

Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências¹

Martha Marandino

O Ensino de Ciências na Escola Hoje

Como o ensino de ciências é realizado hoje nas escolas de ensino fundamental? Que inovações vêm sendo propostas para essa área nos últimos anos? Os avanços advindos da pesquisa em Ensino de Ciências vem impactando a forma de ensinar e aprender nessa área? Que desafios existem para que a prática pedagógica na área de ciências incorpore os resultados das investigações realizadas?

O que hoje identificamos como a área de Ensino de Ciências tanto em nível internacional como nacional vem sendo constituída a partir de uma série de programas de pós-graduação, de publicações científicas, mas também da prática pedagógica na escola e dos inúmeros materiais produzidos para auxiliar e promover esta área. Em especial no Brasil, a partir dos anos de 1970 houve a crescente criação de cursos de pós-graduação nessa área e aumentou muito a produção acadêmica, com quantidades relevantes de dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de revistas científicas. São também cada vez mais tradicionais os diversos encontros e simpósios direcionados a pesquisadores e a professores, nas áreas de ensino de Física, de Biologia e de Química. Em 1997 se criou a Associação Brasileira de Pesquisadores em Ensino de Ciências – ABRAPEC com a finalidade promover, divulgar e socializar a pesquisa em Educação em Ciências.

Para conhecer melhor a ABRAPEC navegue pelo seu sítio

(<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/>)

buscando:

- conhecer sua história
- identificar suas publicações
- selecionar informações relevantes para seu trabalho

Diante deste quadro é possível afirmar que já se acumulam uma série de relevantes resultados sobre a efetividade e os desafios dos processos de ensino e aprendizagem de ciências. Alguns deles inclusive fundamentam as propostas oficiais expressas por meio de parâmetros e diretrizes curriculares e inspiram experiências desenvolvidas pelos professores que ministram ciências para as séries do ensino fundamental.

Se por um lado o panorama apontado revela a pujança na produção de conhecimento da área de Ensino de Ciências, nem sempre esses resultados

¹ Este texto foi produzido para a disciplina Ensino de Ciências II da Licenciatura em Ensino de Ciências da UNIVESP.

estão presentes na prática concreta dos professores na área. A realidade nas escolas brasileiras ainda é marcada, muitas vezes, por perspectivas tradicionais de ensino-aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos, seja por problemas na própria formação inicial do professor de ciências. Na verdade, a apropriação pelo professor das novas tendências e perspectivas no ensino de ciências vem sendo feita de formas diferenciadas, algumas vezes por meio da simples aplicação dos resultados das pesquisas, e em outras com uma análise crítica, evidenciando limites e desafios que a prática pedagógica impõe as inovações propostas pelas pesquisas.

Torna-se assim fundamental o desenvolvimento de espaços de reflexão sobre as questões referentes à produção de conhecimento no Ensino de Ciências na formação inicial de professores, bem como, para a reflexão de como esses conhecimentos podem ser utilizados na prática pedagógica. As Licenciaturas nas diferentes áreas das Ciências Naturais são, sem dúvida, o local privilegiado e com a responsabilidade de promover o aprofundamento sobre essas questões e, além disso, tem o compromisso de conhecer e socializar a produção que vem se consolidando na área.

Os contextos históricos e as tendências no ensino de ciências

Os anos 1960 sem dúvida deixaram profundas marcas no Ensino de Ciências no Brasil, em especial com a divulgação dos projetos curriculares internacionais e com a formulação de projetos brasileiros para melhoria do ensino desta área pela comunidade científica (KRASILCHIK, 1987). Os anos posteriores foram marcados pelo surgimento de novas abordagens no Ensino de Ciências e pela consolidação de temáticas de pesquisas, influenciadas não só pelas novas concepções de ciência que se estabelecem, como pelas tendências pedagógicas que se configuram no campo da educação de forma mais ampla.

Myriam Krasilchik, professora da Faculdade de Educação da USP e uma das mais importantes pesquisadoras do ensino de ciências, buscou sintetizar, em diversas publicações, o desenvolvimento dessa área.

Para aprofundar essas informações sobre a história do ensino de ciências assista ao vídeo da Univesp TV: Ensino de ciências: história e situação atual em <http://www.youtube.com/watch?v=nh1ruCC0yA4>

As informações contidas no quadro a seguir, elaborado por essa autora, nos ajudam a perceber as mudanças ao longo dos últimos anos nos contextos sociais, políticos e econômicos e a relação dessas com as modificações nas concepções de ciência, de educação e de ensino. Nesse movimento, algumas perspectivas relativas aos processos de ensino e aprendizagem começam a se delinear, constituindo objetos de estudos e investigações e norteando a produção de materiais e a formação de professores na área de ensino de ciências.

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO ENSINO DE CIÊNCIAS				
	1950	1960	1970	1980 1990 2000
Situação Mundial	Guerra fria		Crise Energética	Problemas ambientais Competição Tecnológica
Situação Brasileira	Industrialização		Ditadura	Transição Política Democratização
Objetivos do Ensino Fundamental	Formar elite		Formar cidadão	Preparar Trabalhador Formar cidadão trabalhador
Influências preponderantes no ensino	Escola Nova		Escola Nova e Comportamentalismo	Comportamentalismo e Cognitivismo Construtivismo
Objetivos mais presentes nas propostas da renovação do ensino de Ciências nas aulas teóricas e práticas	Transmitir informações atualizadas		Vivenciar o método científico	Pensar lógica e criticamente Analisar implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico
Visão da Ciência no currículo da escola de Ensino Fundamental	Atividade neutra enfatizando produto		Evolução histórica enfatizando o processo	Produto do contexto social e de intrínsecos econômico, político, movimentos
Metodologia recomendada dominante	Laboratório		Laboratório mais discussões de pesquisa	Jogos e simulações. Resolução de problemas
Docentes	Professores improvisados que fazem curso de capacitação		Professores formados em Universidades	Proliferação de escolas de formação de professores Programas de atualização continuada de professores
Instituições que influem na proposição de mudança nacional e internacional	Associações profissionais, científicas e institucionais e governamentais		Projetos Curriculares. Organizações internacionais	Centro de Ciências. Universidades Organizações profissionais, científicas e de professores. Universidades

Fig. 1 – Quadro da Evolução Histórica do Ensino de Ciências (KRASILCHIK e MARANDINO, 2002)

Vários autores ao longo das últimas décadas vêm tentando organizar a produção científica no Brasil na área do Ensino de Ciências, através da elaboração de catálogos de teses e dissertações (NETO, 1990; IFUSP, 1992 e 1996, NETO, 1998), procurando sintetizar tendências e abordagens na área, indicando evolução de linhas de pesquisa e referenciais teóricos mais relevantes (KRASILCHIK, 1987; PERNAMBUCO, 1985; MARANDINO, 1994; KRASILCHICK, BIZZO e TRIVELATTO, 1994; CARVALHO, 1995; LEMGRUBER, 2000) ou fazendo referência a temáticas educacionais presentes na pesquisa na área (Fazenda et al., 1998). Lemgruber (2000), ao

indicar os referenciais teóricos presentes nas teses e dissertações no campo da educação em ciências, conclui que é possível identificar, ao analisar a produção científica na área de 1981 a 1995:

“(...) um movimento de superação do paradigma epistemológico empírico-indutivista característico dos projetos inovadores dos anos 60, com sua ênfase na vivência do método científico. Inicialmente, essa busca de superação se dá através de referenciais teóricos com base na psicologia cognitiva. Posteriormente, este movimento de superação se alarga, a partir de concepções epistemológicas históricas e culturais” (Ibid.;p.27).

É possível assim perceber que as tendências que foram sendo propostas para o ensino da área têm origem tanto no campo científico como no educacional, a partir de demandas que surgem da própria escola, muitas vezes influenciadas por contextos sociais mais amplos. Na medida em que concepções de sociedade e de ciência mudam, perspectivas de ensinar e aprender ciências também se alteram tendo como finalidade a formação de novos cidadãos.

Iremos a seguir apontar algumas dessas tendências com a finalidade de identificar aspectos que hoje se espera do ensino de ciências. Convidamos a todos a refletir sobre se e como essas tendências apareceram na sua formação como estudante, buscando identificar como foram vivenciadas por vocês ao longo de sua vida escolar.

Ao longo da apresentação das características sobre algumas das tendências no ensino de ciências procure registrar exemplos de ações e atividades que você vivenciou ou conhece nas aulas de ciências, buscando identificar a que tendência eles pertencem.

Identificando tendências no Ensino de Ciências

As tendências apontadas foram mapeadas por nós a partir de publicações na área de ensino de ciências, tanto nacionais quanto internacionais. Serão apresentadas em tópicos, mas é importante ressaltar que as tendências não são estanques pois podem se articular na prática pedagógica concreta. No entanto, algumas delas se apoiam em pressupostos muitas vezes antagônicos, sendo necessário uma análise crítica sobre sua utilização em conjunto. É importante assim manter o olhar crítico e apurado sobre os pressupostos que fundamentam cada uma delas, analisando sua pertinência, potencialidades e desafios para o uso em situações reais de ensino.

Abordagens Cognitivas

Essa abordagem ou tendência se apoia nas teorias cognitivistas que influenciaram a pesquisa e a prática de ensino e aprendizagem de ciências especialmente a partir dos anos de 1970. As teorias cognitivas de Jean Piaget

e Lev Vigotski são a base que sustenta os pressupostos desta abordagem que, em linhas gerais, propõe que o conhecimento é construído individualmente e socialmente na relação dos sujeitos com o mundo e com os demais sujeitos e dentro de contextos sociais e culturais determinados. No ensino de ciências, essas perspectivas ganharam força a partir das pesquisas sobre as ideias espontâneas ou alternativas dos alunos sobre conceitos científicos e nos estudos sobre mudança conceitual e se expandiram a partir das investigações sobre a linguagem e os processos de argumentação.

De acordo com Alves (2001), numerosos trabalhos foram realizados com o objetivo de identificação das "ideias dos alunos". Correspondente a essa visão de aprendizagem desenvolveu-se um modelo de ensino centrado na transformação das concepções alternativas dos alunos em conceitos científicos: a teoria da Mudança Conceitual. Nesta linha, a aprendizagem deve ser encarada como uma "reorganização e desenvolvimento das concepções dos alunos" (MOREIRA, 1997). Consequentemente, o ensino é um processo que visa à promoção de tal mudança, assim, a partir de estratégias instrucionais adequadas, deve-se fazer com que os alunos mudem suas ideias prévias em favor das concepções científicas.

Entretanto, segundo Mortimer (1996; 2000), mesmo com a produção significativa realizada pelo Movimento das Concepções Alternativas - MCA, esse programa de pesquisa, ao longo do tempo, demonstrou sinais de esgotamento. Apesar do certo êxito na modificação de algumas dessas ideias dos alunos, parece que passado um certo tempo muitas delas reaparecem, inclusive depois de várias situações de aprendizagem sobre o mesmo aspecto. Desse modo, as ideias tanto espontâneas ou do senso comum quanto as científicas podem conviver em uma mesma pessoa sendo usadas em contextos independentes e não relacionados. Por exemplo, os alunos respondem corretamente, do ponto de vista científico, em situações de avaliação escolar, mas continuam dando explicações espontâneas – e erradas cientificamente – nas suas experiências cotidianas. As pesquisas em concepções espontâneas e em mudança conceitual contribuíram de forma contundente nos estudos sobre o processo de aprendizagem em ciências, contudo as limitações percebidas fomentaram novas linhas de investigação.

Mais recentemente, a compreensão dos processos de aprendizagem em ciências começam a ser investigados a partir dos estudos de linguagem (MARTINS, 2001). Para Mortimer e Machado (2001), a ênfase nos estudos sobre os processos individuais de construção de conhecimento ainda domina grande parte da literatura no Ensino de Ciências. Entretanto, "alguns pesquisadores começaram a perceber que essa abordagem era insuficiente para dar conta da complexidade de relações envolvidas". Segundo esses autores, cada vez mais as investigações têm procurado incorporar as dimensões sócio-interacionistas à análise do processo de ensino. Tais trabalhos "destacam que a construção do conhecimento em sala de aula é mediada pela linguagem e que o discurso produzido na interpretação das atividades é no mínimo tão importante quanto às próprias atividades realizadas pelos alunos" (Ibid., p.109).

Assim sendo, cada vez mais as pesquisas relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem têm enfatizado a importância de se considerar tanto as interações discursivas como a linguagem dos alunos para promover a compreensão sobre a ciência em suas dimensões conceituais e procedimentais. Entender a ciência como parte da cultura e, ainda, compreender o significado da cultura científica implica necessariamente a levar os alunos a conhecer e usar a linguagem da ciência (CAPECHI, 2004).

Para que essa perspectiva possa ser desenvolvida nas aulas de ciência é importante estimular o diálogo e a discussão em torno dos temas de forma a garantir não somente que os alunos revelem suas ideias e concepções acerca dos conceitos envolvidos, mas especialmente para que possam empregar a linguagem da ciência. Capechi (2004) nos informa sobre as diferenças entre a linguagem científica e a linguagem da ciência escolar, já que no processo de transformação de uma em outra, elementos da cultura científica se perdem para que possa ser compreendida. Assim, não se trata de estimular o simples uso de palavras oriundas da ciência, mas que essas sejam usadas pelos alunos em processos de argumentação onde simplificações e adaptações são necessárias e não comprometem a aprendizagem. Desse modo, se propõe que o ensino de ciências estimule o desenvolvimento, nos alunos, de argumentos que se apoiem em explicações, confronto de opiniões, comparações de pontos de vista, enfrentamento de conflitos, utilização de dados, entre outros.

Algumas críticas são propostas a essa abordagem cognitivista. Por exemplo, se tratada de forma isolada de outras tendências, o favorecimento de atividades centradas na aprendizagem de conceitos científicos acaba por não promover a contextualização social e política da ciência. Outra crítica refere-se aos desafios no cotidiano da escola – relativos a disciplina, organização da sala de aula, ao tempo e ao espaço - para o desenvolvimento de sequências didáticas que promovam a construção de conhecimento, o diálogo, a interação entre sujeitos mediadas pelos objetos de conhecimento.

História e Filosofia da Ciência

Esta tendência aposta que o ensino de ciências deve expressar uma ideia de produção de conhecimento fundamentada mais nos processos do que nos produtos da ciência. Sustenta que o conhecimento científico não é algo acabado pois, durante a produção da ciência os fatos se encontram em processo de elaboração e, muitas vezes, há questionamentos, posições contrárias, hipóteses inacabadas, além de implicações éticas, econômicas, legais e sociais. Dessa forma, preconiza a necessidade da contextualização histórica e social da ciência e tem por base as discussões advindas especialmente dos campos da história, da filosofia e da epistemologia da ciência, se apoiando assim em teóricos como Thomas S. Kuhn, Gaston Bachelard, Karl Popper, Bruno Latour, entre outros.

Sua presença se deu principalmente a partir de trabalhos que destacaram a forte presença de uma visão a-histórica e centrada nos produtos da ciência nos materiais e nas aulas de ciências, em detrimento de uma abordagem social e

cultural, que considera a ciência como processo e que leva em conta os embates e controvérsias da construção do conhecimento científico. Desse modo, a importância de se considerar a história da ciência no ensino desta área vem sendo destacada por vários educadores e historiadores, que apesar de defenderem essa abordagem como fundamental para apresentar a produção da ciência de forma contextualizada, destacam também seus desafios (CACHAPUZ e PAIXÃO, 2002; MATTHEWS, 1995; GIL PÉREZ, 1993; SOLOMON *et al.*, 1992).

Matthews (1995) em seu artigo sobre a reaproximação entre história, filosofia e ensino de ciências discute, entre vários aspectos, os ataques feitos ao uso da história no ensino de ciências. Tais críticas se fundamentavam em duas perspectivas: “de um lado, dizia-se que a única história possível nos cursos de ciências era a pseudo-história; de outro lado, afirmava-se que a exposição à história da ciência enfraquecia as convicções científicas necessárias à conclusão bem sucedida da aprendizagem em ciência” (Ibid., p.172).

A primeira crítica apresentada tem como base a ideia de que a história desenvolvida no ensino de ciências não é apenas uma “pseudo-história”, simplificada e com erros e omissões, mas uma verdadeira falsificação da história com aspecto de história genuína – uma *quasi-história* -, onde esta é escrita para sustentar uma determinada versão da metodologia científica. A segunda crítica, por sua vez, defende que o uso da história genuína poderia “solapar o espírito científico neófito”, podendo se constituir uma influência negativa sobre os estudantes já que “ceifa as certezas do dogma científico” (Ibid., p.176). Contudo, para Matthews (1995:177), tais pontos de vista podem ser acomodados sem que seja necessário excluir a história dos cursos de ciência pois, uma das tarefas da pedagogia é de produzir uma “história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja mera caricatura do processo histórico”.

Nessa perspectiva, defende-se que a contextualização histórica e social dos fatos científicos possa auxiliar na promoção de uma visão crítica da ciência, de seus impactos na sociedade, auxiliando no posicionamento dos indivíduos sobre seus efeitos.

Alguns dos desafios para o desenvolvimento desta tendência refere-se exatamente ao fato de que a discussão histórica, filosófica e epistemológica da ciência está ausente na formação de professores nessa área, sendo assim difícil esperar que as aulas de ciência possam prever essa abordagem. Além disso, seu uso na prática pedagógica é prejudicado pela falta de materiais didáticos que auxiliem a sua aplicação.

Experimentação

Esta abordagem foi especialmente enfatizada no ensino de ciências nos anos de 1960 sob influência dos projetos curriculares americanos e ingleses que sublinhavam a necessidade de que os programas de ensino de ciências se desenvolvessem por meio de experimentos, representando a ideia de ciência moderna e atual.

Desde então, o tema da experimentação no Ensino de Ciências vem sendo discutido e diferentes posições têm sido assumidas na literatura, ora defendendo o papel crucial da experiência na aprendizagem de ciências, ora criticando, a partir da perspectiva histórica, a ênfase empírica que dominou as concepções de ciência e do seu ensino.

Os argumentos que costumam ser levantados em defesa do ensino experimental nas escolas dizem respeito a sua contribuição para uma melhor qualidade do ensino, principalmente através de situações de confronto entre as hipóteses dos alunos e as evidências experimentais. Assim, a experimentação pode contribuir para aproximar o Ensino de Ciências das características do trabalho científico, para aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento mental dos alunos (AXT, 1991).

Numa perspectiva crítica sobre a experimentação no Ensino de Ciências, Jenkins (1999), indica que na Inglaterra o ensino prático de ciências se estabeleceu na educação no último quarto do século XIX, mas que somente a partir da segunda metade do século XX que grande parte das escolas começam a ensinar ciência de forma prática numa escala significativa. Para Jenkins, muito tem sido debatido sobre os propósitos do ensino de laboratório, no entanto ao seu ver, trata-se de um debate estéril. Questiona então o que deve ser modificado para que o ensino experimental se adapte as profundas mudanças científicas, sociais, e políticas ocorridas desde o século XIX.

Esta autor indica também os argumentos que têm sido usados na defesa da experimentação, os quais enfatizam dimensões cognitivas, afetivas, de motivação e atitudes, além do fato desta promover aquisição de procedimentos técnicos e manuais. Contudo, ao seu ver, a filosofia da ciência que vem sustentando o ensino na área é antiquada, permanecendo ainda o discurso de que para ensinar ciência é necessário reproduzir o método da ciência, acreditando que este é o parâmetro para explicar o seu sucesso, demarcar consensos e demonstrar progresso. A crítica de Jenkins a esta perspectiva, está centrada nas diversas dificuldades da aproximação entre a experimentação na escola e o método científico, já que fazer ciência não é somente levantar hipóteses e observar, pois o cientista deve lidar com vários esquemas que tornam a prática da ciência algo complexo, descritivo, racional, mas também um processo pré-determinado ou indeterminado, independente ou implicado, social e intelectual. O fazer científico, para este autor, não é algo mecânico nem individual e por isso mesmo não é passível de ser replicado. Torna-se assim necessário repensar o papel das aulas práticas se a justificativa para desenvolvê-la é a introdução no fazer científico (JENKINS, 1999:23).

Para Oliveira (1992), a experimentação tem sido encarada como uma forma metodológica para enfrentar o problema da baixa aprendizagem em ciências. Nesta linha, os métodos são o centro da problemática pedagógica, pois “se um conteúdo não é compreendido é porque os meios pelos quais foi veiculado são falhos” (Ibid., p.86). Para este autor, o professor deve pensar sempre sobre o saber ensinado, evitando que no espírito aprendiz se consolide a imagem do

fazer ciência como processo de descoberta (ou redescoberta) de verdades estabelecidas, uma vez que “não é invocando o estatuto da ciência empírica, ultrapassada historicamente, que haveremos de provar ou garantir qualquer coisa ao aluno”. Assim, para Oliveira, é preciso “discutir que a atividade científica pressupõe pluralidade de métodos de investigação, sendo cada abordagem a retificação de antigos erros e a construção de novas verdades, pois o saber humano é uma empresa nunca acabada” (Ibid., p.87)

A partir dos elementos discutidos, é fundamental analisar de forma crítica os pressupostos, as possibilidades e os limites da experimentação nas aulas de ciências. Deve-se provocar uma reflexão sobre as visões ingênuas e extremamente crédulas na experimentação no Ensino de Ciências como solução dos problemas de aprendizagem, relativizando o uso dos experimentos e discutindo seu papel e uso no ensino, dando a ela o caráter de mais uma entre as diferentes estratégias de ensinar ciências na escola.

Além disso, consideramos fundamental um maior aprofundamento nas especificidades, inclusive metodológicas, das áreas das ciências – Biologia, Física e Química, procurando entender como cada uma delas penetra, ao longo de sua existência, nos currículos das ciências escolares e que particularidades cada uma dessas áreas levanta para o desenvolvimento de atividades práticas no ensino.

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

No campo do ensino o enfoque CTS ou CTSA surge a partir da preocupação em formar cidadãos que se coloquem criticamente diante das questões de ciência e tecnologia, envolvendo seus aspectos políticos e sociais de C&T (AIKENHEAD, 1994; AULER, 2002). Tal preocupação surge com ênfase durante as décadas de 1960 e 1970, quando os movimentos ambientalistas e aqueles contra as armas nucleares tiveram início como uma reação a alguns acontecimentos marcantes como acidentes nucleares, envenenamentos farmacêuticos, derramamento de petróleo, entre outros (CEREZO, 1999).

Os chamados estudos CTS envolvem, desse modo, fatores de natureza social, política ou econômica relacionados a ciência e tecnologia, mas também a reflexão sobre as suas consequências éticas, ambientais e culturais (CONTIER E MARANDINO, 2010). Quando aplicados ao contexto escolar, alguns pressupostos podem ser considerados bases das propostas de ensino na perspectiva CTS: relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos na vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e do trabalho científico; e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (AULER, 2002).

Além disso, os currículos CTS no contexto brasileiro, vêm cada vez mais enfatizando a necessidade de estimular a tomada de decisão sobre temas científicos e tecnológicos pela população, relacionada com processos de letramento científico e associada à formação de alunos/cidadãos capazes de

exercer uma ação social responsável. Para tal é fundamental, em uma sociedade democrática, a promoção do debate político e da busca de soluções que atendam amplos setores da sociedade (SANTOS E MORTIMER, 2001).

No ensino de ciências as atividades inspiradas nesta abordagem enfatizam o trabalho com problemas de interesse e impacto local e com a discussão dos limites e possibilidades do desenvolvimento científico. Neste sentido, esta tendência se articula com as discussões relacionadas com a Educação Ambiental e, em alguns casos, se adiciona a letra **A** a sigla CTS: C&T&S&A. Nesses casos, o foco se dá na análise dos impactos ambientais promovidos pelo desenvolvimento científico e tecnológico e na promoção do desenvolvimento de ações de conservação.

Uma das críticas feita a essa abordagem, refere-se a ênfase na contextualização da ciência em detrimento da dimensão conceitual. Além disso, por ser necessária, muitas vezes, uma abordagem interdisciplinar dos temas científicos para que possam ser analisadas as implicações sociais, políticas e éticas, os desafios para o desenvolvimento da tendência CTSA estão relacionados também ao pouco material didático de apoio para o professor, assim como a necessidade de atualização dos mesmos.

Espaços Não Formais de Educação e Divulgação Científica

Há muito tempo as escolas realizam atividades de visita a diferentes locais com finalidade de ampliar as experiências educativas dos alunos e complementar aspectos dos conteúdos trabalhados em aula. Essas iniciativas vêm sendo ampliadas nos últimos anos a partir da constatação de que hoje existem diferentes locais ou “ecossistemas educativos”, ou seja, novos espaços de “produção da informação e do conhecimento, de criação e reconhecimento de identidades e de práticas culturais e sociais” (CANDA, 2000:13).

Assim sendo, considera-se cada vez mais que para além da escola, são muitos e diversos os espaços e tempos sociais onde é possível acessar conhecimentos e efetivamente aprender. Especialmente com relação as ciências naturais, são inúmeros os locais que disponibilizam informações sobre temáticas científicas e convidam o público a interagir, conhecer e aprender.

De uma forma geral, tais espaços vem sendo designados como locais de educação não formal, em oposição a escola onde ocorreria a educação formal. No entanto, essas denominações e diferenciações entre esses locais não são fáceis de serem feitas e nem sempre há consenso na literatura sobre o tema. A própria caracterização do que são os espaços de educação não-formal não se constitui em tarefa simples: o que é considerado por alguns como educação não-formal, outros denominam de informal, o que faz com que essas definições estejam ainda longe de serem consensuais. Iremos aprofundar esse aspectos durante as próximas aulas do curso.

Do ponto de vista do ensino de ciências, enfatiza-se cada vez mais a necessidade de promover o acesso aos meios de divulgação científica, como revistas científicas e de divulgação, jornais, audiovisuais, vídeos, além dos

museus e centros de ciências. Para Fayard (1999) no mundo todo a generalização das práticas de comunicação pública da ciência rompeu com o isolamento da ciência e da vida científica e atenuou o desconhecimento público a respeito desta questão. Novos espaços de intercâmbio contribuíram para a popularização da investigação e da tecnologia e se instaurou o início de um diálogo entre ciência e sociedade.

No Brasil, o incentivo a essa abordagem se intensificou entre outras razões, pela ampliação do número de museus de ciência em todo país. Este movimento, por sua vez, encontra-se atrelado a um movimento social mais amplo, de alfabetização científica do cidadão, que pelo menos desde a década de 1960 vem tomando corpo tanto nas propostas de educação formais, como nas não formais, surgidas no país.

Em especial, os museus de ciências vêm sendo *locus* importante das investigações no campo do Ensino de Ciências e vários trabalhos vêm procurando discutir os aspectos educativos desenvolvidos nestes espaços, propondo abordagens para a práxis educativa nos museus em geral e nos de ciências em particular. Além disso, nota-se por um lado, a ampliação do trabalho de formação de educadores e monitores de museus, algumas vezes desenvolvidos em articulação com as licenciaturas. Por outro lado, as possibilidades de atuação dos futuros educadores do ensino formal nesses locais, torna essencial à presença desse tema na formação desses profissionais.

Algumas das críticas que são feitas a essa abordagem refere-se a desvalorização da escola como local de aprendizagem e, ao mesmo tempo, uma certa supervalorização do potencial motivador que as visitas a esses locais pode proporcionar. Também identificam-se desafios relativos a falta de planejamento pelos professores para a realização dessas atividades e a tensão entre a valorização da experiência de lazer em detrimento daquela relativa a aprendizagem por meio de visitas a museus e outros espaços de educação não formal.

Tecnologias de informação e comunicação

A ampliação do uso de tecnologias no ensino de ciências vem se dando intensamente nos últimos anos. As tecnologias e métodos para comunicar surgidas no contexto da chamada Revolução Informacional, desenvolvidas gradativamente desde a segunda metade da década de 1970 e, principalmente, nos anos 1990, invadiram as salas de aula e se tornaram umas das mais importantes estratégias de ensino nos dias atuais. Tais tecnologias associadas ao campo da educação englobam desde computadores pessoais e os diversos equipamentos a ele associados, como câmeras digitais, suportes (CD, DVD, etc.), tablets, telefones móveis, mas também a TV nas suas várias modalidades de acesso, as tecnologias digitais de captação e tratamento de imagens e acesso remoto, a produção de softwares, de animações, de objetos de aprendizagem, o uso da rede internacional de computadores, os hipertextos, as plataformas de ensino a distância, entre outros.

O uso desses recursos para ensinar ciências é cada vez mais comum no contexto escolar. A implementação de sistemas de aprendizagem a distância baseados em uso de redes eletrônicas de telecomunicações, como o que vivenciamos nesse curso, de acervos digitais multimídias e trabalhos com redes sociais vem sendo amplamente usado.

Essas diversas tecnologias e mídias associadas encontram-se muitas vezes presentes nos diversos espaços educativos e penetram nesses locais não só por meio das iniciativas pedagógicas do professor, mas também pela experiência dos alunos. Veiculam uma série de conteúdos científicos, muitas vezes trazendo informações mais atualizadas, se comparadas com os livros didáticos por exemplo, e são utilizados pelos professores e pelas instituições educativas com a função de motivar, promover debates, aprofundar conteúdos e apresentar diferentes visões sobre um assunto. Oferecem a possibilidade de visualizar aspectos impossíveis de serem reproduzidos em aula – como o uso de equipamentos sofisticados, a observação de processos lentos ou rápidos demais –, além de promoverem a visualização de dimensões muito grandes ou muito pequenas (KRASILCHIK, 2004; FERRÉS, 1996; SILVA, 2007).

Um dos desafios apontados para esta abordagem no ensino refere-se ao fato de que seu uso nem sempre se dá de forma articulada com o planejamento didático, mas muitas vezes se presta mais a uma ilustração esporádica dos conteúdos de Ciências (GIANNERINI *et al*, 2005). Além disso, a entrada desses materiais na escola é algumas vezes vista como algo nocivo, quando se aponta a falta de senso crítico do público para fazer uma leitura mais problematizadora das imagens e textos veiculados pelas diversas mídias. Há também críticas a uma supervalorização do uso das tecnologias como salvação contra a mesmice e a falta de motivação dos alunos. Nessa linha, vários autores têm defendido o papel da escola no aprendizado da interpretação dos símbolos da cultura como parte da formação do cidadão. O caminho é explorar as múltiplas linguagens oferecidas por esse meio, considerando tanto os aspectos da emoção – muitas vezes descartados pela escola e valorizados nesses contextos – como aqueles mais racionais (FERRÉS, 1996; SILVA, 2007).

Concluindo este tópico

Como foi apontado inicialmente, as tendências ou abordagens de ensino de ciências indicadas não esgotam as possibilidades teóricas e metodológicas que vem sendo desenvolvidas nas práticas cotidianas das escolas. Também não se referem a totalidade das temáticas que vêm sendo investigadas nesse campo. Reúnem assim, algumas das possibilidades que devem ser analisadas e experimentadas pelos professores ao desenvolver suas ações concretas de ensinar ciências. É no enfrentamento dos desafios de desenvolvê-las e no reconhecimento das potencialidades de ensinar e aprender ciências que apostamos na sua análise e discussão nesse curso de formação. Neste sentido, os alunos serão convidados a sistematizar as principais características das tendências apresentadas e exercitar o planejamento de atividades de ensino de ciências que possam explorá-las.

Ao longo do curso iremos aprofundar em especial a questão do uso dos espaços de educação não formal e da divulgação científica no ensino de ciências. A ideia é que os alunos reconheçam as especificidades educacionais dos museus e possam refletir sobre as possibilidades e desafios das visitas escolares a esses locais.

Esse aprofundamento, contudo, terá como eixo a ideia de que existem diferenças significantes entre o conhecimento que aparece nos museus, nos materiais de divulgação e mesmo na escola – por meio dos livros didáticos e das atividades e explicações do professor – e aquele conhecimento produzido pelos grupos de pesquisa nos centros de investigação científica. Com base no conceito de transposição didática (CHEVALLARD, 1991) que será abordado de forma mais profunda na próxima aula – teremos uma ferramenta importante para analisar as proximidades e distâncias entre os saberes produzidos pelos cientistas e expressos em artigos e trabalhos acadêmicos e aqueles ensinados e divulgados nos espaços formais e não formais de ensino. Essa análise tem a finalidade de perceber como as ideias e conceitos científicos necessitam ser simplificados para que possam ser compreendidos pelos *não cientistas* e, desse modo, entender melhor o papel educativo dos museus e das diversas mídias que realizam esse trabalho de transposição didática. Nossa intenção é que essa reflexão auxilie a compreensão sobre como os espaços e materiais de ensino e de divulgação da ciência são importantes aliados e contribuem para o processo de ensino e aprendizagem de ciência.

Bibliografia:

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea comoquiera que se le llame. **Educación Química**, México, v. 16, n. 2, p. 114-124, 2005.

ALVES, F. **Caracterizando Modelos Mentais e Pedagógicos acerca do Fenômeno da Fotossíntese**. Dissertação de Mestrado em Educação, Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal Fluminense, abril, 2001.

AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AXT, R. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In MOREIRA, M. A. & AXT, R. **Tópicos em Ensino de Ciências**. P.79-90, Editora Sagra, Porto Alegre, 1991.

CACHAPUZ, A.F. e PAIXÃO, F. Placing the history and the philosophy of science on teacher education. In: BIZZO, N.; KAWASAKI, C.S.; FERRACIOLI, L. e ROSA, V.L. (Eds.). **Proceedings of the 10th Symposium of the**

International Organization for Science and Technology Education (IOSTE). Foz do Iguaçu (Brasil), 2002. v. 1, p. 10-19.

CANDAU, V. Construir Ecosistemas Educativos – Reinventar a Escola. In CANDAU, V. **Reinventar a Escola**. p. 11-46. Editora Vozes, Petrópolis, 2000.

CAPECCHI, M. C. M. **Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de física**. 264f. 2004. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CARVALHO, A M. P. O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos 90, In **Atas do XI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, UFF, Rio de Janeiro, 1995.

CEREZO, J. A. L. (1999): Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**. N. 20, pp.: 217-225.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Editora Aique, Argentina, 1991.

CONTIER, D., MARANDINO, M. Ciência-Tecnologia-Sociedade, Comunicação pública da ciência, Controvérsia científica: aproximação de referenciais para análise de exposições nos museus de ciências In: **Divulgação Científica e Práticas Educativas** ed.Curitiba : CRV, 2010, p. 115-131.

FAYARD, P. La sorpresa da Copérnico: el conocimiento gira al redor del público. In **Alambique – didáctica de las Ciencias Experimentales**. p. 9-16. N° 21, Ano VI, julio, 1999.

FAZENDA, I., BORGES, G. L. de A. e ABIB, M. L. V. dos S. Avaliação do IX ENDIPE, In **Atas da 21ª Reunião Anual da ANPED**, MG, 1998.

FERRÉS, J. **Vídeo e Educação**. 2ª ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIANNERINI, A. C.; FIGUEIREDO, E. V. da C.; MACHADO, A. S. C.; LOPES, S. P.; TEIXEIRA, V. C. & AYRES, A. C. M. Utilização do vídeo nas aulas de ciências. In: **Anais do III EREBIO / I ENEBIO** – Rio de Janeiro, RJ: 2005. PP 70 – 73.

GIL PEREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.11, nº 2, p. 197 – 212, 1993.

IFUSP. **Ensino de Física no Brasil – Dissertações e Teses (1972-1992)**, São Paulo, 1992.

IFUSP. **Ensino de Física no Brasil – Dissertações e Teses (1992-1995)**, São Paulo, 1996.

JENKINS, E. W. Practical work in School Science. In LEACH, J. & PAULSEN, A. C. (ed.) **Practical Work in Science Education – Recent Studies**. P.19-32. Roskilde University Press, Dinamarca, 1999.

KRASILCHIK, M.O **Professor e o Currículo das Ciências**. EPU, São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, M., BIZZO, N. e TRIVELATO, S. **Dez anos de Encontros ‘Perspectivas do Ensino de Biologia’**, In Coletânea do V Encontro ‘Perspectivas do Ensino de Biologia’, FEUSP, São Paulo, 1994.

KRASILCHIK, M. ; MARANDINO, M. . **Estudando a Biosfera - Introduzindo a Discussão sobre Biodiversidade**. In: Secretaria Estadual de Educação de SP; USP; UNESP; PUC. (Org.). *Natureza, Ciências, Meio Ambiente e Saúde*. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2002, v. , p. 1359-1365.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004

LEMGRUBER, M. S. Um Panorama da Educação em Ciências. In **Educação em Foco: revista de Educação**, p. 11-28, v.5, n.1, mar/set, Editora UFJF, Juiz de Fora, 2000.

MARANDINO, M. **O Ensino de Ciências na Perspectiva da Didática Crítica**. Dissertação de Mestrado. PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1994.

MARTINS, I. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de Ciências. In MORTIMER, E. F. e SMOLKA, A. L. (orgs.) **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. P. 107-138. Editora Autêntica, Belo Horizonte, 2001.

MATTHEWS, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, dez., p. 164-214, 1995.

MOREIRA, M. A Modelos Mentais. In **Investigação em Ensino de Ciências**, 3 (1-39), 1997.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? In **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, IF-UFRG, Vol. 1, N° 1, abril, Porto Alegre, 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2000.

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anomalias em sala de aula. In MORTIMER, E. F. e SMOLKA, A. L. (orgs.) **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. P. 139-150. Editora Autêntica, Belo Horizonte, 2001.

NETO, J. M. **Pesquisa em Ensino de Física do 2º Grau no Brasil: Concepção e Tratamento de Problemas em Teses e Dissertações.** Dissertação de Mestrado, UNICAMP, São Paulo, 1990.

NETO, J. M. **O Ensino de Ciências no Brasil: catálogo analítico de teses e dissertações: 1972-1995.** UNICAMP/CEDOC, Campinas, 1998.

OLIVEIRA, R. J. de. A Crítica ao Verbalismo e ao Experimentalismo no Ensino de Química e Física. In **Química Nova**, p. 86-89, 15 (1), 1992.

PERNAMBUCO, Marta M. C. A. e SILVA, Fernando W. V. da. Uma Retomada Histórica do Ensino de Ciências, In: **Atas do VI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 116-125, Niterói, 1985.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 01-18, 2001.

SILVA, R. L. F. (2007). **O Meio Ambiente por trás da tela: estudo das concepções de Educação Ambiental dos filmes TV escola.** 258p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOLOMON, J., DUVEEN, J., SCOTT, L., & MCCARTHY, S. (1992). Teaching about the Nature of Science through History: Action Research in the Classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 29 (4), 409-421.