

UMA VISÃO COMPARADA DO ENSINO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA ESCOLA E EM UM MUSEU DE CIÊNCIA

Guaracira Gouvêa*

Maria Cristina Leal**

Resumo: Este trabalho apresenta a análise das narrativas de crianças e professores que se desenvolvem na sala de aula e em um museu de ciências, em situações de ensino-aprendizagem formal e não-formal. A pesquisa tratou das relações entre ensino formal (escola) e não-formal (museu), focalizando indícios e práticas que envolvem, de um lado, o movimento CTS e, de outro, processos de alfabetização científica e tecnológica no ensino de ciências. Nas considerações finais, destacamos as contribuições da investigação para a melhoria do ensino de ciências.

Unitermos: ensino em CTS; educação não-formal; pensamento narrativo e paradigmático

Abstract: *This research presents an analysis of children and teachers' narratives which take place in a classroom and in a museum, formal and non-formal teaching-learning situations. The research dealt with the relations between formal teaching (school) and non-formal teaching (museum), bringing into focus clues and practices which involve, by one side, the STS movement and, by the other side, scientific and technological alphabetization processes in science teaching. In the final considerations, it outstands the research contributions to the improvement of the science teaching.*

Keywords: *STS teaching; non-formal education, narrative and paradigmatic thinking*

Introdução

Pensar e esboçar uma proposta de educação científica para o mundo globalizado, no Brasil, com agudas diferenças sociais e culturais, não é tarefa fácil tendo em vista, principalmente, o destaque que passou a ser dado à educação neste novo contexto. Nele, a educação se insere nas novas estratégias de sobrevivência e de existência capazes de orientar as sociedades e culturas no sentido de se habilitarem melhor para interagir e trocar conhecimentos científicos, técnicos e tecnológicos em espaços reais e virtuais.

O desafio do novo tempo exige, especialmente para aqueles que analisam e se dedicam às questões educacionais, a indicação de pistas e rumos capazes de preparar, em tempo cada vez mais curto, indivíduos de gerações e grupos étnicos, religiosos, culturais e sociais diferentes para viverem em contextos sociais plurais e que requerem conhecimentos e domínios de habilidades permanentemente atualizados e continuamente articulados em termos de teoria e prática. Neste contexto, ganha força a defesa da tese da alfabetização científica e tecnológica, que vem sendo discutida desde os anos 70 e que contém em sua formulação o debate sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

* Professora Adjunta da Faculdade de Educação, Universidade Católica de Petrópolis. Pesquisadora do Museu de Astronomia e Ciências Afins – Mast (Ministério da Ciência e Tecnologia). Rio de Janeiro, RJ.
(e-mail: gouveasousa@uol.com.br).

** Professora Adjunta da Faculdade de Educação, Universidade Católica de Petrópolis. Petrópolis, RJ.
(e-mail: leal4512@rionet.com.br).

A relação CTS tem sido debatida por pensadores ligados à Filosofia da Ciência e da Tecnologia, por sociólogos e por educadores. Os filósofos têm-se dedicado a qualificar os conceitos de ciência e de tecnologia, a estabelecer relações de dependência entre eles, a afirmar ou negar a possibilidade de a tecnologia ter autonomia em relação à ciência, a identificar e diferenciar os problemas metodológicos das pesquisas científicas e tecnológicas, refletir sobre a capacidade da tecnologia de garantir o progresso ou de levar a humanidade à autodestruição. Os sociólogos, a despeito de também tratarem de algumas dessas dimensões, estão mais empenhados em discutir a fundo duas teses que, no campo da ciência social, enfrentam-se e antecedem qualquer outro tipo de debate sobre CTS. Trata-se do problema do “determinismo da sociedade sobre a tecnologia *versus* a autonomia da tecnologia sobre a ordem social”.

Da Filosofia da Ciência e da Tecnologia, cabe destacar que a relação CTS tem seus primórdios na sociedade moderna, na qual se situa o conhecimento produzido por Galileu e Newton. Fundamentados na Física e na Matemática, a observação e os dados ganham, por meio desses conhecimentos científicos, representações passíveis de serem mensuradas e logicamente explicadas. Abre-se, a partir daí, a possibilidade de a tecnologia se firmar e se desenvolver, uma vez que ela consiste na “aplicação de vários conhecimentos científicos reunidos com vistas à realização de uma finalidade prática” (Rodrigues, 1997, p.12).

A tecnologia, que inicialmente deriva da ciência, somente passou a ser focalizada com maior destaque quando, neste século, provocou impactos fortes sobre a sociedade ao comprovar tanto seu poder de destruição (a bomba atômica na II Guerra) quanto sua capacidade de solucionar problemas (aparelhos e artefatos que permitem diagnósticos precisos de doenças), de aprofundar conhecimentos (artefatos que permitem deslocamentos, observações, medidas etc.) e de oferecer comodidades e diversões de toda ordem (aparelhos para comunicação a longa distância, filmes, vídeos etc.).

Para os defensores da especificidade do conhecimento tecnológico, este não pode ser reduzido à ciência aplicada, pois tem propósitos e exige processos diferentes de saberes e habilidades explicitamente voltadas para mudar o ambiente material. Na caracterização de sua especificidade, encontram-se os seguintes aspectos: 1) processo de *design*, que começa com a percepção de uma necessidade, continua com a formulação de uma especificação, a geração de idéias, uma solução final e a conclusão que ocorre com uma avaliação das soluções; 2) necessidade prática, pois todo *design* tem de ser realizado seja por meio de protótipo, massa ou modelo tridimensional no computador; 3) cooperação de diferentes especialistas (*designer*, engenheiro, cientista de materiais etc.) que devem desenvolver múltiplas funções para dar materialidade ao produto (operar com materiais, tomar decisões, comunicar-se com clientes etc.); 4) envolvimento de valores de um ponto de vista particular, que engloba desde critérios para *design* (estéticos, ergométricos, econômicos etc.) até soluções de teor ético; 5) interesse social, pois há razão para crer que a tecnologia é moldada pela sociedade – pela escolha do consumidor, por exemplo – mas também molda a sociedade.

Vale lembrar que a relação CTS e a discussão de sua pretensa neutralidade têm sido melhor desenvolvidas no campo das Ciências Sociais. Especificamente na Sociologia, a discussão sobre a capacidade da ciência e da tecnologia moldarem a sociedade ou serem moldadas por ela não é recente. Entre os deterministas tecnológicos, cita-se, por exemplo, *A miséria da filosofia*, de Karl Marx (1847), para quem o moinho de milho resultou na sociedade e no *lord* feudal e a máquina (*steam*) de milho gerou a sociedade e o capitalismo industrial.

O fato concreto é que os impactos da tecnologia têm implicações sociais tanto nas relações sociais macro (macro-sistemas de transporte, em formação, energia, alimentação etc.) quanto na intimidade da vida técnica cotidiana.

A expressão técnica cotidiana insiste sobre as novas formas de uso da técnica pelo homem moderno. Marca o fato mecânico do ambiente moderno, o encontro de uma prática com o objeto que ela sublinha. Mas a tecnologização da vida cotidiana vai além disso, pois compreende um processo global de socialização e um sistema de ações que constituem referenciais para a maneira como o indivíduo percebe o mundo e age sobre ele. A vida doméstica se junta aos macrosistemas que são locais privilegiados dessa forma de vida social. A técnica corresponde às relações entre os homens, entre os instrumentos e ambiente no momento do processo de produção e de consumo e os grandes sistemas técnicos são sistemas sociais. (Gras & Moricot, 1992, p.18)

Os críticos do determinismo tecnológico afirmam que os aspectos sociais e os temas políticos contam mais do que a tecnologia em si, pois importa saber, principalmente, “quem usa, quem controla, para que se usa, como se amolda na estrutura de poder, como é expandida e distribuída a tecnologia” (Finnegan, 1988, p.176-7).

Seja a tecnologia o determinante da ordem social ou não, o fato concreto é que seu debate se intensificou e ganhou contornos muito nítidos nos meios intelectuais e educacionais. No campo educacional, a ênfase no conhecimento aplicado na preparação de cidadãos hábeis, flexíveis e dotados de sólida cultura geral tem produzido políticas educacionais centradas em pedagogias como o construtivismo e o método de Paulo Freire. Nessas propostas, temáticas como a psicologia cognitiva, o conhecimento prático, a mudança conceitual (Hewson, 1981) e o ensino por modelo e modelagem (Moreira, 1997) estão na ordem do dia, bem como, na abordagem freireana, há quem arranque do impacto tecnológico na vida cotidiana elementos para construir uma leitura de mundo no sentido de transformá-lo.

Neste artigo, pretendemos focar a educação em CTS identificando e analisando as narrativas que discutem a relação CTS, visando à formação da cidadania por meio da escola e do museu. Pretendemos descrever os tipos de socialização que os professores, na sala de aula, e os técnicos de museu desenvolvem com vistas à alfabetização científica e tecnológica da criança; discriminar certos conteúdos transmitidos e atividades desenvolvidas pelos professores e pelo museu nas quais estivessem mais presentes a relação CTS; e analisar alguns dos recursos didáticos e paradidáticos que permeiam a prática escolar e a atividade em um museu de ciência.

Apresentamos aqui a parte da investigação referente à análise das narrativas de crianças e professores que se desenvolvem na sala de aula e em museu de ciências (situações de ensino-aprendizagem formal e não-formal).¹ Como a pesquisa tratou das relações entre ensino formal (escola) e não-formal (museu), focalizando indícios e práticas que envolvem, de um lado, o movimento CTS e, de outro, processos de alfabetização científica e tecnológica no ensino de ciências, trataremos na primeira parte das reflexões construídas a respeito desses temas. Em seguida, apresentaremos dados e análises que demonstrem o trabalho realizado.

¹ Este trabalho apresenta parte dos resultados da pesquisa vinculada ao sub-projeto “Ciência, tecnologia e sociedade no contexto da alfabetização científica e tecnológica”, associada ao projeto “Formação continuada de professores de Ciências: estratégias inovadoras de ensino em espaços formais e não formais de educação”, apoiado pela Finep e realizado pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins – Mast – e Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense – UFF. Alguns resultados dessa pesquisa foram apresentados no *VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 1998, e outros no *II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1999.

Nas considerações finais, destacaremos as contribuições da investigação para a melhoria do ensino de ciências.

Breve revisão da educação em ciência, tecnologia e sociedade

Embora a contingência da globalização esteja recentemente acentuando no Brasil o debate sobre a alfabetização científica e tecnológica entendida como o que o público deve saber sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), com base em conhecimentos adquiridos em contextos diversos (escola, museu, revistas etc.) e como atitude pública sobre ciência e tecnologia (C&T) e informações obtidas em meios de divulgação científica e tecnológica, esta maneira de focar o ensino de ciências já é discutida há muito em países como a Inglaterra e os Estados Unidos.

Ziman (1985), um dos estudiosos da questão, é crítico do ensino tradicional fragmentado em disciplinas com o propósito de transmitir uma “representação esquemática idônea de um grande repertório de observações e dados experimentais” (p.39) que, em geral, consegue apenas parodiar o processo real de investigação científica. Considera que o ensino de CTS deveria substituir o ensino tradicional, pois permitiria romper a impressão unilateral do ensino tradicional, possibilitando a construção de uma visão mais crítica acerca da ciência, de forma interdisciplinar, unindo ciência, tecnologia, psicologia, história, filosofia, sociologia.

Ao traçar um histórico do movimento da educação em CTS, revela que ele começou na Grã-Bretanha no final dos anos 60, início dos anos 70, e desenvolveu-se até a década de 80 sob a forma de debate de idéias e princípios até atingir questões de ordem prática, relativas aos recursos, professores, textos, currículos e processos de avaliação. Chegou-se, finalmente, na década de 90, ao momento de instauração de uma educação a partir de formas diversas de se educar em CTS para diferentes graus de ensino.

Em sua análise, estabelece alguns princípios e recomendações que merecem menção. O primeiro diz respeito ao escopo da educação em CTS, que deve ser abrangente a ponto de cuidar “do ensino do cidadão sobre o lugar da ciência na vida moderna até os rituais acadêmicos de aprendizagem e investigação de natureza metacientífica” (p.224). Deve, assim, atender desde necessidades referentes à formação do cidadão médio, envolvendo questões contemporâneas de princípio e de prática da ciência, até as necessidades vocacionais daqueles que aspiram às profissões científicas. O segundo refere-se à preparação de quadros para o ensino em CTS que, na perspectiva de Ziman, não pode ser realizada separada da educação científica tradicional, pois “é impossível ensinar sobre ciência sem um conhecimento da ciência até certo nível mínimo de validade” (p.222). Desse modo, considera que uma educação científica sólida é um pré-requisito para o ensino e a pesquisa em CTS. O terceiro aspecto assinalado diz respeito ao ensino em diversos graus de ensino. Na escola fundamental e média, CTS deve ser ensinado pelos professores de Ciências, mas com características de aplicação e orientação interdisciplinar no tratamento dos temas científicos ordinários. Nesses graus de ensino, não há necessidade de introdução de novos temas nos currículos, mas é necessário modificar e dotar de orientação e atitudes novas a educação científica. Para isso, os professores devem estar abertos a processos de reeducação sobre a importância dos conteúdos da ciência, de sua aplicação e discussão em sala de aula. É necessário, para que isto ocorra, oferecer cursos integrados e transdisciplinares para o professor de Ciências e, mesmo, para uma formação de pessoal capaz de elaborar currículos, produzir textos e outros tipos de materiais para o ensino em

CTS. Essa reeducação se faz necessária porque muitos professores, embora se mostrem entusiasmados com a educação em CTS, não têm muita confiança em suas competências para ensinar em novas bases. No caso da formação acadêmica desses professores, Ziman adverte que há obstáculos a serem enfrentados relativos à institucionalização de inovações do tipo: legitimação nos currículos; abertura de espaço nos departamentos das universidades para abordagens interdisciplinares e transdisciplinares; treinamento pessoal em estudos e pesquisas avançadas de CTS; criação de periódicos para divulgação da produção; etc.

Outra estudiosa do movimento de CTS no ensino é Solomon (1993). Para ela, o ensino de CTS deve visar, sobretudo, ao desenvolvimento de atitudes para enfocar e solucionar, de modo significativo, os problemas da aplicação da ciência na sociedade, além de ensinar a compreender o modo como a ciência atua no contexto social. Por essa razão, o ensino em CTS deve se sustentar em sólidas bases morais e sociais. Ainda aponta como características específicas de CTS na educação a compreensão das ameaças ambientais para a qualidade de vida de todo o globo, a compreensão de que a ciência tem uma natureza falível, a discussão de opinião e valores sociais para produção de ações democráticas e a dimensão multicultural de visão de CTS. O ensino de Ciências nessa perspectiva pode dar ao aluno a oportunidade de compreender e desenvolver conhecimentos de modo dinâmico ao partir do pressuposto de que as idéias científicas mudam com o tempo e que o uso delas é afetado pelos contextos culturais, morais, espirituais e sociais. Ao descrever o estado do movimento em CTS nos diferentes graus de ensino, observa que, na educação básica, o ensino em CTS depende de sólida base de educação moral, pois, nesta fase, a criança está se socializando e desenvolvendo o seu pensamento lógico. É preciso levar em conta, nesta fase, a relação entre o que a criança aprende na escola, em casa e nos meios de divulgação científica. Na escola secundária, a inovação consiste em mudar o enfoque da ciência tradicional para o ensino em CTS (ciência no mundo). Para isto, é preciso envolver agências e agentes de mudança de currículos e do ensino: o governo, os centros de pesquisa, os formuladores de currículos e os professores. O ensino de ciências, nesse grau de ensino, deve relacionar ciência e vida, enfatizar a dimensão falível da ciência, desenvolver-se por meio de ilustrações e atividades práticas. Deve, enfim, construir uma imagem humana da ciência. Ainda enfatiza que o ensino em CTS volta-se basicamente para a compreensão pública da ciência e deve se centrar nos aspectos científicos mais relevantes para o público leigo, não deixando de respeitar seus valores, direito à informação e incentivo à capacidade decisória do cidadão.

O ensino de ciências, na perspectiva abordada pelo movimento CTS, consolidou-se, na década de 90, com uma das tendências desse ensino e não ficou restrita ao contexto inglês.² Outras experiências foram desenvolvidas. Na Austrália, por exemplo, o ensino de CTS é entendido de modo interdisciplinar (perspectiva de Ziman) e se preocupa em discutir as origens, a natureza e o impacto social da C&T (Hallingen, 1998, p.2). Nos EUA, uma das preocupações consiste em produzir “uma compreensão de conceitos científicos chave que unifiquem a Ciências com outras disciplinas e que dêem conta das interações entre CTS” (Rye, 1999, p.3).

² A literatura que retrata e discute o movimento CTS na educação é bastante vasta para podermos dar conta dela em um artigo que pretende expor uma pesquisa. Por isso, nos restringimos a esboçá-la, destacando dois autores internacionalmente reconhecidos. Acreditamos com isto estar contribuindo para demonstrar a importância do ensino de CTS nas reformas de ensino de ciências. O movimento no ensino de ciências com enfoque em CTS – traduzido em inovações curriculares – tem sido implementado de diferentes formas em diversos países. Destacam-se o Plon (holandês), Siskon e Satis (britânicos), Apqua (norte-americano) e o Projeto 2001 nos EUA. Deste projeto originou-se o livro *Ciência para todos* de Ruther Ford e Ahlgren (1995). No Brasil dentre outros, destacam-se as experiências do Grupo de Reformulação do Ensino de Física – GREF-USP (1991) e Física – Coleção Magistério (1991).

No Brasil, segundo Menezes (1988), Zanetic (1989) e Angotti (1991), os conhecimentos científicos abordados nas escolas constituem-se em fragmentos de ciência descolados entre si e de qualquer outra área do conhecimento, inviabilizando o estabelecimento de qualquer relação entre eles, a ciência, a tecnologia e a sociedade. Ao inserir a discussão CTS no ensino de ciências, considera-se que

o aluno é um ser social, a apropriação do conhecimento científico como elemento importante na capacitação do sujeito para o pleno exercício de sua cidadania. O olhar da ciência enquanto parte importante da cultura, que, por direito, pertence ao aluno e por esta razão deve ser a ele devolvida, decodificada, leva a uma outra organização do conhecimento. (Pierson & Hosoume, 1997, p.89)

Segundo esses mesmos autores, realizar este debate

não significa defender uma ciência do como funciona. A sociedade atual não é apenas tecnológica pelos aparatos e instrumentos que incorporou ao nosso dia-a-dia, mas, principalmente, pela forma através da qual passamos a ver e interpretar as coisas à nossa volta, as explicações que procuramos dar aos eventos, as profissões de fé que fazemos a cada momento. (idem, p.88)

Para Auler, uma forma de introduzir temáticas na perspectiva CTS no currículo convencional é por meio de intervenções curriculares e trabalho sistemático de acompanhamento que podem fazer surgir conflitos. “Conflitos estes que se estabelecem entre a satisfação de um trabalho diferenciado, reconhecido por professores e alunos, e as práticas rotineiras. Destes conflitos emergem espaços, aberturas para alterações curriculares mais abrangentes” (Auler, 1997, p.191). Nesse sentido, a inclusão do debate CTS na formação inicial e continuada dos professores é fundamental.

No âmbito do ensino, é preciso mencionar as críticas dirigidas à introdução da CTS nos currículos escolares e que atentam para o perigo de utilizar o conhecimento sociológico como mais um mecanismo de controle e de reforço à valorização da C&T.

Uma análise do discurso da educação CTS pode conduzir à previsão de profundas alterações na educação científica. É sem dúvida uma mudança, mas não é profunda. A educação CTS torna claro e sem ambigüidades as relações de poder entre categorias (discursos, agentes, agências), legitimando a função reprodutora da escola. O elevado estatuto e poder actualmente atribuídos à ciência e à tecnologia na sociedade são agora subtilmente introduzidos na escola. E a “vez” dada às ciências sociais, nomeadamente à sociologia, dentro e fora da escola, representa apenas, como foi dito, uma modalidade de controle que permite dar mais força à força da ciência e da tecnologia.” (Morais, 1994, p.97)

O uso da inovação CTS para fins de reforço e de legitimação do *status quo*, sem dúvida, é um dos problemas a serem considerados quando se pensa um ensino em CTS.

Outro aspecto a destacar é que hoje temos pensadores da filosofia da ciência (Osborne & Freiberger, 1985) e da sociologia do conhecimento (Berger & Luckmann, 1967) que defendem a importância dos saberes cotidianos tanto na formação da cultura quanto na da cidadania. Para eles, em especial, é na vida cotidiana que a realidade, isto é, tudo aquilo que

é exterior e independente da vontade humana, pode ser interpretado e dotado de sentido, para que os homens produzam e reproduzam a vida social. Nesse sentido, consideramos importante o movimento de CTS sugerir caminhos e direções para o ensino de ciências que tendem a aproximar a ciência e do cotidiano. Para, no entanto, ficarmos em condições de investir na possibilidade de aproximação entre ciência e vida foi necessário buscar suporte teórico nas narrativas e nos modos de pensamento.

Ciência, tecnologia e sociedade: narrativa e modos de pensamento

As leituras sobre as narrativas centrou-se nas contribuições de Benjamin (1987) e Barthes (1993), entre outros. Elas acentuaram, entre outros aspectos, a importância da presença da narração e dos narradores na cultura oral como meio de preservar e divulgar culturas produzidas em diversos contextos e lugares. Contribuíram também para a compreensão do papel do narrador e da narração na construção de discursos visando descrever, explicar e compreender fenômenos naturais, analisar fatos, comunicar experiências, servir de testemunha de eventos, convencer ouvintes a respeito de certos acontecimentos, divulgar novos conhecimentos, apresentar preceitos morais (dar conselhos), mostrar a importância e a diversidade do papel dos narradores, que costuma variar em função de seu envolvimento ou impessoalidade diante dos fatos. Em relação à narração propriamente dita, os autores citados destacam as possibilidades de múltiplas interpretações, recortes e leituras que expressam a carga de subjetividade que envolve as narrativas.

Com esses elementos iniciais de compreensão dos narradores e das narrativas, entramos na segunda fase de leitura que se centrou na produção de Bruner (Psicologia Cognitiva). Bruner (1996), em sua atual fase de produção, tem se dedicado a elaborar estudos sobre os dois modos de pensamento que o ser humano costuma desenvolver: o modo narrativo e o modo paradigmático. Esses dois modos de pensamento devem se complementar para garantir um ensino-aprendizagem de CTS, pois seus conhecimentos podem ser relacionados e aplicados ao mundo vivido. Um pressupõe um mundo idealizado, distante, que a mente elabora por meio de modelos e de modelagem racionais e com base em critérios consistentes e coerentes. Este modo de pensamento se utiliza, preferencialmente, da linguagem lógico-matemática, para, de forma ordenada, descrever e explicar aspectos do mundo. Exige que a mente seja preparada para, a partir da razão, apreender a realidade em um movimento de cima para baixo. A outra forma de pensamento parte do mundo vivido, humanizado, contextualizado, personificado, para compreendê-lo e integrar nele o sujeito pensante.

Bruner trabalha, para isso, com as narrativas – modo de pensamento narrativo – pressupondo que, ao se contar histórias (verídicas ou não), é possível, principalmente, exercitar na mente a capacidade de interpretar e, ao mesmo tempo, socializar e integrar o sujeito em uma determinada cultura (movimento de baixo para cima). Na medida em que o mundo moderno exige a socialização técnica e tecnológica dos indivíduos, há, cada vez mais, necessidade de se trabalhar o pensamento paradigmático (lógico-matemático), que é típico da cultura científico-tecnológica, conjugado ao pensamento narrativo (primeira e essencial forma de inserção do sujeito na cultura).

Dada a importância de contextualizar e de considerar aspectos referentes às implicações sociais e culturais da C&T, os modos de pensamento narrativo e paradigmático devem ser trabalhados nos processos de ensino de ciências. Neste, a narrativa ganha sentido quando se

passa a ver a ciência como uma aventura, como um campo de especulação, além de verificação e testagem. Bruner argumenta que é preciso não esquecer que a ciência, em seus primórdios, recorreu a narrativas, usou metáforas, mitos e fábulas para se construir. “Consiste em formular hipóteses sobre a natureza, testá-las, corrigi-las e tomar um rumo, uma direção” (Bruner, 1996, p.126). Para fazer ciência, joga-se com idéias, criam-se anomalias, encontram-se formas de resolver problemas, quebra-cabeças, pois fazer ciência é envolver-se em processos vivos.

Bruner apresenta uma classificação a respeito das possíveis visões de professores sobre seus alunos que implicam em estilos diversos de ensino e que podem afetar as articulações entre os modos de pensamento. A primeira delas pressupõe a existência de *aprendizes por imitação* e a competência imitativa oriunda da prática, isto é, da capacidade do aprendiz saber reproduzir o ato de modelar. A segunda visão concebe os *aprendizes como seres que, sendo capazes de olhar e ouvir, aprendem*. O que vale são as “habilidades mentais” (verbalizar, memorizar etc.). Aprende-se por meio de aulas expositivas, leituras, programas de computador etc. A terceira perspectiva parte do pressuposto de que o *aluno é um ser pensante, um epistemólogo* capaz de aprender via discussão e interação, capaz de pensar e discutir, capaz de elaborar e rever idéias (o aluno constrói conhecimentos). Finalmente, a última representação pressupõe que o *aluno é alguém que já detém conhecimentos (prévios) e é capaz de distinguir entre os conhecimentos*, os que detém e os que serão adquiridos por meio da cultura escolar.

A busca da aprendizagem significativa: ensino em ciência, tecnologia e sociedade

Esperávamos, ao estudar as narrativas em contextos formal (escola) e não-formal (museu de ciência,) estabelecer relações de diferenças e de semelhanças entre essas duas situações quanto à inserção do debate CTS em suas práticas educativas³.

Reproduzimos, a seguir, alguns dados e análises. Ao longo de quatro meses, acompanhamos e registramos por meio de observação direta de turmas de alunos visitantes e entrevistas com professores, as impressões, atitudes, falas, comportamentos de professores e alunos em visita ao Mast/MCT⁴. O Quadro 1 sintetiza as características gerais dos visitantes escolares.

³ A investigação teve caráter exploratório e foram utilizados como instrumentos de pesquisa: observação direta em sala de aula do uso de materiais didáticos – produzidos pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins, Mast – por oito professores; entrevista com esses professores depois do uso do material; observação direta de visitas de 11 turmas de escolas que participaram do programa Atendimento Escolar do Mast. O foco no processo de coleta de dados era a relação CTS, assim, nas entrevistas procurava-se estimular o professor a narrar como inseria o debate CTS em sua prática pedagógica. Nas observações, também, buscou-se identificar elementos do debate CTS nas narrativas elaboradas pelos professores, estudantes e técnicos do Mast.

⁴ O Mast é um instituto de pesquisa vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, criado em 1985 e localizado na cidade do Rio de Janeiro. Está estruturado com base no tripé preservação da memória científica nacional, investigação em História da Ciência e educação em ciência. Em seus espaços, convivem exposições concebidas a partir de diferentes perspectivas (histórica, interdisciplinar, de modelagem), apoiadas em vários recursos museográficos. Assim, a exposição “Laboratório de Ciências” (1988) apresentou aparatos interativos do tipo hands-on, organizados segundo leis e princípios de alguns conteúdos da Física; a exposição “Ciclos astronômicos e a vida na Terra” (1994) abordou alguns fenômenos astronômicos e a vida na Terra, em uma perspectiva interdisciplinar, utilizando aparatos interativos, tipo hands-on, painéis, diagramas artificiais e vivos (colmeia e aquário de água salgada) e peças do acervo de instrumentos; a exposição “As estações do ano: a Terra em movimento” (1997) apresentou os ciclos dos dias e das noites a das estações do ano por meio de aparatos interativos, cada um deles enfatizando uma variável importante para a construção do modelos desses fenômenos; a exposição “Quatro cantos de origem – Universo”

Quadro 1 – Caracterização geral dos visitantes do Mast

Série	Escola	Formação do professor	Entrada no Mast	Motivo da visita
3ª Série	Particular	Administração e Pedagogia	Curso	Fixar a matéria (planetas)
	Particular	Matemática e Pedagogia	Curso	Por estar dando o conteúdo e pela curiosidade das crianças
4ª Série	Particular	Sem informação	Curso	Matéria dada (astros para a criança ver no concreto)
	Particular	Pedagogia e Letras	Conta própria	Para visualizar o que é dado em sala
5ª Série	Particular	Biologia	Curso	Sem informação
	Particular	Supervisora em Artes e Psicologia	Sem informação	Sem informação
	Particular	História e Geografia	Sem informação	Sem informação
Mistas (3ª e 4ª)	Particular	Especialização em Literatura	Curso	Trabalhar conteúdos (começa em espaço e termina em microcosmo)
	Particular	Psicologia e Pedagogia	Curso	Trabalhar conteúdos (universo) e para sair do abstrato
Mistas (2ª, 3ª e 4ª)	Particular	Pedagogia	Curso	Está dando conteúdo
	Particular	Pedagogia	Sem informação	Sem informação

(1995) introduziu o visitante na temática do desenvolvimento da ciência, em uma perspectiva histórico-cultural. Para tanto, apoiou-se em diversificados recursos cênicos. Neste trabalho observamos somente as visitas à exposição “Quatro cantos de origem – Universo”, pois julgamos que ela apresentava mais conteúdos em uma perspectiva CTS.

De um total de 11 visitas, a maioria correspondeu a escolas particulares (10). Os professores tinham formação de nível superior, apesar de atuarem de 1ª a 4ª série. Mais da metade (6) afirmou que passou pelo curso do Mast. Dos que revelaram o motivo da visita, a principal justificativa foi a *fixação dos conteúdos* trabalhados em sala para dar concretude aos mesmos.

No quadro a seguir, apresentamos as observações de visitas de turmas à exposição “Quatro cantos de origem”, que introduz o visitante na temática do desenvolvimento da ciência, na perspectiva histórico-cultural (sala da visão geocêntrica, sala da construção da visão heliocêntrica e sala do céu atual visto da Terra). De uma maneira abrangente, a exposição aborda os grandes problemas da reflexão humana: a natureza e suas leis, o sentido e o lugar do homem no Universo, o valor e o uso dos instrumentos científicos e as contradições e os obstáculos do desenvolvimento científico. Procura, ao mesmo tempo, delinear ligações entre ciência, tecnologia, vida social e política, religião e arte, enfatizando a controvérsia da mudança da visão cosmológica geocêntrica para heliocêntrica. Para isso, utilizam-se variados recursos cênicos, trazendo a temática do teatro, da pintura, da música, entre outras, além de aparatos interativos relativos aos modelos cosmológicos. O conjunto possibilita uma narrativa que articula mudanças nas visões de mundo, nas práticas de pesquisa científica e na vida social. Como fecho da apresentação, o acervo do Museu de Astronomia, formado de instrumentos científicos (lunetas, espectroscópios, sextantes etc.), é mostrado ao público como um exemplo de instrumentos construídos para precisar a observação do céu. Dessa forma, a diversidade de recursos usados e assuntos abordados na apresentação da mostra apontam a possibilidade de diferentes leituras para a ciência.

Quadro 2 – Reações de turmas em vista à exposição

Salas	3ª Série (2 e 4)
Branca *	Nº 2: O monitor estimula as crianças a falar das imagens que podem retratar as estações do ano. Também menciona a inclinação da Terra, além de perceber que na imagem do mês de fevereiro está nevando. As crianças dizem que deve ser em outro país e não no Brasil. Nº 4: A professora começou explicando o livro das horas, reforçou a explicação dos Stonehenge, falando do pôr-do-sol, como também do sistema geocêntrico. A professora pergunta para os alunos por que no mês de fevereiro seria inverno no continente europeu. Os alunos rapidamente responderam: “Por causa da vestimenta”.
Intermediárias **	Nº 2: As crianças observam atentamente a parte dos descobrimentos. Percebem o quanto é perigoso tentar observar o Sol com luneta, lupa e etc. Averiguam que é muito mais fácil usar um astrolábio para medir as estrelas. Ao chegar à parte do sistema solar, falam dos planetas (tudo decorado). Nº 4: As crianças respondem atentamente à rota dos descobrimentos. No diálogo, a professora relembra uma das suas aulas e pede que alguma criança exponha o que já foi visto. Explica também como foi difícil Galileu convencer os outros (mostra o diálogo). No sistema solar, uma das crianças menciona que a Terra está girando muito rápido. O monitor explica que é só uma órbita imaginária.
Escura ***	Nº 2: As crianças só fizeram ligações com os signos. Nº 4: Ao entrarem na sala, as crianças procuram logo seus signos. A professora pediu que as crianças observassem a escala dos meses e o melhor período para ver as constelações de cada signo.

UMA VISÃO COMPARADA DO ENSINO EM CTS

Salas	4ª Série (7 e 8)
Branca *	Nº 7: As crianças observaram que havia alguma coisa errada no sistema geocêntrico. Uma criança afirmou que o Sol girava em torno da Terra (todos os outros vaiaram). Depois desse acontecimento, o monitor explicou o sistema geocêntrico, conseguindo prender a atenção de todos os alunos. A partir daí, algumas crianças fizeram perguntas referentes ao assunto. Podemos citar como exemplo: “O que significam essas linhas azuis?” (R: Esferas de cristais)
Intermediárias **	Nº 8: Os alunos manuseiam o astrolábio. Na parte dos planetas, eles falam seus nomes na sua devida seqüência.
Escura ***	Nº 8: As crianças ficaram observando as constelações, só depois perceberam os signos.
	Mistas 5ª série
Branca *	Nº 9: As crianças ouviram as explicações do sistema geocêntrico com muita atenção e ainda afirmaram que o Sol estava no centro. Nº 10: Parece que a professora já havia avisado aos alunos sobre o que encontrariam no museu, visto que ela participou no ano passado da visita. Além disso, as crianças percebem logo a diferença no mês de fevereiro. Nº 11: Esse grupo, acertou de primeira que a Terra estava no centro. Partindo daí, o monitor aprofundou suas explicações sobre o motivo que levava as pessoas a pensarem assim. Surge uma nova pergunta por parte de um dos alunos, interessado em saber se um planeta estava dentro do outro. O monitor esclareceu que as esferas é que estavam uma dentro da outra.
Intermediárias **	Nº 9: As crianças falam dos descobrimentos. Logo em seguida, o monitor vai para a parte do sistema solar. Novamente aparece a “decoreba” da ordem dos planetas. Nº 10: Um aluno perguntou ao monitor se Cabral descobriu o Brasil na mesma época em que Colombo descobriu a América. Outro aluno questionou o fato de Fernão de Magalhães ser o primeiro a dar a volta ao mundo, visto que, se chegou morto, não poderia tê-lo feito. Nº 11: As crianças manipulam a parte das rotas dos descobrimentos. Na parte do sistema solar, uma criança percebe que os planetas mais próximos do Sol giram mais rápido.
Escura ***	Nº 9: As crianças ficaram fascinadas com as figuras das constelações e com o fato de encontrarem seu signo. Nº 11: As crianças tiveram dificuldade de encontrar seus signos, talvez por não terem conhecimentos de “latim”.
	Mistas 3ª e 4ª séries (3 e 6)
Branca *	Nº 3: O monitor incentiva as crianças a perguntarem. Elas respondem o que é calendário; percebem as diferenças dos meses entre o Brasil e a Europa. Na parte em que é exposta a distância entre a Terra e o Sol a professora pede explicação ao monitor. Ela faz ligação da geometria com a astronomia, mencionando que já havia dado a matéria de triângulos e ângulos.
Intermediárias **	Nº 6: As crianças não estavam muito interessadas em ouvir, e sim em ver e explorar todos os cantos com liberdade. Só deram mais atenção à explicação do astrolábio. Na hora do sistema solar, as crianças não sabiam a seqüência. Arriscavam os nomes; pareciam não conhecer os planetas.

Salas	Mistas 3ª e 4ª séries (3 e 6)
Escura ***	Nº 3: As crianças dizem que estão no espaço flutuando e, somente se preocupam em achar os seus signos. Nº 6: As crianças ficaram entusiasmadas, pareciam estar vendo coisas do outro mundo. Só procuraram seus signos, sem prestar atenção na explicação.
	Mistas 2ª, 3ª e 4ª séries (5 e 11)
Branca *	Nº 5: Na explicação sobre o sistema geocêntrico, as crianças afirmaram que o Sol que estava no centro, mas, após a explicação do monitor, passaram a responder com precisão às suas perguntas: Uma criança indagou: "Por que tem uma estrela em cada bolinha ? O que são elas?" Resposta: as bolinhas são os planetas que, vistos da Terra, parecem estrelas. No calendário o monitor menciona as estações do ano. Nº 11: No sistema geocêntrico uma criança perguntou (em meio à explicação do monitor) se Júpiter e Plutão não eram vistos por serem planetas gasosos. Uma outra pergunta que um aluno fez foi sobre o cinturão de asteroídes. O monitor disse que naquela época não o conheciam. No livro das horas, as crianças dizem que é outro país, devido ao mês de fevereiro. Logo a seguir, o monitor explica os hemisférios e fala sobre as estações.
Intermediárias **	Nº 5: As crianças falam sobre os descobrimentos, observam o astrolábio e, na parte dos planetas, não sabem a ordem, mas ficam muito interessadas na luneta astronômica. Nº11: As crianças observam o quadro das rotas, manipulam o astrolábio, ficam encantadas olhando para o sistema solar e percebem que os planetas mais próximos do Sol giram mais rápido que os mais afastados.
Escura ***	Nº 5: As crianças se atrapalharam na procura dos signos, mas ao encontrá-los tiveram curiosidade em observar as constelações. Nº 11: As crianças procuraram logo o seu signo.

Os nomes adotados para as salas são aqueles pelos quais os funcionários e visitantes as identificam.

* Modelo geocêntrico ** Modelo heliocêntrico *** Visão do céu a partir da terra

Obs: Os números indicam que foram realizadas 11 observações de turmas no Mast. Em geral, os monitores que acompanham os alunos apresentam narrativas diversas sobre a exposição. A diversidade de narrativas tem a ver mais com a formação do monitor (estagiário de História, de Física, funcionário de nível médio do Mast) e, em geral, leva muito pouco em consideração o tipo de público.

Observamos que os alunos só conhecem o modelo heliocêntrico, mostrando dificuldade em compreender o modelo geocêntrico, muitas vezes citado na escola como incorreto. Apoiados nas observações que fizemos em sala de aula, é possível atribuir a causa desta dificuldade à falta de tratamento histórico dos temas científicos. Na escola, o professor ensina alguns conteúdos da exposição de maneira descontextualizada e aprisionado ao modelo paradigmático (lógico-matemático), típico da cultura científica, fator que pode explicar a dificuldade dos alunos em compreender a ciência na perspectiva da narrativa histórica. Essa diferença no modo de ensinar pode, em certa medida, explicar por que as crianças estranham, por exemplo, a idéia do modelo geocêntrico (observações 9 e 5) e a idéia do desconhecimento sobre planetas em outras épocas (observações 3 e 4). Há, também, nas observações, a utilização do modo

paradigmático na observação 3, no qual a professora relaciona geometria com astronomia para relembrar problemas de distância. O fato de a narrativa ser desconsiderada quando do tratamento de temas científicos pela escola pode, também, explicar a recorrência à “decoreba” ou “efeito papagaio” que se produz quando é imposta a memorização e não a compreensão dos fatos – isso explica, em parte, o apego ao modelo heliocêntrico pelas crianças. Apesar de, na exposição, as narrativas abordarem a relação CTS, em nenhum momento foi verbalizada tal relação. No entanto, as crianças referem-se às roupas usadas nas diferentes estações, mas não associam as estações com as técnicas agrícolas, expostas claramente nas cenas representadas nessa parte da exposição. Por outro lado, na sala do céu visto da Terra, as crianças referem-se às constelações de seus signos, recorrendo, novamente, a um saber cotidiano. As observações 9 e 3 indicam como as crianças reagem a partir das narrativas expressas pelos recursos cênicos. Tais aspectos fornecem indicativos do descompasso entre a forma como o museu registra e expõe uma visão de ciência e a maneira como se ensina na escola e a necessidade de se discutir com maior profundidade as relações entre escola e museu na produção da cultura científica. É possível que o conhecimento exposto no museu tenha sugestões importantes a dar ao ensino formal numa perspectiva de CTS, especialmente no que diz respeito à visão narrativa e histórica da ciência.

As observações na escola constituíram outro momento de aproximação e contraste entre a produção de conhecimentos e os recursos didáticos no museu e na escola. Lembramos que foram observadas cinco aulas de ciências, gravadas e transcritas, em cinco escolas sediadas na Zona Oeste do estado do Rio de Janeiro (quatro escolas municipais e uma particular). Dessas escolas, apenas uma dispõe de um bom laboratório e de um cantinho de ciências. As demais reservam um inexpressivo espaço para se divulgar e aprender ciência. O Quadro 3 apresenta um síntese das aulas observadas.

Dessas aulas, três foram regidas por professores que haviam participado do curso no Mast. Mas, a despeito de estarem munidos de um material novo, que, a princípio, poderia despertar o interesse dos alunos, a forma como os professores interagiram com as turmas afetou o processo de transmissão de conhecimento. Percebemos, ao analisarmos os dados da interação professor/aluno, que os professores A e E consideram os alunos como aprendizes capazes de ouvir, olhar e aprender; os professores B e D conseguem que alguns alunos sejam pensantes, pois discutem e perguntam. A professora C admite que o aluno já detém conhecimentos e é capaz de distinguir entre os conhecimentos que detém e os conhecimentos a serem adquiridos. A forma de condução das aulas pelos professores A e E indica que estes se apoiam na forma de pensamento paradigmático – demonstração em aula expositiva. Os professores B e D também se apoiam neste tipo de pensamento expresso na forma de conduzir a aula e na participação dos estudantes. Destaca-se a professora da escola C que estrutura sua aula a partir de narrativas construídas por elementos do universo cultural das crianças, articulando o pensamento narrativo com o pensamento paradigmático.

Das aulas observadas, apenas uma foi bem sucedida em termos de despertar o interesse e a participação das crianças. O modo afetuoso e aberto com que a professora interage com os alunos constituiu um dos ingredientes explicativos do sucesso. Além disso, a professora lança mão de recursos que tornam o ambiente de aprendizagem agradável (música, por exemplo). Essa professora da escola C trabalhou na aula o tema propagação da luz – refração, reflexão e decomposição da luz. Iniciou os trabalhos com uma música sobre o arco-íris para, em seguida, trabalhar o conteúdo científico.

A reprodução de trechos significativos da aula dá suporte às considerações que tecemos.

Quadro 3 – Visão resumida do contexto da sala de aula ⁶

Escola	Disciplina	Turma	Alunos	Tema	Recursos utilizados	Desenvolvimento	Interação professor/aluno	Obs.
A	Geografia	502	32	1. Movimento de rotação e translação, estações do ano, Lua	Livro, quadro de giz, modelo contagem de linhas, terra sonora e modelo Terra, Sol, Lua	Exposição oral, leitura de livro, demonstração dos modelos	Alunos passivos, professor não motiva. Seu discurso é auto-centrado	1
B	Geografia	702	40	1. Dias e noites, estações do ano, fases da lua e eclipse 2. Jogos sobre fenômenos astronômicos	Quadro de giz, modelos exercícios de fixação, fitas de vídeo	Exposição oral, exemplo de fenômenos astronômicos, demonstração de modelos, explicação de jogos	Relação amistosa; alguns alunos participam, mas a grande maioria é desinteressada	2
C	Ciências	401	40	1. Óptica e cores 2. Animais invertebrados	Música, modelos	Exposição oral, demonstração de modelos, trabalho em grupo, recorte e colagem	Alunos participativos, interessados; vínculo afetivo e diálogo	2
D	Ciências	501 e 602	42 e 30	1. Temperatura, umidade, pressão e ambiente; 2. Seres vivos e meio ambiente	Livro texto e quadro de giz	Exposição oral, exemplos para fixar conteúdo	Mescla atenção nas colocações dos alunos com atitudes rígidas, autoritárias	2
E	Ciências	501	39	1. Universo	Quadro de giz, exercício de fixação	Divisão da turma em subgrupos, debate	Relação vertical com pouca troca	1

Professora: Isto aqui é uma lente. Eu trouxe para mostrar para vocês que nós temos dentro do olho como se fosse uma lente parecida com essa aqui. Com essa forma. A lente é assim: são duas superfícies, né? Lisas, transparentes, onde pelo menos uma delas é curva. Se vocês repararem, essa face aqui é igualada a essa?

Alunos: Não.

Professora: E como vocês podem ver também, existem lentes que são curvas. O nosso olho é uma lente mais ou mesmo parecida com essa. Claro que não é do mesmo tamanho, né? Fica dentro do olho. [Usamos] quando a gente tem algum problema na visão como miopia, astigmatismo, hipermetropia. Quem usa óculos sabe o que é isso. Por exemplo, você. Você tem o que?

Aluna: Miopia.

Dando continuidade ao diálogo, a professora identifica e descreve os problemas ópticos dos alunos. Quase no final da aula, ela conclui:

Professora: Olha só. Nem todas as lentes são do mesmo tamanho, não. Porque cada pessoa tem um problema diferente e existem lentes diferentes para corrigir cada problema diferente. Então, aqui tem três lentes. Eu vou colocar três lentes aqui em cima da mesa e vou chamar algumas crianças aqui. Olha só, quantas lentes tem aqui?

Alunos: Três.

Professora: Quantas crianças terão que vir?

Alunos: Três.

Professora: Vocês vão olhar a letra da música e dizer como estão vendo.

Aluno1: Ficou grande.

Aluno2: Ficou pequeno.

O fechamento da aula se deu com as crianças brincando com as lentes.

Este trecho de aula demonstra como é possível trabalhar ciência de maneira que as crianças percebam a importância dos conhecimentos científicos, sem a necessidade de ter de lançar mão de recursos tradicionais, ou mesmo sofisticados, de ensino e com argumentos que se aproximam da perspectiva de ensino em CTS.

Além da observação de aulas, entrevistamos esses professores sobre ensino na perspectiva CTS. O quadro abaixo resume o conteúdo das entrevistas.

Percebemos que os professores relacionam desenvolvimento tecnológico com desenvolvimento científico, mas a maioria não cita temas que possam ser explorados no debate CTS. O professor da escola D exclui a possibilidade de esse debate ocorrer quando se estudam os seres vivos. Assim, para ele, os seres vivos não estão vinculados às questões ambientais que, segundo Solomon (1994), estão contidas no debate CTS.

Mais uma vez é a professora da escola C a que melhor cita conteúdos para trabalhar na perspectiva CTS, recorrendo a temas atuais que podem ser ensinados a despeito de não estarem presentes nos programas escolares. É interessante registrar que durante a entrevista a professora diz que não dispõe de um computador em casa e tem dificuldades para assinar uma revista científica. Ela consegue, no entanto, interagindo com os alunos que dispõem desses

⁶ Os professores cujas aulas foram observadas utilizam material sobre os dias e as noites, estação do ano (modelos e jogos) produzidos pelo Mast e participaram de um curso no qual eram capacitados no uso do material – estratégias de uso e conteúdo científico

Quadro 4 - Síntese das entrevistas

Escola	Tempo Magistério	Objetivo do ensino ciências	Relação CTS	Curso Mast
A	9	Perceber que as ciências são afins	Desenvolvimento tecnológico só acontece se houver desenvolvimento científico	Adquiriu conhecimentos de astronomia que não havia tido na graduação
B	+ de 15	Identificar os países da América Latina e diferenças entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos	Em economia, quando se aborda historicamente o desenvolvimento da tecnologia	Muito bom, muito proveitoso. Tive uma idéia diferente do que é um museu. É dinâmico, vivo, operacional pois se tem contato com objetos
C	+ de 10	Prof.1 – Observar o que acontece na natureza, procurando mostrar respostas Prof.2 – Ciência tem de estar ligada com o dia a dia do aluno, com o mundo dele	Quando se trabalha com Aids, clone, Internet	Acharam interessante os modelos. Aprenderam conteúdos que não haviam aprendido na graduação
D	20	Dar uma visão ao aluno, conhecer o desenvolvimento da ciência, desde o seu início até os dias de hoje	A 6ª série é o único ano que foge a esse aspecto porque só estuda seres vivos. Na 7ª série já se fala em descobertas de remédios novos e na 8ª porque tem Química e Física	
E	24	A professora não foi entrevistada		

recursos, obter informações atuais e discuti-las em sala (mesmo que não sejam temas previstos nos conteúdos programáticos). O depoimento da professora exprime bem a dificuldade que os professores têm de acompanhar o estado atual dos conhecimentos:

Têm alunos que são ligados à Internet. Eles trazem até coisas que você não sabia. Eles descobrem no computador. Eu, por exemplo, não tenho computador... Mas eu deveria ganhar o suficiente para fazer uma assinatura científica, pelo menos uma revista mensal. Então, por vezes, eles estão mais atualizados que eu.

A comparação entre a ciência ensinada em espaços formal (escola) e não-formal (museu), com o mesmo tipo de público (alunos), além de revelar diferenças significativas em termos de formas de abordagem e de tratamento de conteúdos, sugere que o museu está mais próximo da relação ciência e cultura.

Considerações finais

Apresentamos neste trabalho um paralelo entre educação científica formal e não-formal disponível nas escolas e em um museu de ciências, para identificar a sua proximidade com a tendência de ensino de ciências na perspectiva CTS. Constatamos que, apesar de ainda estarmos muito atrelados ao ensino tradicional, já dispomos de iniciativas, embora rarefeitas, de orientações de ensino próximas ao movimento de CTS.

Destacamos três aspectos relevantes da pesquisa visando ao aprimoramento:

1. A importância de aprofundar os estudos sobre o movimento CTS, visando o aprimoramento do ensino de ciências.

2. A necessidade de trabalhar, de modo articulado, o desenvolvimento do que Bruner denomina de modos de pensamento narrativo e paradigmático, para demonstrar a utilidade da ciência como processo da cultura e da vida.

3. A distância entre o modo como a escola e o museu trabalham pode ser medida, por exemplo, quando se constata que o museu adota a perspectiva da História da Ciência, o que tende a não acontecer na escola.

O resultado desse trabalho aponta para a possibilidade de desenvolver o ensino de ciências em uma perspectiva CTS tanto na escola como em um museu de ciência. Ainda destaca as contribuições que os museus de ciências podem dar ao ensino realizado nas escolas. Nesse sentido, faz-se necessário ampliar os estudos sobre a relação museu/escola e como essa relação pode aperfeiçoar as duas instituições e em que perspectivas

Ficou clara, para nós, a importância de tomar o movimento CTS como um vetor de produção de reformas no ensino de ciências. O movimento CTS, articulado aos modos de pensamento elaborados por Bruner, possibilitam reflexões importantes a serem consideradas na intensificação dessas reformas.

Referências bibliográficas

- ANGOTTI, J. A. P. *Fragmentos e Totalidades do Conhecimento Científico e do Ensino de Ciências*. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.
- AULER, D. STUEDER, D. M. CUNHA, MARCIO, B. O enfoque ciência-tecnologia-sociedade como parâmetro e motivador de alterações curriculares. In: MOREIRA, M. A. (Org.), *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. p.187-92, Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- BARTHES, R. *Mitologias*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993.
- BENJAMIN, W. *Obras escolhidas*. Magia e técnica. Arte e Política. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- BERGER, P. L.; LUCKMANN, T. *The social construction of reality*. a treatise in the sociology of knowledge. Garden City: Doubleday, 1967.
- BRUNER, J. *Toward a theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press, 1996.
- FINNEGAN, Ruth. *Literacy and orality*. studies in the technology of communication. Oxford: Brasil Blackwell, 1988.

- GRAS, H. M. *Technologies du Quotidien*. Paris: E. Autrement, 1992.
- GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA – GREF. *Física*, v.1, 2 e 3. São Paulo: EDUSP. 1991
- HALLINGEN, H. *Science & technology studies*. Wollongong: University of Wollongong, 1998.
- HEWSON, P. M. A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, vol.3, p.383-96, 1981.
- MARX, K. *The misery of philosophy*, 1947.
- MENEZES, L. *Crise, Cosmos, Vida Humana: Física para uma educação humanista*. Tese (Livro Docência), Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1988.
- MORAES, A. M. A inovação ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências: uma análise sociológica. *Revista de Educação*. Lisboa: Fundação C. Gulbenkian, p.87-99, 1994.
- MOREIRA, M. A. *Modelos Mentais*. Porto Alegre, UFRS, 1997.
- OSBORNE, R. J. FREIBERG, P. *Learning in sciences: the implications of children's science*. London: Heinemann, 1985.
- PIERSON, A. H. C.; HOSOUME, Y. O cotidiano, o ensino de física e a formação da cidadania. In: *I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. 1, *Atas...* Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RODRIGUES, A. M. Fundamentos em filosofia da tecnologia. *Revista Tecnologia e Cultura*. CEFET, Rio de Janeiro, ano 1, n.1, jul.-dez. 1977.
- ROBENS, K. e WEBSTER, F. *The technical fix: education, computer and industry*. London: Macmillan, 1989.
- RYE, J. A. *Teaching beliefs and practices of research scientist faculty member engaged in Science-Technology-Society (STS)*. Horgantown: West University, 1998.
- SCHARMANN, L. C. *Preservice secondary science teacher's orientations toward Science-Technology-Society (STS) education*. Manhattan: Kansas State University, 1998.
- SOLOMON, J. *Teaching science, Technology and Society*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press, Coleção Developing Science and Technology Education, 1993.
- ZANETIC, J. *Física Também é Cultura*. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.
- ZIMAN, J. *Enseñanza y Aprendizaje sobre la Ciencia y la Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.