um dos principais problemas que prejudicavam as atividades produtivas, comerciais e militares em Cuba era a febre amarela. Os trabalhadores e soldados adoeciam e ficavam inativos ou morriam. Assim, entre 1879 e 1900, os EUA enviaram sucessivas equipes de médicos-cientistas para estudar a febre amarela em Cuba.
(e) Teorias atuais determinam possibilidades e limites para a aquisição de novos conhecimentos. Ex: Teoria microbiana das doenças foi útil ao estudo do cólera e da malária mas levou pesquisas sobre beribéri (doença carencial) e sobre febre amarela (doença por vírus) a 'becos sem saída'.

(f) O processo de produção de conhecimentos na Ciência apresenta momentos de descontinuidade. Ex: A teoria do mosquito proposta por Finlay em 1881 constitui uma total ruptura com a teoria dos miasmas ou a teoria dos fomites e não um aperfeiçoamento de teorias anteriores[2].

1.3. Estudos em que a História da Ciência é usada como uma das fontes de inspiração para a estruturação dos conteúdos e para a proposição de estratégias de ensino

A História da Ciência pode ser um lugar onde o professor busca inspiração para definir conteúdos essenciais, seqüências de conteúdos, atividades de ensino (incluindo aulas práticas), exemplos, perguntas e problemas a serem estudados pelos alunos etc.

Gagliard & Giordan (1986, p. 255) nos fornecem um exemplo de como a História da Ciência pode ser usada como ferramenta para determinação de conteúdos de ensino.

> *[...] Se um conceito serviu historicamente para superar um obstáculo epistemológico, pode servir também para superar os obstáculos epistemológicos dos alunos atuais.*
>
> *A história da biologia nos permite ver com clareza uma das transformações conceituais fundamentais que se realizaram por volta do final do século XVIII: o desenvolvimento da idéia de que todas as propriedades de um organismo estão determinadas pelo nível microscópico subjacente. [...] não é possível a fisiologia nem a citologia, sem a busca das "causas microscópicas" dos fenômenos visíveis (macroscópicos). Em outras palavras, não se podem "descobrir os fenômenos moleculares" sem haver desenvolvido previamente a idéia de que estes fenômenos existem e são fundamentais.*
>
> *[...] a relação entre o nível microscópico e o macroscópico é um conceito estruturante: uma vez que o aluno o tenha adquirido poderá entender que a compreensão de todos os fenômenos de um ser vivo requer um conhecimento dos níveis moleculares subjacentes.*
>
> *Com este exemplo podemos ver uma dupla utilização da história da biologia. Em primeiro lugar como uma ferramenta para definir conceitos*

[2] Os textos que relatam essa pesquisa ainda estão em fase de elaboração.

estruturantes. Em segundo lugar como um tema de aula em si mesmo: ao invés de apresentar a citologia e a fisiologia como "verdades", poderemos indicar as dificuldades que houve para desenvolvê-las, [...] os obstáculos que foi necessário superar.

Ten & Monros (1985, p. 47-56) apresentam-nos um exemplo de como a História da Ciência pode ser usada como fonte de inspiração para a definição de atividades de ensino. Estes autores propõem que o ensino de determinados tópicos em astronomia seja levado a efeito a partir da construção e do manejo, *pelos próprios alunos*, de diferentes instrumentos inventados pelos antigos para medir posições dos corpos celestes (esfera *armilar*, quadrantes móveis e fixos, régua paralática, *torquetum* etc.), de tal modo que o aluno possa estar simultaneamente envolvido (a) na consideração das razões históricas pelas quais aqueles instrumentos foram criados, (b) na consideração das relações entre as características técnicas dos instrumentos construídos e o movimento dos astros nos céus; (c) na experiência concreta de manejo dos aparelhos, que colocaria os problemas do movimento dos astros em novas bases.

Castro (1992, p. 78-9) estruturou aulas sobre calor e temperatura inspirando-se em

> *trecho de uma conferência proferida pelo médico e químico Joseph Black, que, por volta de 1760, sugeriu a necessidade de se diferenciar calor de temperatura. Nesta conferência ele discute várias situações de misturas e vai construindo a diferenciação desses dois conceitos, apesar de, por vezes, ainda confundi-los.*
>
> *O roteiro é apresentado na forma de [...] problemas abertos os quais, sendo apresentados pelo professor, passam a ser discutidos até que se chegue a uma solução [...]*
>
> *O roteiro apresentado foi usado com toda liberdade pelo professor [...]. O importante [...] era [...] que não se relegasse a um plano secundário questões aparentemente banais, raciocínios que nos parecem óbvios, mas que a história nos mostra, através dos textos dos próprios cientistas terem sido considerados ao longo do processo de evolução da ciência.*
>
> *Ainda quando não há referência explícita à história, [...] a abordagem histórica mantém sua função reguladora [...]. Não há o menosprezo por dúvidas, não existem perguntas "banais" ou "idiotas".*

O mencionado roteiro incluía as seguintes questões, entre outras: Calor e temperatura representam a mesma coisa? Que dizer dos objetos que nos rodeiam? Tem eles a mesma temperatura? Tem eles o mesmo "calor"? Se cada um de nós segurarmos um desses objetos entre as mãos, o que acontecerá? Quando aquecemos dois líquidos diferentes, ambos à mesma temperatura inicial de 20°C, qual deles chega primeiro à temperatura de 50°C? Se 100g de água a 20°C são misturados a 100g de água a 50°C, qual a temperatura final da mistura? O que ocorreria se as quantidades de água fossem diferentes? etc. Neste caso, portanto, o professor não discute diretamente a História da Ciência, mas a utiliza para definir problemas pertinentes a partir dos quais o trabalho com os alunos se desenvolve.

A História da Ciência nos mostra muitas questões que certamente constituíram obstáculos de maior ou menor importância na elaboração de explicações para as doenças infecciosas. Esses questões podem funcionar como material para discussão em sala de aula ou mesmo como 'pistas' sobre pontos cruciais do conteúdo, os quais precisarão receber tratamento:

- Como caracterizar, separar e identificar as diferentes entidades mórbidas ou doenças?
- São as doenças infecciosas causadas por organismos vivos ou por agentes inanimados que aparecem sob a forma de 'miasmas', 'emanações', 'vapores', 'venenos', 'substâncias tóxicas' etc.? Será que todas as doenças conhecidas são exclusivamente miasmáticas ou exclusivamente microbianas ou existem doenças de ambos os tipos?
- Um mesmo agente causal pode produzir mais de uma doença, ou cada doença tem seu agente causal específico?
- Pode um dado microorganismo transformar-se essencialmente e converter-se em outro?
- De que maneira o agente causal de uma doença infecciosa é comunicado ao organismo? Por meio de sua disseminação na atmosfera, sob a forma de miasmas, vapores, emanações ou venenos? Por meio de contágio de pessoa a pessoa? Por meio da água e dos alimentos? Por meio de um vetor animal? Por outros meios diferentes?
- Por que epidemias extintas podem ressurgir sem razão aparente? Não será que as 'sementes' ou germes causadores de doenças podem ficar 'estocados' em algum lugar no ambiente?
- Será que uma pessoa pode ser portadora e transmissora do germe de uma doença sem no entanto apresentar qualquer sintoma de desordem orgânica?
- Que tipo de elementos o médico precisa levar em consideração para chegar a um diagnóstico seguro de uma doença? A sintomatologia? As evidências da anatomia patológica? Os exames microbiológicos? Os testes bioquímicos? etc.
- Que tipo de organismos microscópicos podem agir como agentes causais de doenças? Bactérias? Protozoários? Fungos? Outros organismos menores e invisíveis ao microscópio?
- Como deter o curso de uma epidemia de moléstia infecciosa? Como tratar o doente? Como prevenir o aparecimento da doença?

1.4. Produção e avaliação experimental de currículos e material de apoio

Quais são, concretamente, os procedimentos didáticos que o professor poderá empregar em sala de aula a fim de ensinar conteúdos de História da Ciência? As respostas a essa pergunta não são imediatamente óbvias, e assim diversos trabalhos de pesquisa têm sido realizados no sentido de propor e testar roteiros de aulas, unidades didáticas, material de apoio etc.

Castro (1992) relata-nos uma experiência pedagógica que os alunos leram e discutiram escritos originais de um conhecido fabricante de instrumentos meteorológicos do século XVIII. Essa experiência surgiu

> *da análise de uma aula, gravada em vídeo, na qual os alunos discutiam fatos ligados aos estudo dos fenômenos térmicos, em particular a existência de um patamar fixo de temperatura durante o processo de ebulição. Uma aluna, relutante em aceitar tal fato, sugeriu que se fizesse a verificação experimental, o que nos remeteu a um texto de D. G. Fahrenheit no qual ele relata sua surpresa e desejo de constatar este fato, quando dele tomou conhecimento [...]*
>
> *Tal texto pareceu-nos muito rico tanto pela similaridade das atitudes cientista/aluno, quanto como subsídio de uma discussão que trouxesse à tona aspectos inerentes à estrutura da atividade científica: a troca de informações entre pesquisadores, a necessidade de testar dados, a invariância dos resultados no tempo e no espaço como critério de verificabilidade, o avanço da técnica em função de questões da ciência e vice-versa. Discorrer sobre a ciência, através do diálogo estabelecido entre a expectativa do aluno e a declaração do cientista, parecia-nos oportuno e frutífero, na medida em que aproximava as leituras de mundo feitas por eles [Castro, 1992, p. 76].*

Solomon et al. (1992) testaram em sala de aula material instrucional especialmente desenhado para o ensino de tópicos de História da Ciência e concluíram (p. 418) que este material, apesar de suas lacunas, "trouxe valiosa contribuição para a compreensão que os alunos têm da natureza da ciência".

De um modo geral, as unidades de ensino incluíam breves relatos históricos apresentados sob a forma de texto, história em quadrinhos ou outro veículo de registro. O estudo dos relatos históricos era sempre sucedido por algum tipo de atividade:

[...] a confecção de um poster, o seqüenciamento de um conjunto de afirmações, a realização de um experimento, a participação numa representação de papéis. O propósito de tais atividades era encorajar os alunos a reexaminar o texto de modo a extrair dele tanta informação quanto pudessem [...] [Solomon et al., 1992, p. 412].

Um exemplo acerca de como o referido material instrucional foi utilizado em sala de aula seria o seguinte:

A estória de como o telescópio foi descoberto e então usado por Galileu é desenvolvida em oito breves secções. A primeira diz como as lentes foram primeiro usadas pelos monges medievais para ler, continua da descoberta do telescópio na Holanda até a melhoria de seu poder de magnificação por Galileu e a recomendação do telescópio para uso militar, feita por Galileu ao monarca de Veneza. As secções seguintes mostram como Galileu viu sombras na lua tornando-se mais compridas noite após noite, interpretou-as como evidências da existência de montanhas, e calculou a altura dessas últimas. A antiga teoria de uma lua lisa brilhando com sua própria luz é relacionada com a crença de então na perfeição celestial. A classe lê a estória inteira , e em seguida cada grupo de alunos faz um poster para mostrar o conteúdo de sua parte da estória. Esses posters são exibidos à volta da classe. Um modelo da lua é feito de uma bola de futebol adornada de montanhas e crateras feitas de massa de modelar. O modelo é iluminado a partir de um de seus lados por um facho de luz de um projetor e observado pelos alunos. Finalmente os alunos planejam e realizam suas próprias investigações práticas mostrando como o comprimento medido das sombras é afetado pela altura do objeto e a inclinação da luz [...] [Solomon et al., 1990, p. 411-2].

Johnson & Stewart (1990) descrevem uma experiência de ensino de genética no curso secundário que envolveu simultaneamente o uso direto e indireto da História e da Filosofia da Ciência. As duas primeiras aulas consistiram no estudo explícito do processo de construção de modelos. Os alunos, divididos em "grupos de pesquisa", foram defrontados com uma misteriosa "caixa preta" que ocultava um mecanismo desconhecido. O mecanismo determinava os possíveis movimentos de duas peças que se projetavam a partir das paredes da caixa. Após a observação da parte externa da caixa e dos movimentos das peças os grupos de

pesquisa passaram a elaborar modelos para explicar os movimentos observados e prever movimentos futuros. Cada grupo de pesquisa defendeu da melhor maneira o seu modelo. Os modelos que não geravam previsões adequadas eram descartados e substituídos.

Uma segunda atividade envolvendo o estudo de modelos foi estruturada em torno da observação e discussão de características físicas dos alunos e seus familiares (forma e tamanho do lóbulo da orelha, comprimento dos dedos dos pés etc.). Os alunos eram convidados a propor modelos que explicassem semelhanças e diferenças entre pessoas de uma mesma família e de famílias diferentes.

Após esta etapa preparatória os alunos leram a maior parte do clássico trabalho de Mendel para "dele extrair um modelo de dominância simples".

Uma característica importante do programa foi o uso de simulações por computador produzidas pelo Genetics Construction Kit (GCK) de Jungck & Calley[3].

> *O GCK defronta o estudante com uma população selvagem de organismos hipotéticos que exibem um ou mais traços (como cor do olho) e variações daqueles traços (como vermelho e branco). [...] Eles decidem que cruzamentos realizar, analisam os resultados desses cruzamentos, estabelecem hipótese acerca dos mecanismos subjacentes, e testam aquelas hipótese com cruzamentos adicionais. Como o programa não fornece a resposta dos problemas (e nem pode o professor saber a resposta sem raciocinar sobre os dados), as hipóteses podem ser avaliadas somente em termos de sua consistência com os dados e de sua validade em permitir predições acerca dos resultados de cruzamentos futuros. Neste ambiente o professor transforma-se parceiro de pesquisa [...]*
>
> *O uso de simulação por computador [...] permitiu que os estudantes desenvolvessem [...] estratégias usando problemas realísticos para os quais dados poderiam ser produzidos em segundos ao invés de em semanas ou meses. [...] No entanto, o computador foi somente um dos meios pelos quais representamos as maneiras pelas quais a ciência funciona. O quadro completo incluiu incluem os estudantes trabalhando em equipes, lidando com problemas realísticos, coletando e analisando informações, expondo a (e sendo criticados por) seus pares. Ao mesmo tempo, os estudantes foram*

JUNGCK, J.; CALLEY, J. *Genetics construction kit* (software). Wentworht: COMPress Software. Wentworth. 1984 (citado por Johnson & Stewart, 1990).

confrontados com exemplos do empreendimento científico por meio da leitura de artigos originais [...] [Johnson & Stewart, 1990, p. 298-9].

Uma das primeiras atividades realizadas pelos alunos foi testar o modelo de Mendel em uma variedade de situações determinadas pelo computador. Conforme foram sendo encontrados casos em que tal modelo era insuficiente, solicitou-se aos alunos que passassem a produzir seus próprios modelos. A elaboração de modelos pelos próprios alunos, para explicar e prever o comportamento das populações apresentadas pelo computador, foi uma das principais características do curso. Mecanismos de herança sucessivamente mais complicados foram apresentados aos alunos e por eles investigados com sucesso.

2. Bibliografia

BIZZO, N. M. V. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. São Paulo, 1992. 2v. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez, 1993. 120p. (Questões de nossa época, 26).

CASTRO, R. S. de. Dois exemplos do uso da história da ciência no curso de física de segundo grau: análise e reflexões. *Em Aberto*, v.11, n.55, p. 74-80, 1992.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciências*, v.4, p. 253-8, 1986.

JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P.; FERNANDEZ PEREZ, J. El "desconocido" articulo de Mendel y su empleo en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, v.5, p. 239-46, 1987.

JOHNSON, S. K.; STEWART, J. Using philosophy of science in curriculum development: an example from high school genetics. *International Journal of Science Education*, v.12, p. 297-307, 1990.

ROSEN, G. *Uma história da saúde pública*. São Paulo: Hucitec, Editora da UNESP, 1994. 423p. (Tradução de Marcos Fernandes da Silva Moreira).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de biologia 2o. grau*. 2ª ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1990. 50p.

SOLOMON, J.; DUVEEN, J.; SCOT, L.; McCARTHY, S. Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v.29, p. 409-21, 1992.

TEN, A. E.; MONROS, M. A. Historia y enseñanza de la Astronomía, II. La posicón de los cuerpos celestes. *Enseñanza de las Ciências*, v.3, p. 47-56, 1985.