

HISTÓRIA DA CIÊNCIA A PARTIR DE FONTES ORIGINAIS, TEXTOS TEATRAIS E ICONOGRAFIAS: OS CASOS DAS ESTRELAS ESQUISITAS DE JÚPITER, DO ESCRIBA EGÍPCIO AHMÉS E DO CURIOSO LEEUWENHOECK.

HISTORY OF SCIENCE FROM ORIGINAL SOURCES, TEATER TEXTS AND ICONOGRAPHYS: THE CASES OF THE FUNNY “STARS OF JUPITER”, THE EGIPTIAN SCRIBE AHMOSES AND THE CURIOUS LEEUWENHOECK.

Paulo Henrique Colonese

FIOCRUZ/COC/Museu da Vida, coloneseph@coc.fiocruz.br

Resumo

A discussão de trechos de obras originais e teatrais pode contribuir para uma imersão no contexto científico-cultural de uma descoberta? Em um ambiente de educação não-formal – museu de ciências – investigamos esta questão com dois grupos: estudantes de Ensino Médio (monitores do MV) e professores visitantes através de workshops. A seleção de textos originais de linguagem acessível (Mensageiro das Estrelas, escrito como um diário) e de contextos históricos ricos de discussões (o nascimento da Ciência Moderna) nos levou ao caso da descoberta das “estrelas esquisitas” de Júpiter quando Galileu Galilei desenvolve uma nova metodologia científica e provoca grandes debates sobre os significados de observações experimentais, influenciadas por questões políticas, científicas e religiosas e a outros dois casos interessantes. O trabalho pretende desenvolver, avaliar e disponibilizar materiais educativos envolvendo trechos originais de obras científicas, sugestões de atividades experimentais e orientações para discussões na mediação deste material em ambientes educacionais formais e não-formais.

Palavras-chave: História da Ciência, Ciência Moderna, Galileu Galilei, Método Científico, Educação-Não-Formal

Abstract

The discussion of extracts from original and theatrical works can contribute for an immersion in the scientific-cultural context of a discovery? In an education environment non-formal - sciences museum - we investigate this matter with two groups: students of High School (monitors of the MV) and teachers, visitors through workshops. The selection of original texts of accessible language (Stars Messenger, written as a diary) and of rich historical contexts of discussions (the birth of the Modern Science) carried us to the discovery case of the “eccentric stars” of Júpiter when Galileu Galilei develops a new scientific methodology and provokes great debates on the meanings of experimental observations, influenced by political, scientific and religious matters and to other two interesting cases. The work intends to develop, evaluate and make available educational materials, involving original extracts of scientific works, suggestions of experimental activities and orientations for discussions in formal and non-formal educational environments.

Keywords: Science history, Modern Science, Galileu Galilei, Scientific Method, Non Formal Education.

INTRODUÇÃO

A formação disciplinar e acadêmica dos cursos de licenciatura em física, matemática e ciências de modo geral, leva a uma apresentação de uma imagem da ciência linear, organizada, estruturada e em uma linguagem formal abstrata que esconde: a não-linearidade, a forma desorganizada e a falta de estruturação que a *construção* de novas idéias científicas possui.

Uma das conseqüências desta organização é que as surpresas, as dúvidas, os encantos e os assombros provocados pelas observações e suas interpretações não são identificados, nem percebidos. A necessidade da construção de uma nova linguagem, de novos conceitos, da reformulação de conceitos antigos e da organização e estruturação formal destas novas idéias muitas vezes não são compreendidas.

A história da ciência é rica de contextos históricos com grandes debates de idéias, mas os debates ficam de fora da maior parte da formação dos estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, bem como do Ensino Superior.

Este trabalho propõe desenvolver e avaliar recursos educacionais para ambientes formais e não-formais adotando uma *abordagem histórica* focada no uso de fontes históricas originais e de obras literárias e teatrais, integradas a *atividades experimentais* e *discussões* que promovam um início de mudanças conceituais e da construção significativa de novas idéias e conceitos.

CONTRIBUIÇÕES PARA UMA ABORDAGEM HISTÓRICA-CULTURAL DA CIÊNCIA

Atualmente, não é difícil encontrar a defesa de uma abordagem histórica no ensino de ciências e matemática em documentos oficiais usados na formação de professores, como o exemplo citado abaixo e em várias pesquisas no campo de educação em ciências e matemática.

A série Diretrizes Curriculares Nacionais publicada pela MultiRio⁽¹⁾ (2007) propõe que:

“... a Ciência precisa ser o tempo todo, uma atividade investigativa, promovendo uma compreensão adequada de como a Ciência é produzida. Entender a Terra e suas transformações, por exemplo, significa direcionar o olhar para fora, característica da Astronomia, (...).

A Ciência precisa ser caracterizada como uma atividade humana, histórica e socialmente determinada. Como cultura humana, é inegável a importância da Astronomia para que o ser humano possa compreender como foram feitas as representações atuais sobre a Terra, como planeta, e sobre o Universo ao seu redor. Podemos ilustrar tal assunto fazendo referência às teorias do Geocentrismo e do Heliocentrismo que, respectivamente, colocaram e retiraram a Terra do centro do Universo.

Podemos citar, ainda, que o pensamento das crianças pequenas em relação ao movimento aparente do Sol é muito parecido com o pensamento dos primeiros cientistas investigadores do Universo, que achavam que era o Sol quem se movimentava e não a Terra.”

Analisando este trecho, identificamos três componentes importantes para o desenvolvimento de uma abordagem com este enfoque:

- a “*ciência é uma atividade investigativa*”, sendo necessário compreender *como* ela é produzida.
- a “*ciência é uma atividade humana, histórica e socialmente determinada*”, sendo necessário compreender este complexo *contexto histórico-social* em que ela está sendo produzida.

- o “*pensamento das crianças (...) é muito parecido com o pensamento dos primeiros cientistas investigadores*”, sendo necessário compreender o desenvolvimento da ciência e o desenvolvimento do pensamento científico da criança, pois podemos encontrar paralelos interessantes.

Algumas pesquisas investigam mais de perto o terceiro componente, como por exemplo, Arcavi, Bruckheimer e Ben-Avi⁽²⁾ (1982) do Weizmann Instituto of Science. Ao analisarem o caso da História da Matemática e criarem uma metodologia para trabalhar com professores e licenciandos de matemática e de ciências, adotaram as seguintes premissas, também adotadas pelo criador da chamada Educação Matemática Realista, Freudenthal⁽³⁾ (1981), mas discordando dele no que se refere à importância da História da Matemática para a compreensão da Matemática:

- “A história da matemática [ciência] é estudada melhor diretamente através das fontes históricas do que através da leitura e cópia do que outros tenham lido e copiado anteriormente.
- O modo mais apropriado de aprender e de ensinar a história da matemática é através de seminários e não através de cursos expositivos.
- A abordagem histórica não deve ser cronológica, nem biográfica, mas sim, estabelecer uma panorâmica do desenvolvimento de um tópico relevante e neste processo surgem matemáticos, datas, etc. que sejam subsidiários ao estudo da história matemática e principalmente idéias e debates.”

Em relação ao terceiro item acima, uma contribuição significativa provém do campo da Divulgação Científica, com a utilização de diferentes linguagens e a produção de diferentes obras que pretendem romper ou pelo menos ultrapassar as fronteiras disciplinares. Assim, temos o crescimento de obras literárias nos campos de suas diferentes musas (romances, poesias, teatro, ficção científica, documentários, biografias, história das idéias, vídeos, músicas, etc.) que propiciam a integração das Artes e Ciências e da Educação Formal e Não-Formal.

As experiências e os espaços de pesquisa neste campo estão em grande desenvolvimento como consequência do movimento nacional e internacional de Museus e Centros de Ciências e Tecnologia que se tornaram espaços de investigação e trabalho de equipes interdisciplinares, sem a rigidez das estruturas educacionais formais.

O fogo no rabo da idéia pegou
No ano de mil seiscentos e nove:
O cientista Galileu por $a + b$ calculou
Que o Sol não se mexe. Que a Terra se move.
(Bertold Bretsch, Galileu Galilei⁽⁴⁾)

Desta forma, temos contribuições dos campos educacionais, da história da ciência e da divulgação científica contribuindo para o desenvolvimento e criação de uma abordagem histórica para a educação formal e não-formal de ciências.

AS FONTES ORIGINAIS: DOCUMENTAIS E EXPERIMENTAIS

Apesar de estarmos em uma fase muito produtiva neste campo, o uso de fontes originais documentais e experimentais tanto no Ensino Fundamental e Médio quanto no Ensino Superior levanta uma série de dificuldades, tais como:

- a língua original, pois a maioria das fontes originais está escrita em línguas desconhecidas dos estudantes, sendo necessário traduzir ou usar traduções já produzidas.

- o discurso original não possui o mesmo vocabulário, a mesma estrutura e organização atual do conhecimento. Por exemplo, o texto de Galileu é narrativo-descritivo e não utiliza a linguagem algébrica adotada atualmente. Isto aumenta a dificuldade da leitura e compreensão do texto.
- a experimentação necessária e muitas vezes omitida nos vários graus de ensino.

As questões de linguagem e de discurso criam, muitas vezes, a necessidade de uma “transposição didática” dos textos originais por escritores - educadores, cientistas ou jornalistas - que escrevem sobre o tema, o autor ou sua obra e raramente sobre os debates. Apesar de necessário, esta transposição didática – de idéias, de linguagem, de ilustração – tende a organizar o texto e a esconder os espantos, as dúvidas e as incertezas contidas em documentos originais.

Uma das conseqüências disto é, por exemplo, o estudante terminar uma licenciatura ou um bacharelado sem nunca ter lido um trecho ou uma obra original. Por exemplo, físicos e matemáticos podem se formar sem nunca terem lido ou discutido um Galileu ou um Descartes “na fonte”. Acabamos lendo as análises feitas por outros e nos tornando dependentes destas leituras.

Outra conseqüência é o afastamento do contexto sócio-cultural em que o conhecimento científico foi gerado. Por exemplo, podemos citar:

- Durante décadas os livros didáticos de ciências apresentaram um sistema de identificação de cobras peçonhentas que foi criado pelos navegadores para o continente africano (adequado às cobras de lá!), mas praticamente sem utilidade alguma para identificar as cobras peçonhentas no continente americano. Quem “perdeu o fio da história” na produção de materiais didáticos neste caso, durante décadas? Esta situação não foi criada por um indivíduo, mas sim por um ambiente cultural que não promove o acesso às fontes originais.

- No campo da óptica, durante décadas os livros didáticos apresentaram e ainda apresentam a afirmação de que “o branco é a mistura das cores” sem deixar claro que isto só é válido no contexto da mistura de raios luminosos e não no contexto da mistura de tintas e, portanto, a afirmação é no mínimo inadequada. O correto seria afirmar a luz branca é a mistura de luzes coloridas. Não misturamos cores, misturamos tintas (pigmentos) e raios luminosos (luz) e esta mistura afeta o processo perceptivo de cores. Neste caso, a fonte original poderia ser o texto de Newton descrevendo as suas experiências, bem como a própria experiência – também omitida nas escolas – e o confronto das duas situações (luz e tintas). Esta informação sem o contexto da experiência e dos debates que ela gerou, passa a ser aceita sem questionamento e sem compreensão. Hoje, a Mistura das Luzes já é um dos experimentos clássicos em Museus e Centros de Ciência que promove este contato direto com a fonte experimental e propicia uma vivência em seus visitantes das surpresas e dúvidas que o fenômeno natural ou experimental provoca. E que pode ser facilmente reproduzido no ambiente formal e não-formal.

- No campo da matemática, a compreensão dos diferentes sistemas numéricos criados por diferentes culturas e sua classificação em aditivos e multiplicativos é fundamental para a compreensão das idéias e conceitos que os estudantes apresentam em seu processo de construção e compreensão do sistema de numeração atual. É um claro exemplo da relação entre o desenvolvimento das idéias pelas crianças e pela própria ciência.

Estes exemplos ilustram como a falta de um contexto histórico-sócio-cultural pode promover lacunas, conceitos errôneos ou incompletos na compreensão dos estudantes.

A questão que se coloca é: como podemos organizar estes recursos históricos de modo que possam contribuir para a construção de idéias e modelos científicos?

O USO DE RECURSOS HISTÓRICOS NA EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO-FORMAL

É crescente a quantidade de biografias de cientistas apresentadas em diferentes linguagens em centros acadêmicos-culturais como universidades, museus e centros de ciência e escolas e publicadas. Temos, atualmente, um acervo razoável de produções internacionais neste campo já traduzidas como a coleção Gênios da Ciência ⁽⁵⁾ de Luca Novelli e um acervo de produções nacionais modesto, porém já existente.

Apesar de um ensaio biográfico ser adequado em determinadas circunstâncias, como por exemplo, na discussão do gênero e a ciência, ele é limitado. Neste caso, a leitura de biografias de 20 mulheres que lutaram contra toda a sociedade para se tornarem cientistas, pensadoras e poderem estudar e se formar pode ser muito motivador dentro de um panorama histórico extremamente masculino da história da ciência, mas não garante que as mudanças conceituais envolvidas sejam abordadas e apreciadas de forma significativa. A biografia, normalmente, deixa de lado os detalhes da produção das novas idéias.

A seleção e o uso de obras originais de pensadores podem ir mais além, permitindo mergulhar nas idéias, processos, dúvidas e surpresas quando expressas pelos mesmos.

A transposição destes dois elementos – o biográfico e a produção científica original – para o contexto educacional (formal ou não formal) tem produzido bons resultados como, por exemplo, os trabalhos desenvolvidos em uma perspectiva multicultural.

Para citar alguns destes trabalhos, temos: *Celebrating Cultural Diversity* ⁽⁶⁾ (NSTA, 2001), *Multicultural Women of Science* ⁽⁷⁾ (NSTA, 1996); *Science in the Multicultural Classroom: A Guide to Teaching and Learning* ⁽⁸⁾ (1997) como exemplos de produções voltadas para a educação formal. E também *Moons of Jupiter* ⁽⁹⁾ (2001) parte da série GEMS desenvolvida pelo Lawrence Hall of Science e *Math Across Cultures* ⁽¹⁰⁾ (2002), desenvolvido pelo Teacher's Institute do Exploratorium como exemplos de publicações oriundas de instituições educacionais não-formais – museus de ciências – que tentam integrar questões de reflexão sobre a época e a cultura local com atividades experimentais e interativas envolvendo uma investigação dos conteúdos envolvidos.

Inspirados em produções deste tipo, buscamos desenvolver um trabalho com as seguintes perspectivas:

- uso de fontes históricas primárias: textuais e iconográficas.
- adaptação de fontes primárias para leitura, interpretação e discussão em grupos.
- integração das fontes históricas experimentais e textuais.
- identificação de debates promovendo mudanças conceituais relevantes na história da ciência.
- uso de momentos polêmicos para gerar debates de interpretações e diversidade de posicionamentos.

Comentamos a seguir, a produção de três módulos iniciais desenvolvidos nesta perspectiva.

A PRODUÇÃO DE WORKSHOPS DE DEBATES E DE RECURSOS EDUCACIONAIS

Iniciamos com a produção de três workshops que servirão de modelos para avaliação e reformulação do processo de construção dos workshops de abordagem histórica-cultural da ciência.

No Museu da Vida, desenvolvemos um espaço de visitação chamado Jardim dos Códigos que apresenta painéis retratando a invenção da escrita e do sistema numérico ao longo da história da humanidade que possibilitou a criação de workshops para professores e estudantes de ensino médio sobre a história do sistema numérico.

O Museu da Vida também desenvolveu uma peça teatral sobre Galileu Galilei e para a qual, desenvolvemos um workshop para professores e estudantes de ensino médio sobre as observações e interpretações das descobertas de Galileu Galilei com um telescópio.

E como tema principal do Museu da Vida, a vida microscópica é repleta de momentos de surpresas, indagações e de reformulações sobre o intrincado e complexo significado deste conceito. O caso do cientista amador Anthony Leeuwenhoek que construiu os melhores microscópios fixos e simples de sua época, revelando coisas inacreditáveis aos olhos da época é um exemplo excelente que pode ser vivenciado pelos estudantes e professores para apreciar as mudanças conceituais envolvidas na interpretação destas novas observações.

A seguir, uma breve descrição dos workshops desenvolvidos.

Workshop: A Invenção do Sistema Numérico

Neste workshop utilizamos elementos iconográficos (painéis e imagens) bem como textuais (cópias adaptadas de documentos matemáticos) envolvendo a escrita numérica de diferentes civilizações, em particular: a egípcia (aditiva), a babilônica (multiplicativa) e a maia (multiplicativa).

O material permite não apenas discutir o papel do conhecimento matemático e do matemático dentro destas culturas, mas também identificar as características fundamentais do sistema numérico posicional que adotamos atualmente.

Como destacamos anteriormente, a nossa perspectiva fundamental não é cronológica, mas identificar a diversidade de idéias produzidas por diferentes culturas sobre o tema escrita numérica e possibilitar um debate sobre o valor e o poder das idéias matemáticas envolvidas.

O workshop envolve as seguintes etapas:

- Uma viagem iconográfica através da tumba de Menna – um alto funcionário do Egito Antigo (cerca de 1800 a.C.) – onde o estudante ou visitante é orientado a identificar vários elementos dos painéis ilustrativos da vida profissional do administrador Menna. Os painéis apresentam claramente as fases da agricultura no Egito Antigo, bem como diversos escravos e servos empenhados em ações administrativas e contábeis neste processo. Escribas, agrimensores e contadores são o destaque.
- Uma discussão sobre a importância do conhecimento matemático no Egito Antigo e os paralelos com o Mundo Atual.
- Um trabalho de decodificação de papiros egípcios adaptados com problemas envolvendo as operações de adição e de multiplicação.
- Uma discussão sobre o método egípcio de multiplicação, baseado em tabelas de multiplicação, totalmente diferente do sistema atual.
- Um trabalho de decodificação de um problema egípcio envolvendo uma equação de primeiro grau e apresentando o “método da falsa posição” para obter a solução correta.
- Discussão sobre a validade dos métodos multiplicativo e da falsa posição.
- Avaliação do Workshop por parte dos visitantes.

Workshop: As Estrelas Esquisitas de Júpiter

Neste workshop, utilizamos como principal fonte documental – o livro *Sidereus Nuncius* (Mensageiro das Estrelas) de Galileu Galilei (1610) como elemento integrador de uma série de atividades experimentais e virtuais de observação e interpretação dos movimentos e objetos celestes.

Além disso, confrontamos com trechos da obra de Giordano Bruno como modo de caracterizar a mudança de linguagem, de discurso e de metodologia bem visível ao compararmos os dois textos originais. Bem como um trecho de cartas expressando a reação de filósofos naturais da época sobre as interpretações descritas nesta obra.

Originalmente, o workshop ocorria em parceria com a peça teatral *Mensageiro das Estrelas* apresentada no espaço de visitação *Ciência em Cena* do Museu da Vida. Atualmente, ele é parte do Curso de Formação de Monitores e das Oficinas de Professores do Museu da Vida.

O workshop envolve as seguintes etapas:

- Uma viagem iconográfica através das ilustrações de diferentes modelos dos Sistemas do Mundo: Heliocêntricos e Geocêntricos.
- Uma viagem iconográfica com as ilustrações de Galileu Galilei da Lua vista ao telescópio, confrontando com os desenhos de outros observadores da época.
- Uma viagem virtual aos céus de Veneza nas noites do inverno europeu dos anos de 1609-1610, identificando Júpiter, sua posição e seus movimentos visíveis a olho nu. (Usando um software para simular o mapa celeste de Veneza nas datas indicadas pelas observações de Galileu).
- A leitura do diário das observações de Júpiter, registrado por Galileu em seu livro *Mensageiro das Estrelas*. Identificando os espantos e assombros que suas observações lhe provocaram.
- A discussão sobre as possíveis interpretações das observações no contexto do século XVII e no contexto contemporâneo.
- A leitura da introdução da obra de Galileu e discussão sobre o papel político da dedicatória exagerada de Galileu à família Medici.
- A produção de uma carta, em resposta ao Cardeal Belarmino que indaga sobre a veracidade e validade das observações feitas e anunciadas por Galileu Galilei.
- Um debate em torno do documentário sobre os 400 Anos do Telescópio.
- Avaliação do Workshop por parte dos visitantes.

Workshop: O Curioso Leeuwenhoek e seus Inacreditáveis Animáculos!

Outro caso de uma leitura original acessível é o caso de Leeuwenhoek, criador dos melhores microscópios simples e fixos de sua época e o primeiro a descrever bactérias, protozoários e espermatozóides observados com seu instrumento.

É quase o correspondente de Galileu no campo da microbiologia. Não foi condenado, nem obrigado a negar suas observações, mas suas cartas permaneceram por muito tempo totalmente desacreditadas nas mãos de cientistas incrédulos e que se recusaram em acreditar em tamanhos “absurdos” descritos pelo não acadêmico, mas muito curioso Leeuwenhoek.

O workshop envolve as seguintes etapas:

- A leitura de cartas de Leeuwenhoeck enviadas à Sociedade Real Britânica, descrevendo um universo cheio de vida em uma gota d'água.
- Um convite à observação de uma gota d'água ao microscópio.
- A seleção de dois microorganismos para observação em vídeos produzidos por observações microscópicas.
- A escrita de uma carta, descrevendo e ilustrando os microorganismos observados.
- Um debate sobre o impacto dessas observações em sua época.
- Avaliação do Workshop por parte dos visitantes.

AValiação E SISTEMATIZAÇÃO DO MATERIAL PRODUZIDO

O trabalho de pesquisa está neste momento, iniciando os testes e avaliando os workshops para geração dos Cadernos de Orientações a serem disponibilizados aos professores, educadores e visitantes interessados pelos workshops.

Os workshops foram produzidos de modo a contemplarem sempre produções escritas dos participantes com relação ao que está sendo discutido e observado. Mais do que relatórios, pretendemos que eles produzam algo como um cientista ou um curioso, relatando o que observou e o que descobriu.

Nesta fase de testes que pretendemos desenvolver, vamos avaliar estas produções que farão parte do material desenvolvido.

Além destas produções específicas de cada workshop, estamos desenvolvendo questionários de modo a fornecer informações sobre:

- o conhecimento prévio dos participantes.
- a importância que os professores atribuíam à história da ciência, tanto para si mesmos quanto para seus alunos, antes e depois dos workshops.
- as concepções sobre as contribuições dos workshops em relação à aprendizagem do ponto de vista da história, da abordagem didática e da ciência.

CONCLUSÃO

Os primeiros testes realizados indicaram que os workshops possibilitaram: um forte componente motivacional – com um grande envolvimento dos participantes nos debates e uma maior compreensão dos debates gerados – das discordâncias e dos espantos gerados pelas descobertas, atingindo os objetivos pretendidos.

No caso do workshop sobre o sistema de numeração é “espantoso descobrir como os egípcios multiplicavam”, é “desafiador decifrar os números maias e descobrir o verdadeiro significado do zero e a lógica do sistema posicional”. Estes comentários e os debates revelaram como os professores estão presos a mecanismos operatórios memorizados e aceitos sem controvérsias e discussões. E como os workshops contribuíram para que os próprios professores possam romper estes mecanismos memorizados e construir novos significados.

Nossa próxima etapa será a realização de mais testes que orientem a revisão e avaliação do material já desenvolvido, bem como contribuam para uma revisão do modelo de abordagem histórica desenvolvido.

REFERÊNCIAS

1. COSTA da, C. A. D.; ALMEIDA, M. P., Diretrizes Curriculares Nacionais, DCN, O Mundo Cabe na Sala de Aula, Caderno do Professor, 17, Ciências, O método científico e a alfabetização científica no ensino – aprendizagem de Ciências, MultiRio, Rio de Janeiro, 2007.
2. ARCAVI, A; BRUCKHEIMER, M & BEN-AVI, R. "Maybe a Mathematics Teacher can Profit from the Study of the History of Mathematics" For the Learning of Mathematics, 3(1), 1982, p. 30-37.
3. FREUDENTHAL, H. Should a mathematics teacher know something about the history of mathematics? For the Learning of Mathematics, 2, 1981, p. 30-33.
4. BRETCH, B. Vida de Galileu, Teatro Completo, volume 6, Editora Paz e Terra, São Paulo. 1991.
5. NOVELLI, L. Galileu e a Primeira Guerra nas Estrelas, Coleção Gênios da Ciência, Editora Ciranda Cultural. São Paulo, 112 p., 2008, ISBN: 978-85-380-0292-5.
6. GREEN, J., Ed. Science Learning for ALL: Celebrating Cultural Diversity. NSTA Press Journals Collection, Arlington, VA, 2001, 93 p., ISBN-0-87355-194-X.
7. BERSTEIN, L., WINKLER, A. e ZIERDT-WARSHAW, L. Multicultural Women of Science, NSTA Press Journals Collection, Maywood, NJ, 1996, 176 p. ISBN: 1-56256-702-7.
8. BARBA, R. H. Science in the Multicultural Classroom: A Guide to Teaching and Learning, Allyn & Bacon Publishers; 2ª edição, 1997, 450 p., ISBN-10: 0205267378, ISBN-13: 978-0205267378.
9. SUTTER, D., SNEIDER, C.I., GOULD, A., WILLARD, C. e VORE, de, E. Moons of Jupiter, Great Explorations in Math and Science, Lawrence Hall of Science, Universidade da Califórnia, Berkeley, 120 p., 2001, ISBN: 0-924886-87-0.
10. BAZIN, M., TAMEZ, M. Math and Science Across Cultures, Activities and Investigations from the Exploratorium, The Exploratorium Teacher Institute, 2002, 192 p., ISBN: 978-1-56584-541-1.