

ENSINO DE CIÊNCIAS E CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE: COMPARANDO PERSPECTIVAS NO ENSINO FORMAL E NÃO-FORMAL

Maria Cristina Leal

Universidade Federal Fluminense

Guaracira Gouvêa

Museu de Astronomia e Ciências Afins

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. 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 de CTS e, de outro, processos de alfabetização científica e tecnológica no ensino de ciências, tratamos na primeira parte das reflexões construídas a respeito desses temas. Em seguida apresentamos dados e análises que demonstram o trabalho realizado. Nas considerações finais destacamos as contribuições da investigação para a melhoria do ensino de ciências.

Introdução

Este trabalho apresenta parte dos resultados da pesquisa vinculada ao sub-projeto Ciência Tecnologia e Sociedade no Contexto da Alfabetização Científica e Tecnológica, associado 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.

O seu principal objetivo foi de identificar e analisar as narrativas que em contextos de ensino-aprendizagem formal e não-formal discutiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade - CTS - visando à formação da cidadania por meio da escola e do museu. Este objetivo geral foi desdobrado em três, a saber: descrição de tipos de socialização que os professores na sala de aula e os técnicos de museu desenvolvem com vistas à alfabetização científica da criança; seleção de conteúdos transmitidos e de atividades desenvolvidas pelos professores e pelo museu nas quais estivessem mais presentes a relação CTS; análise de diferentes recursos didáticos e paradidáticos com professores para destacar como se apresentam neles estilos de narrativas sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e, finalmente, análise do modo como certos recursos permeiam a prática escolar e a atividade do museu de ciência.

Este trabalho apresenta a parte da investigação referente a análise das narrativas de crianças e professores que se desenvolvem na sala de aula e em museu de ciências em situações de ensino-aprendizagem formal e não-formal. 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 de 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. Nas considerações finais destacamos as contribuições da investigação para a melhoria do ensino de ciências.

Movimento de 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.); atitude pública sobre ciência e tecnologia e informações obtidas em meios de divulgação científica e tecnológica, esta maneira de focar o ensino de ciências já há muito é discutida em países como Inglaterra e Estados Unidos.

Um dos estudiosos da questão, Ziman (1985, p.39), 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”, e que, em geral, consegue apenas parodiar o processo real de investigação científica. Para esse autor o ensino de CTS deveria substituir o ensino tradicional pois permitiria, de forma interdisciplinar (ciência, tecnologia, psicologia, história, filosofia, sociologia), romper a impressão unilateral do ensino tradicional e possibilitaria construir uma visão mais crítica acerca da ciência.

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 relativa à 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.” (Ziman 1985, 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 as profissões científicas. O segundo refere-se à preparação de quadros para o ensino em CTS que, na perspectiva de Ziman, (1985, p.222) não pode ser realizado separado da educação científica tradicional pois “é impossível ensinar sobre ciência sem um conhecimento da ciência até certo nível mínimo de validade”. 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 nos diversos graus de ensino. Na escola fundamental e média deve ser ensinado pelos professores de ciência, 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 ciência e, mesmo, para 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 (1985) 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 se focar e solucionar, de modo significativo, os problemas da aplicação da ciência na sociedade, além de se 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 de 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 no ensino, 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 ciência, neste 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 é 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 a capacidade decisória do cidadão.

O movimento de CTS no ensino não ficou restrito ao contexto inglês. Revela-se, na verdade, como uma das tendências nos anos 90 e tem-se expandido para diversos países. Nos EUA, por exemplo, uma de suas preocupações consiste em produzir “uma compreensão de conceitos científicos - chave que unifiquem as ciências com outras disciplinas e que dêem conta das interações entre CTS” (Rye, 1999 p. 3). Outra intenção da educação em CTS “é de fazer com que os estudantes fiquem mais motivados para aprender ciência e conduzir melhor os experimentos científicos” (Scharmann, 1999, p.3). Na Austrália 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 (Halligen, 1998, p. 2)¹.

¹ A literatura que retrata e discute o movimento de 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 e 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), SISCON e SATIS (britânicos), APQUA (Califórnia – EUA), e o Projeto 2001 nos EUA deste projeto originou-se o livro *Ciência para todos* (Rutherford e Ahlgren, 1995, Publicação Lid, Lisboa).

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 uma ciência, descolados de qualquer outra área de conhecimento. Ao se 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 e Hosoume, 1997, p. 89). 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, às profissões de fé que fazemos a cada momento” (Pierson e Hosoume, 1997, p. 88). Para Auler (1997), 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)

No âmbito do ensino é preciso mencionar as críticas dirigidas à introdução da CTS nos currículos escolares e que atentam para o perigo de se 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 e Freiberg, 1985) e da sociologia do conhecimento (Berger e Luckmann, 1967) que defendem a importância dos saberes cotidianos tanto na formação da cultura quanto da cidadania. Para estes, em especial, é na vida cotidiana que a realidade, isto é tudo aquilo que é exterior e independe da vontade humana, pode ser interpretada e dotada 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 ciência e 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.

Narrativas, modos de pensamento

As leituras sobre as narrativas centrou-se nas contribuições de Benjamin (1987) e Barthes (1993), entre outros. Acentuou, 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; contribuiu para 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 a narração propriamente dita, os autores 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), na 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/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. trabalha, para isto, com as narrativas - modo de pensamento narrativo - pressupondo que ao se contar histórias/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 científica-tecnológica conjugado ao pensamento narrativo (primeira e essencial forma de inserção do sujeito na cultura).

Dada a importância de se contextualizar e de se 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 campo de especulação, além de verificação e testagem. Bruner(1996) 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 se fazer ciência joga-se com idéias, criam-se anomalias, encontra-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 que detém* e os conhecimentos a serem adquiridos por meio da cultura escolar.

Metodologia

A investigação teve caráter exploratório e foram utilizados como instrumentos de pesquisa²: observação direta em sala de aula de uso de materiais didáticos, produzidos pelo Mast, por professores (8); entrevista desses professores depois do uso do material; observação direta de visitas de turmas (11) 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 em sua prática pedagógica inseria o debate CTS. Nas observações, também, buscou-se identificar elementos do debate CTS nas narrativas elaboradas pelos professores, estudantes e técnicos do Mast.

As dificuldades de articulação entre ensino na escola e no museu em busca de aprendizagem significativa em CTS

Esperávamos ao estudar as narrativas em contextos formal e não formal estabelecermos relações (diferenças/semelhanças) entre esses dois contextos quanto a inserção do debate Ciência Tecnologia e Sociedade em suas práticas educativas. Reproduzimos, a seguir, alguns dados e análises .

Ao longo de quatro meses acompanhamos e registramos impressões, atitudes, falas, comportamentos de professores e alunos em visita ao Mast/MCT. O quadro abaixo sintetiza as características gerais dos visitantes escolares:

Quadro I– Caracterização geral dos visitantes do Mast

SÉRIE	ESCOLA	FORMAÇÃO DO PROFESSOR	ENTRADA NO Mast	MOTIVO DA VISITA
3ª Série	Particular	Administração e Pedagogia	Treinamento	Fixar a matéria (Planetas)
	Particular	Matemática e Pedagogia	Treinamento	Por estar dando o conteúdo e pela curiosidade das crianças
4ª Série	Particular	Sem informação	Treinamento	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	Treinamento	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	Treinamento	Trabalhar conteúdos (começa em espaço e termina em Microcosmo)
	Particular	Psicologia e Pedagogia	Treinamento	Trabalhar conteúdo (Universo) e para sair do abstrato.
Mistas (2ª, 3ª e 4ª)	Particular	Pedagogia	Treinamento	Está dando conteúdo
	Pública Municipal	Pedagogia	Sem informação	Sem informação.

De um total de 11 visitas, a maioria correspondeu à escolas particulares (10). Os professores tinham formação de nível superior apesar de atuarem de 1ª a 4ª série. Mais da metade (06) afirmou que passou pelo treinamento do Mast. Dos que revelavam o motivo da

² Os professores que utilizaram os materiais didáticos produzidos pelo Mast participaram de um curso de 48 horas que tinha como um dos objetivos capacitá-los no uso desse material, tanto do ponto de vista do conteúdo como dos procedimentos didáticos.

visita, a principal justificativa foi a *fixação dos conteúdos* trabalhados em sala para dar *concretude* a esses.

No quadro a seguir apresentamos as observações de visitas de turmas à exposição permanente do Mast -Quatro Cantos de Origem- que apresenta a evolução histórica da concepção ocidental de universo a partir da relação entre ciência e sociedade. Essa relação é expressa por meio de recursos cênicos que causam impacto nos visitantes. É constituída de três ambientes: sala da visão geocêntrica ; sala da construção da visão heliocêntrica e sala do céu atual visto da Terra.

Quadro I I- Reações das Turmas em Visita à Exposição Permanente³:

SÉRIE	SALA BRANCA (Modelo Geocêntrico).	SALAS INTERMEDIÁRIAS (Modelo Heliocêntrico)	SALA ESCURA (Visão do céu a partir da Terra)
3ª Série (2 e 4)	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."	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.	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.
4ª Série (7e 8)	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 significa estas linhas azuis?" (R: Esferas de cristais).	Nº 8: Os alunos manuseiam o astrolábio. Na parte dos planetas, eles falam seus nomes na sua devida seqüência.	Nº 8: As crianças ficaram observando as constelações, só depois perceberam os signos.
5ª Série (9, 10 e 11)	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	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	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".

³ Os nomes adotados para as salas são aqueles pelos quais os funcionários e visitantes as identificam

	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.	parte do sistema solar, uma criança percebe que os planetas mais próximos do Sol giram mais rápido.	
Mistas – 3ª e 4ª séries (3 e 6)	Nº 3: O monitor incentiva as crianças a perguntarem. Elas respondem o que é calendário; percebem as diferenças dos meses no Brasil X 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.	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.	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)	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 asteróides. 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.	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. Nº 11: 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.	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.

Observamos que os alunos só conhecem o modelo heliocêntrico, mostrando dificuldade em compreender o modelo geocêntrico. Devido a falta de tratamento histórico, o professor ensina, na escola, alguns dos 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 compreenderem a ciência na perspectiva da narrativa histórica. Essa diferença no modo de ensinar pode, em certa medida, explicar porque as crianças estranham, por exemplo, a idéia do modelo geocêntrico (observações de número 9 e 5), do desconhecimento sobre planetas em outras épocas (observações 3 e 4). Há, também, nas observações registros a respeito do valorização permanente que a escola dá ao modo paradigmático (ver a respeito a observação 3 em que a professora relaciona geometria com astronomia para lembrar problemas de distância). O fato da narrativa ser desconsiderada quando do tratamento de temas científicos pela escola pode, também, explicar a recorrência a decoreba ou “efeito papagáio” que se produz quando é imposta a memorização e não a compreensão dos fatos. Apesar de na exposição as narrativas abordarem a relação CTS, em nenhum momento foi verbalizado essa relação. Por outro lado, na sala do céu visto da Terra, as crianças referem-se as constelações de seus signos recorrendo 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.

As observações na escola constituíram outro momento de aproximação e contraste entre a produção de conhecimentos e recursos didáticos no museu e o ensino tradicional (que se impõe indiscriminadamente em escolas públicas e particulares). Os dados a seguir reforçam nossas afirmações. Lembramos que foram observadas cinco aulas de ciências 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 abaixo apresenta um síntese das aulas observadas

Quadro III-Visão resumida do contexto da sala de aula

Escola	Disciplina	Turma	T. Alunos	Tema	Recursos utilizados	Desenvolvimento	Interação Prof./aluno	No. Obs
A	Geografia	502	32	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, demonstrações 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 participativo, interessados; vínculo afetivo e diálogo.	2
D	Ciências	501 e 602	42 e 30	1.temperatura, umidade, pressão e ambiente; 2.serres 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	Universo	Quadro de giz, exercício de fixação	Divisão da turma em subgrupos .Debate	Relação vertical com pouca troca	1

Das aulas observadas 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) consideram os alunos como aprendizes capazes de ouvir, olhar e aprender; os professores (B,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 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 ótica e cores. Iniciou os trabalhos com uma música sobre o arco-íris para, em seguida, trabalhou o conteúdo científico. A reprodução de trechos significativos da aula dá suporte as considerações que tecemos.

Professora- “Isto aqui é uma lente. Eu trouxe para mostrar para vocês que nós temos dentro do olho, como se fôsse uma lente parecida com essa aqui. Com essa forma. A lente é assim.: são duas superfícies, né? Lisas, transparentes, onde uma delas, pelo menos 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. 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 as professora identifica e descreve os problemas ópticos dos alunos. Quase no final da aula ela conclui:

Professora- “Olha só. Ne todas as lentes são do mesmo tamanho, não. Porque cada pessoas tem um problema diferente e existem lentes diferentes para corrigir cada problema diferente. Então, aqui temtrês lentes. Eu vou colocar três lentes aqui encima 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.

Aluno- “Ficou grande”.

Aluno- “Ficou pequeno”.

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

Este trecho de aula demonstra como é possível se trabalhar ciência de maneira que as crianças percebam a importância dos conhecimentos científicos, sem a necessidade de se ter que lançar mão de recursos tradicionais ou mesmo sofisticados de ensino. Observamos que a professora utilizou recursos e argumentos de um perspectiva de ensino em CTS de modo simples e original.

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

Quadro IV- Síntese das entrevistas⁴:

Escola	Tempo Magistério	Objetivo 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 abordamos 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 que estar ligada com o dia a dia do aluno, com o mundo dele.	Quando se trabalha em 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 6 ^a . série é o único ano que foge a esse aspecto porque só estuda seres vivos. Na 7 ^a . série já se fala em descobertas de remédios novos e na 8 ^a . porque tem química e física	
E	24	-	-	

Percebemos que os professores relacionam desenvolvimento tecnológico com o desenvolvimento científico, mas a maioria não cita temas que possam ser explorados no debate CTS. O professor da escola D exclui a possibilidade desse debate ocorrer quando se estuda os seres vivos, assim, para este os seres vivos não estão vinculados as 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 se trabalhar na perspectiva em 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 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 revistas mensal. Então, por vezes, eles estão mais atualizados que eu.”

A comparação entre a ciência ensinada em espaços formal (escola) e não-formal (museu), 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 porém isso não significa que estudantes e professores apreendam essa abordagem.

Considerações finais

⁴ Na escola E não conseguimos realizar a entrevista com a professora.

Neste trabalho fizemos um esforço no sentido de estabelecer 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 3 aspectos relevantes da pesquisa.

- 1. A importância de se aprofundar estudos sobre o movimento de CTS visando o aprimoramento do ensino de ciências.
- 2. A necessidade de se 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 tende a demonstrar que precisamos reestruturar e atualizar, com urgência a estrutura do sistema de ensino e de divulgação de conteúdos escolares a fim de obtermos condições que superem as formas tradicionais e ineficazes no processo de formação de cidadãos mais preparados. As perspectivas e contribuições de museus de ciências e os cursos de formação continuada ajudam, mas não dispõem de fôlego suficiente para, em tempo breve, promover as mudanças tão necessárias ao nosso sistema formal de ensino.

Neste trabalho ficou claro, para nós a importância de se tomar o movimento de CTS como um vetor de produção de reformas no ensino de ciências. O movimento de CTS articulado aos modos de pensamento (tão bem elaborado por Bruner) possibilitam reflexões importantes a serem consideradas na intensificação dessas reformas.

Referências Bibliográficas

ANGOTTI, J. A. P. (1991) *Fragmentos e Totalidades do Conhecimento Científico e do Ensino de Ciências*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

AULER, D. STUEDER, D. M. CUNHA, MARCIO B. (1997). O enfoque ciência-tecnologia-sociedade como parâmetro e motivador de alterações curriculares. In: Moreira, Marco A. (org.), *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, pp. 187-192, Instituto de Física - UFRGS.

BARTHES, R. (1993) *Mitologias*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil

BENJAMIN, W. (1987) *Obras escolhidas. Magia e Técnica. Arte e Política*. S.Paulo, Brasiliense.

BERGER, P.L.; LUCKMANN, T. (1967). *The social construction of reality: a treatise in the sociology of knowledge*. Garden City, N.Y., Doubleday.

BRUNER, J. (1996) *Toward a theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA – GREF (1991) *Física*, V. 1, 2 e 3, São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo.

HALLINGEN, H. (1998) *Science & Technology Studies*. Wollongong: University of Wollongong.

MENEZES, L. (1988) *Crise, Cosmos, Vida Humana: Física para uma Educação Humanista*. Tese de Livre Docência. Instituto de Física: Universidade de São Paulo.

MORAES, A. M. (1994) A inovação ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências: uma análise sociológica. *Revista de Educação*. Lisboa: Fundação C. Gulbenkian, pp. 87-99.

OSBORNE, R.J.; FREIBERG, P. (1985) *Learning in sciences - the implications of children's science*. London, Heinemann,.

PIERSON, A HC. HOSOUME Y. (1997) O cotidiano, o ensino de física e a formação da cidadania. In: *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS

RYE, J. A. (1998) *Teaching Beliefs and Practices of Research Scientist Faculty Member Engaged in Science-Technology-Society (STS)*. Horgantown: West University.

SCHARMANN, L. C. (1998) *Preservice Secondary Science Teacher's Orientations Toward Science-Technology-Society (STS) Education*. Manhattan: Kansas State University.

SOLOMON, J. (1993) *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press, Coleção Developing Science and Technology Education.

ZANETIC, J. (1989) *Física Também é Cultura*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

ZIMAN, J. (1985) *Enseñanza y Aprendizaje sobre la Ciencia y la Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.