

## ENSINO DE CIÊNCIAS E NOVOS VALORES DO MUNDO CONTEMPORÂNEO: PÓS-MODERNIDADE, COMPLEXIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE

**Irinéa de Lourdes Batista**

Departamento de Física – UEL  
Caixa Postal: 6001- CCE/UDEL  
CEP: 86051-990 – Londrina - PR

**Rosana Figueiredo Salvi**

Departamento de Geociências – UEL  
Caixa Postal: 6001- CCE/UDEL  
CEP: 86051-990 – Londrina - PR

### Resumo

O presente trabalho tem por objetivo refletir sobre a interdisciplinaridade no ensino de ciências a partir de um referencial teórico que contemple a configuração do mundo contemporâneo, via a matriz da Pós-modernidade e que exponha as novas demandas educacionais, estabelecendo o pensamento complexo como um desafio para avançar os estudos. Buscamos aproximar discussões produzidas no campo epistemológico com aquelas elaboradas no ensino de ciências.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Interdisciplinaridade; Pós-Modernidade; Pensamento Complexo.

*À primeira vista, o céu estrelado impressiona por sua desordem: um amontoado de estrelas, dispersas ao acaso. Mas, ao olhar mais atento, aparece a ordem cósmica, imperturbável – cada noite, aparentemente desde sempre e para sempre, o mesmo céu estrelado, cada estrela no seu lugar, cada planeta realizando seu ciclo impecável. Mas vem um terceiro olhar: vem pela injeção de nova e formidável desordem nessa ordem; vemos um universo em expansão, em dispersão, as estrelas nascem, explodem, morrem. Esse terceiro olhar exige que concebamos conjuntamente a ordem e a desordem; é necessária a binocularidade mental, uma vez que vemos um universo que se organiza desintegrando-se. (EDGAR MORIN, 1996, p. 195)*

### Introdução

Quando se pensa acerca das finalidades do Ensino de Ciências, uma das questões que logo se coloca é sobre como as mesmas devem ser ensinadas. Ao ser proposta a alfabetização científica e tecnológica há alguns anos, sobretudo nos países anglo-saxônicos, originariamente como *Scientific and Technological Literacy*, como uma correspondência à importância adquirida à alfabetização no século XIX, esta já denotava uma dimensão da crise no ensino de ciências.

Muitos afirmam que uma alfabetização técnico-científica é necessária para a inserção na sociedade contemporânea, já que *sem adquirir certa familiaridade com as ciências e as tecnologias, é inútil pretender ter um lugar pleno no mundo de hoje* (FOUREZ, 1997, p.18). Mas esta afirmação pode pressupor também uma promoção da integração numa sociedade de

consumo onde tudo tende a ser instrumentalizado. Assim, em alguns meios prefere-se o termo Ciência, Tecnologia e Sociedade, na expressão de um movimento que reflete sobre o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade e não como somente a promoção de uma cultura científica e tecnológica.

Em qualquer um dos casos vê-se uma resposta ao sinal de crise no ensino de ciências, uma vez que se admite que no mundo industrializado o ensino clássico esgotou-se como modelo de eficácia em diversos níveis: no nível pedagógico, no nível econômico, no nível político e também no nível social.

É nesse contexto que surgem os estudos sobre a interdisciplinaridade, dado que ao considerar-se o modelo clássico de ensino como ineficaz frente aos desafios da sociedade industrializada, remete-se inevitavelmente à sua estrutura disciplinar.

### **Interdisciplinaridade e Ensino de Ciências**

Desde os anos de 1950, nos países europeus e mais acentuadamente nos EUA, o ensino de ciências alcança um *status* especial frente às demais disciplinas do ensino geral. Isso se deve sobretudo aos desafios tecno-científicos apresentados pela Guerra Fria entre os países Ocidentais e o Leste Europeu, de um lado e, de outro, à incorporação dos sistemas de produção industrial aos sistemas político-econômicos dos anos de 1950 e 1960, representados num modelo de Educação em Ciências com vistas à profissionalização especializada. De fato, esse modelo de ensino de ciências e tecnologia pertence à própria tradição de ensino técnico desde o século XIX (FOUREZ, 1997, p. 20). Este, tinha como objetivo a formação de uma elite de pesquisadores na área científica e tecnológica originada nos cursos de ciências e de matemática, que se concentraram em disciplinas particularizadas e em especializações. Ao mesmo tempo, essa elite de pesquisadores foi incentivada desde o ensino secundário a realizar pequenas investigações especializadas, através da criação de concursos, olimpíadas, premiações, etc. Esse modelo de ensino enfatizou, desta forma, a especialização do conhecimento.

Não é preciso dizer sobre os resultados positivos de tal política num curto prazo. Entretanto, esse sistema ao ser analisado num período mais longo apresentou problemas relacionados ao risco de uma profissionalização muito especializada, que em grande medida promove perfis profissionais rígidos, passivos e carentes de uma visão integradora. (ESCOTET, in FOUREZ, 1997, p. 20)

Uma das justificativas em favorecer as ciências disciplinares encontra-se justamente na formação de especialistas para exercer as funções do ensino, pois antes dos anos de 1960, em alguns países europeus, por exemplo, era comum que o mesmo docente ministrasse diversas disciplinas em níveis diferenciados, já que os requisitos para este ensino eram pouco precisos. Após esse período a tendência para a especialização consolida-se e as exigências para o ensino fecham-se num quadro de especialistas: físicos para ensinar física, químicos para ensinar química, biólogos para ensinar biologia. O ensino secundário ficou cada vez mais confinado à soma de múltiplas especialidades.

*Também, dito de outra maneira, os ensinamentos científicos consistiam cada vez mais na transmissão de resultados, de conceitos e de doutrinas, e no menor dos casos, de métodos que se indicavam aos alunos, sem ter em conta as circunstâncias que haviam presidido sua elaboração. O estilo de ensino científico não era nada narrativo – quer dizer imerso em significações humanas – senão, sobretudo dogmático, quer*

*dizer que apresentava verdades pouco contextualizadas.*  
(FOUREZ, 1997, p. 21)

No final dos anos de 1970 assiste-se a uma reação ao ensino multidisciplinar frente à necessidade de um contato com uma realidade social mais global e com as origens dos alunos. Tal reação encontrou, na visão de FOUREZ (1997, p. 21), dois obstáculos. O primeiro, diz respeito à formação de docentes que os condicionava a encontrar sua identidade profissional na atividade disciplinar, o que promovia atitudes defensivas quando se aludia ao tema da interdisciplinaridade. O segundo obstáculo mostrou-se na falta de bases epistemológicas necessárias para enfrentar trabalhos interdisciplinares sérios e rigorosos. Frente a esse duplo obstáculo, somente a partir dos anos de 1980, com o desenvolvimento de diversas pesquisas teóricas e empíricas, o ensino de ciências incorpora a temática da interdisciplinaridade, pelo viés de uma crise eminente que culminou na necessidade de entusiasmar a grande massa de alunos e na necessidade de enfrentar um aprimoramento na concepção da alfabetização científica e tecnológica.

Entretanto, observa-se desde esse período que não é suficiente aliar a interdisciplinaridade com finalidades unicamente sociais; é necessário mostrar de maneira mais precisa a função e importância da adoção do enfoque interdisciplinar na construção do conhecimento durante o processo de ensino-aprendizagem. Porém, antes de discutirmos mais especificamente tais noções no ensino de ciências, é preciso demonstrar, num cenário ampliado, como essa proposta se justifica. Com esse procedimento, firmamos uma base epistemológica que indica caminhos mais seguros para compreender a natureza dos problemas nesse ensino, tendo claro que os mesmos não ocorrem num universo isolado e restrito. Ressaltamos uma configuração global dos problemas contemporâneos, buscando inter-relacioná-los com o referencial interdisciplinar e esclarecendo que grande parte dos problemas na área de ensino de ciências encontra-se na própria crise do mundo contemporâneo. Essa configuração pode ser dimensionada ao verificarmos as teorias sociais sobre a Pós-modernidade.

### **Pós-modernidade e Transição Paradigmática**

Inicialmente faremos uma distinção dos termos pós-modernismo e Pós-modernidade. O pós-modernismo designa os estilos ou movimentos na literatura, artes plásticas e arquitetura, referindo-se aos aspectos estéticos da modernidade. Já a Pós-modernidade está aliada à idéia de desenvolvimento social, cuja trajetória nos leva a uma nova ordem. O pós-modernismo exprimiria a consciência de tal transição, mas não mostra que ela existe. Ao contrário, a Pós-modernidade dá esse sentido geral de se estar vivendo um período de nítida disparidade do passado.

Para FEATHERSTONE (1995, p. 20), a Pós-modernidade sugere a mudança de uma época para outra ou a interrupção da modernidade, e diz respeito a uma nova ordem e totalidade social, com princípios organizadores próprios e distintos. A modernidade teria surgido com o Renascimento, sendo definida em relação à Antigüidade. Ela contrapõe-se à ordem tradicional implicando a progressiva racionalização e a diferenciação econômica e administrativa do mundo social, ou seja, a formação do Estado Moderno Capitalista, Industrial e Urbano.

BAUDRILLARD (1985) e LYOTARD (1986) admitem um movimento em direção a uma era pós-industrial. O primeiro destaca a importância das novas formas de tecnologia e informação para a passagem de uma ordem social produtiva, na qual as simulações e modelos cada vez mais constituem o mundo. O segundo põe em relevo a era ou a sociedade pós-

moderna dentro de um arranjo pós-industrial, a partir da observação dos efeitos da informatização da sociedade, assinalando que a perda de sentido, característica deste período, marca uma substituição do conhecimento narrativo pela pluralidade dos jogos de linguagem e do universalismo pelo localismo.

JAMESON (1996) apresenta o conceito de Pós-modernidade de forma periodizada, mas não o concebe como mudança de época e sim como um determinante cultural ou como uma lógica cultural da terceira etapa do capitalismo, capitalismo tardio, começado após a Segunda Guerra Mundial. O uso do termo parece-lhe irrecusável não só pelas contingências intelectuais norte-americanas, mas por que lhe permite uma descrição adequada da situação em que a modernização, totalmente implantada, não se defronta mais com obstáculos a serem superados. A realidade dessa nova etapa designa uma versão mais pura do capitalismo clássico, ou melhor, um terceiro estágio, o capitalismo multinacional, sucessor do capitalismo monopolista e do primeiro capitalismo de mercado. A nova divisão internacional do trabalho, a dinâmica das transações bancárias, as novas formas de inter-relacionamento das mídias, tudo o que podemos chamar como os sintomas da globalização, seriam, para JAMESON (1996), apenas manifestações visíveis do capitalismo tardio. Para estabelecer a topografia deste mundo no qual tudo é moderno por definição, o autor demonstra a lógica específica da cultura pós-moderna. Sua abordagem leva às condições históricas de emergência de um sistema cultural centrado na visualidade. O visual tem como finalidade a fascinação irracional, o arrebatamento. Essa *erotização da imagem* é aceita facilmente graças às manobras publicitárias, desencadeando a *mercantilização universal das coisas e dos seres*. Afirma-se que a sociedade de consumo assumiu uma dimensão estética. O objetivo de JAMESON (1996) é o de transcender esse momento e sondar práticas políticas que suscitem a crítica e a transformação desse contexto, partindo das suas próprias condições de operação e reprodução.

ZAJDSZNAJDER (1992), concorda que a Pós-modernidade traz um conjunto de sinais existentes no campo do saber e nas formas de vida que preconiza os sintomas de um tempo que não possui uma essência e ainda não apresenta contornos definidos:

- I. A fratura dos eixos: Se pensarmos os eixos como coordenadas de orientação de nossa existência, a sua fratura significa o desaparecimento de elementos de orientação. Admite-se, desse ponto de vista, uma opacidade com relação a elementos orientadores como a Racionalidade, a História, o Estado, o Saber Científico, etc.;
- II. A visão do tempo: O ponto de referência é o presente. Falta a crença para aprender com o passado e carência de expectativa no futuro;
- III. O desaparecimento de fronteiras: Os contornos e limites tornam-se tênues, como os limites entre as disciplinas do saber; os contornos das sociedades que se interpenetram e não mantêm mais uma identidade resguardada; as fronteiras entre as práticas sociais, políticas, religiosas, educacionais que já não são tão rígidas; etc. Os sinais desse enfraquecimento podem convergir com uma série de crises de identidades;
- IV. A perda de essência: Trata-se do abandono do pensamento que afirma e busca identidades estáveis e demarcadas. O sujeito aparece dessubstancializado;
- V. A generalidade do prático: Há uma redefinição do teórico, ao mesmo tempo em que aparece uma importância fundamental dada ao prático;
- VI. A redescoberta do retórico: Essa é a linguagem que hoje se privilegia na propaganda comercial e política. Em pouco tempo houve a sua manifestação generalizada;

- VII. A liberdade de combinar: Essa forma de liberdade é o ponto de maior instauração da Pós-modernidade, sendo reconhecida de modo prático, antes mesmo de ser formulada. Percebe-se que as possibilidades de combinação são muito amplas.

Como foi descrito acima, a Pós-modernidade fez nascer muitos dos temas que hoje desafiam o nosso conhecimento. Podemos dizer que esse já é um ponto suficientemente justificável para reconhecermos sua importância. Essas são idéias que, de certa maneira, já se apresentam no debate sobre a Pós-modernidade. No entanto, há aqui uma predileção, uma preocupação conceitual e metodológica, e uma apropriação de algumas idéias encontradas nas teorias críticas sociais que ao nosso ver são imprescindíveis na busca de bases que nos remetam à compreensão das mudanças operadas no mundo contemporâneo e que nos indiquem alternativas singulares para o ensino de ciências.

Indo adiante em nossos estudos, aproximamos dessas noções expostas uma outra proposta, nascida de concepções pós-modernas, que é a trazida por Edgar MORIN (1996) sobre o pensamento complexo, e que passaremos agora a explicitar indicando, antes de tudo, que a reflexão sobre o tema da complexidade nasceu frente à necessidade de responder sobre os novos significados da contemporaneidade tais como a incerteza, a instabilidade, o caos, os quais não foram abordados pelo conhecimento científico clássico.

### **O Pensamento Complexo como desafio para pensar a Interdisciplinaridade**

A problemática da complexidade é ainda marginal no pensamento científico. Também os grandes debates da epistemologia anglo-saxônica entre Popper, Khun, Lakatos, Feyerabend, etc., não tratam da complexidade. Com exceção de Gaston Bachelard (para quem a complexidade era um problema fundamental, já que não há nada de simples na natureza, existindo apenas o simplificado), as discussões sobre a complexidade somente apareceram em linhas marginais, na cibernética e na Teoria Geral dos Sistemas.

O primeiro trabalho sério sobre complexidade foi elaborado por Warren Weaver que estabeleceu a noção de *complexidade desorganizada* em comparação à de *complexidade organizada*. No entanto, para MORIN (1996, p. 176) não é possível chegar à complexidade por uma definição; ele indica aspectos que conduzem ao *desafio da complexidade*.

O primeiro aspecto diz respeito à complexidade da irreducibilidade do acaso e da desordem, nascida na ciência física com o surgimento dos estudos sobre calor (agitação-colisão-dispersão dos átomos ou moléculas) e com a irrupção das indeterminações microfísicas e, por último, na explosão originária e na dispersão atual do cosmo (MORIN, 1996, p. 178). Ambos, acaso e desordem, estão e são presentes no universo e esta presença coloca o problema da incerteza que as noções de desordem e acaso acarretam.

O segundo aspecto apontado é a complexidade da *transgressão, nas ciências naturais, dos limites daquilo que poderíamos chamar de abstração universalista que elimina a singularidade, a localidade e a temporalidade* (MORIN, 1996, p. 178). A biologia atual concebe a própria vida como uma organização singular entre os tipos de organização físico-química existentes. As descobertas sobre a dispersão das galáxias e da radiação de fundo, que vem de todos os horizontes do universo, possibilitou a noção de um cosmo singular que teria uma gênese própria que incluiria nossa própria história particular. Também a noção de localidade introduzida na física einsteiniana, através da idéia de que as medidas só podem ser feitas num certo lugar e são relativas à própria situação em que são feitas, e, nas ciências biológicas, a visão ecológica, na qual os indivíduos singulares sobrevivem no quadro localizado dos ecossistemas, demonstram que singular e local devem unir-se ao universal.

O terceiro aspecto é a da complexidade das inter-retroações posta pela complicação que surgiu da constatação de que fenômenos biológicos e sociais interagem-se fortemente. O quarto aspecto encontrado por MORIN (1996) diz respeito à complexidade das noções de ordem, desordem e organização, embutidas em alguns princípios estatísticos (e que também se destacam nos trabalhos de Prigogine).

O quinto aspecto é o da complexidade organizacional que engloba duas modalidades. A primeira constitui sistemas a partir de elementos diferentes, tendo ao mesmo tempo, uma unidade e uma multiplicidade (MORIN, 1996, p. 180). O nível de complexidade a ser observado se resume no nível lógico sobre o entendimento do próprio funcionamento do sistema. A segunda modalidade incorpora a complexidade das organizações biológicas e sociais, onde dois princípios podem ser destacados: o *princípio hologramático* (baseado no fato que cada ponto do holograma, como cada célula de um organismo, encerra quase toda a informação do conjunto que ele representa) e o *princípio de organização recursiva* (organização cujos efeitos e produtos são necessários a sua própria causação e a sua própria produção). O sexto aspecto refere-se, conseqüentemente, à complexidade das explicações, que evidencia uma crise sobre os conceitos e sobre as demarcações absolutas. Neste campo entram as noções de auto-organização, eco-organização e autonomia.

O sétimo aspecto diz respeito à complexidade do observador-conceptor que deve se integrar na sua observação e concepção. MORIN (1996, p. 186) propõe o princípio da reintegração do conceptor na concepção (uma teoria deve poder explicar a sua origem ou, se não, deve saber que tal problema permanece), o que nos leva ao último aspecto que está na complexidade das teorias científicas, na qual se encontra um problema-chave que é o da contradição. O avanço das teorias científicas levou inevitavelmente a uma relação complementar e contraditória entre as noções fundamentais necessárias para conceber o conhecimento científico.

Após serem expostos os fundamentos para chegarmos ao pensamento complexo é necessário ressaltar um dos mal-entendidos apontados por MORIN (1996, p. 176), que é o de conceber a complexidade como receita, ao invés de considerá-la como desafio e como motivação para pensar. Partindo desse ponto, indicamos um caminho próprio e independente de entendimento da complexidade no mundo contemporâneo, que passa pela construção do conhecimento interdisciplinar. O estudo desses aspectos anteriormente enunciados nos indica que é preciso avançar no embasamento epistêmico sobre interdisciplinaridade.

Uma vez brevemente expostas as características principais da Pós-modernidade, temos convicção para afirmar que o século XXI se inicia sob outras condições diferentes daquelas herdadas do passado. A crise conjuntural do pensamento é marcada por um período de críticas contundentes aos procedimentos da ciência tradicional desde os anos de 1960. Logo em seguida, no final do século XX, propostas de superação da crise são apontadas em todos os campos do saber. É neste contexto que a investigação de MORIN (1996) aparece estabelecendo uma boa interlocução com os estudos sobre interdisciplinaridade.

O campo da interdisciplinaridade deve ser investigado com atenção, uma vez que vários fatores se imbricam neste setor e que dizem respeito tanto à realidade particular do aluno, quanto à estratégia político-pedagógica da escola, até às condições estruturais para o ensino-aprendizagem. Por isso, nem sempre os suportes teóricos são adequados a tão diferentes realidades. Assim, esse desafio para o pensar que MORIN (1996) coloca, parece vir bem ao encontro do propósito de olhar sobre a questão interdisciplinar, particularmente no ensino de Ciências. Exporemos a seguir os fundamentos enfocados para a sua discussão nesta área.

## A respeito de uma compreensão sobre a Interdisciplinaridade

No interior da temática sobre a interdisciplinaridade, várias obras poderiam ser mencionadas, obras estas que dimensionam problemas, expõem conceitos, trazem à tona reflexões profícuas, estabelecem metodologias, etc.. Entretanto, como o objetivo está em apresentar uma concepção particular de interdisciplinaridade, vinculada a uma visão epistemológica, nossos argumentos pairam sobre o campo do conhecimento pedagógico, buscando refletir sobre os referenciais que constroem e sustentam a noção de interdisciplinaridade. Buscamos responder o quanto tal noção retém realmente de avanço no campo pedagógico. Perguntamos em que medida e em quais circunstâncias, uma prática interdisciplinar deve sobrepor-se a uma prática multidisciplinar. Antes, questionamos a necessidade da sobreposição. Em princípio pressupomos que ambas – interdisciplinaridade e multidisciplinaridade – não estão colocadas numa situação de escolha ou em posições antagônicas, como se não fosse possível a integração entre elas. Adotamos uma postura de vigilância no acompanhamento das questões que passamos a discutir.

Para VERÍSSIMO (2001, p. 122), que analisa a emergência da mudança paradigmática no âmbito social, pedagógico e epistemológico do modelo moderno de disciplinarização para um interdisciplinar pós-moderno, existe um anacronismo da educação e das atividades universitárias frente as atuais conformações sócio-culturais. Para a autora, interdisciplinaridade resume-se a uma postura política e epistemológica na medida em que esta se refere à inserção de saberes plurais, *não apenas enquanto folclore e expressões artístico-culturais ou como objeto de ensino e pesquisa, ou, ainda, como receptores de atividades de extensão e prestação de serviços*. Ela se inspira em SANTOS (1994, p. 196) para dizer que a questão mais ampla da interdisciplinaridade *é promover o reconhecimento de outras formas de saber e o confronto comunicativo entre elas*. Sua concepção de interdisciplinaridade tem a ver com democratização.

De forma praticamente oposta, SEVERINO (1997, p. 25), que também se reporta ao contexto da crise de paradigmas e da inauguração de uma nova era, a da Pós-modernidade, irá negá-la como um novo período histórico, muito embora não veja como recusar a configuração de um contexto novo. Para ele *impõe-se despriorizar a perspectiva epistemológica, excessivamente valorizada pela modernidade*, pois a mesma é antecedida pela perspectiva axiológica. A questão do conhecimento pedagógico deve, portanto, ser colocada sob o ponto de vista de uma *prática efetiva, concreta, histórica*. Ao avançar nesta linha de argumentos, o autor enuncia a tendência em se colocar o problema do conhecimento pedagógico a partir de uma visão eminentemente epistemológica que se prende a análise curricular. Para ele é crucial colocar a questão do ponto de vista prático, pois a educação se põe enquanto uma prática a ser equacionada. Estabelecendo a substância do existir humano como sendo a prática, e esta é fundamental na configuração de sua consciência, pensamento e conhecimento, SEVERINO (1997, p. 28) entende a educação como uma mediação histórico-social. No entanto, ao analisar a prática da educação, o autor chega ao seu caráter fragmentário expresso sob várias formas, entre as quais estão os conteúdos dos diversos componentes curriculares, a não-integração das atividades didáticas, a desarticulação da vida da escola com a vida da comunidade, a desarticulação das atividades docentes, técnicas e administrativas no interior da escola, entre outras. A superação deste estado de fragmentação somente pode se efetivar com a adoção de um projeto educacional entendido como um *conjunto articulado de propostas e planos de ação em função de finalidades baseadas em valores previamente explicitados e assumidos, ou seja, de propostas e planos fundados numa intencionalidade* (SEVERINO, 1997, p. 31). É sobre esse conjunto de idéias que o autor pressupõe que o conhecimento seja interdisciplinar, até como uma exigência intrínseca ao projeto. Para o

autor, o sentido do interdisciplinar precisa ser redimensionado no saber teórico e construído como uma prática.

Finalmente, se considerarmos a disciplinaridade como sendo *seleção e afirmação de um discurso único com validade superior, digamos científica, perante os discursos marginais; institucionalização de instâncias e práticas operativas-pragmáticas de ajustamento social; estratégia política e método de produção e difusão de conhecimento*, para VEIGA-NETO (apud VERÍSSIMO, 2001, p. 107) a interdisciplinaridade se refere aos discursos ou proposições *contradisciplinares*, ou seja, é impossível supor que ambas possam ser estabelecidas conjuntamente, dado que se constroem sob alicerces opostos. O autor identificou a tendência *didático-pedagógico-prescritiva* na produção brasileira, defendida por Hilton Japiassu, Pedro Demo e Ivani C. A. Fazenda, expressando a interdisciplinaridade como uma *questão atitudinal frente ao conhecimento e como uma questão psicológica de interação entre os atores pedagógicos*. Seguindo essa linha de classificação, agrupamos os estudos mais recentes dentro dos planos epistemológico, histórico-genealógico e técnico-instrumental.

Neste último, podemos incluir a proposta de FOUREZ (1997), que ao trabalhar com a alfabetização técnico-científica sugere, num primeiro momento, a interdisciplinaridade como um dos critérios necessários para se estar alfabetizado científica e tecnicamente. Ela estaria de certa maneira difusa dentre outros itens sugeridos, quais sejam, um bom uso: dos especialistas, das caixas pretas, de modelos interdisciplinares (*islotas de racionalidad*), de modelos simples, das metáforas e comparações, das traduções e equivalências de problemas, da negociação, da articulação entre saberes e decisões, dos debates técnicos, éticos e políticos. A partir desses elementos, o autor e co-autores propõem um modelo prático e instrumental de trabalho interdisciplinar.

Comentando os estudos acima relacionados podemos dizer que a análise de VERÍSSIMO (2001) entende a temática da interdisciplinaridade como atrelada à própria noção de cidadania, o que permitiria vincular as principais dimensões da práxis humana: a histórica, a epistemológica e a pedagógica. Se por um lado essa idéia é ideologicamente aceitável, por outro, se põe de forma tão ampla que encontra seu lugar no patamar dos estudos básicos, fundamentais, porém, carentes de especificidade e de desmembramentos. SEVERINO (1997) por sua vez, tomando uma posição que se distancia do nível epistemológico e se aproxima do nível prático, injeta a interdisciplinaridade num *projeto político-pedagógico*, nascido de uma prática que demanda maiores esclarecimentos ou impõe a necessidade de diretrizes políticas articuladas, uma vez que a nossa tradição é a de formação profissional disciplinar, o que incapacita a intencionalidade. FOUREZ (1997), já atuando numa área particular do conhecimento, no ensino de ciências, propõe a interdisciplinaridade dentro de um modelo específico de ensino-aprendizagem, o que entendemos como um considerável avanço e uma necessidade premente, que é a de inserção das propostas no nível da própria formação disciplinar. Assim, tomando como exemplo os estudos aqui sugeridos, a partir de diferentes maneiras de focar a temática, tecemos algumas considerações, tendo em vista o ensino de ciências.

Entendemos que novos valores vêm se colocando para o mundo atual e na sua base estão a complexidade, a fragmentação e o multifacetamento nos níveis social, psicológico, cognitivo e, inclusive, individual. Se compreendermos a volatilidade do mundo contemporâneo e os novos valores que ele traz, há a necessidade de conhecê-lo, estudá-lo e interpretá-lo à luz de outros parâmetros que dimensionem o real. Assim, se para a aprendizagem, há uma exigência de mudança, o mesmo se pode dizer do ensino. A interdisciplinaridade aparece então como uma boa estratégia de ensino-aprendizagem.

Essa estratégia foi divulgada a partir de quatro grandes enfoques: o enfoque pedagógico, o enfoque epistemológico, o enfoque histórico e o enfoque técnico-instrumental. Em qualquer dos casos, os estudos observados sugerem que a interdisciplinaridade deva ser



alcançada por projetos: político-pedagógico, que envolva toda uma comunidade, ou técnico-instrumental, proposto por uma disciplina em conjunto com outras. Também foi possível observar a interdisciplinaridade sendo apresentada na visão de um novo paradigma.

Chamamos a atenção para o cuidado que se deve ter em não estabelecê-la como uma estratégia de substituição e para o investimento em maiores esforços voltados à formação ou capacitação profissional, pois entendemos estar neste terreno grande parte dos obstáculos que dificultam a prática interdisciplinar.

Conforme expusemos inicialmente, podemos afirmar que houve um tempo necessário para a auto-identificação, delimitação, autodeterminação epistemológica e amadurecimento de cada ciência, considerando inclusive sua institucionalização. Esse vir-a-ser científico acabou por influenciar o próprio modo de ensinar as ciências.

Com o desenvolvimento científico e as decorrências tecnológicas, o mundo vivido vai se tornando mais complexo; o cotidiano de 50 anos atrás era bem menos estimulante, renovador, mutante do que o da atualidade. Essa complexidade de um mundo multifacetado e multicultural se apresenta como um problema de cognição para a coletividade e para o indivíduo. Se lembrarmos de Larry Laudan, que define *tradição de pesquisa* segundo os problemas a serem resolvidos, temos nos problemas complexos e nas suas resoluções, a definição de uma nova tradição de pesquisa em um novo tempo.

Um novo tempo de integração global, de sociedade em rede, com o estabelecimento das abrangentes identidades científicas, das delimitações dos campos de saberes. O desenvolvimento científico já vem indicando a necessidade das interfaces de pesquisas como as conhecidas: neurociência, nanociência, biofísica e química, análise ambiental, mecatrônica, dentre outras, entrecruzando e superando limites, desconstruindo e construindo novos limites, num movimento pós-moderno pertencente à epistemologia das ciências, identificando e caracterizando o atual momento.

Esse devir científico deve ser naturalmente transposto para o ensino de ciências, mas de maneira cuidadosa e fluente. Como fruto do atual momento, o conhecimento desse devir propiciará ao educando a competência para a interpretação desse mundo hodierno. Isso não significa prescindir os momentos disciplinares, que continuam existindo: eles representam um avanço epistemológico na construção do saber científico. Há características em cada ciência, com significação bem definida em sua rede ou quadro conceitual, que não podem ser perdidas sob a pena de empobrecer a própria história de cada ciência.

Assim, a interdisciplinaridade no ensino de ciências não significa um currículo interdisciplinar, mas sim um momento específico no amplo ato de ensinar e aprender. Aqui cabe uma reflexão sobre como atingir essa interdisciplinaridade e pensamos que o primeiro ato necessariamente passa pela formação de professores, seja a inicial ou de capacitação em serviço; sem isso, o movimento para a sua implantação é artificial e o discurso é vazio. Consideramos que os atuais referenciais teóricos sobre a formação de professores (reflexivos e investigadores), juntamente com a investigação de práticas pedagógicas instrumentalizadas, são elementos necessários para a implementação dessa proposta, mas que devem ser objeto de reflexão em outra pesquisa.

No entanto, como a nossa discussão está enfocada nas bases epistemológicas que ora apresentamos, finalmente podemos enunciar de qual interdisciplinaridade falamos: daquela que nos propicie a construir o conhecimento junto com o educando, levando em consideração as suas concepções prévias, e a atingir uma alfabetização científica que contemple um recorte epistemológico fundamentado na Pós-modernidade e no pensamento complexo aqui apresentados.

## Considerações Finais

Atualmente, o sistema mundial em geral e as sociedades contemporâneas em particular estão passando por processos de transformação muito rápidos e profundos. Esta etapa corresponde ao que SANTOS (2001) denomina de *transição paradigmática*. Para ele, um *paradigma emergente*, pós-moderno, vem se sobrepondo gradativamente àquele estabelecido pela Ciência Moderna. Um dos aspectos mais interessantes dentro desse novo período é a aceitação de que teorias, conceitos, modelos e soluções anteriormente considerados suficientes na resolução de problemas científicos e sociais passam por um crivo crítico e se dão como alvo de questionamentos, o que nos leva a pensar que o que está realmente em crise é o modelo de civilização no seu todo, ou seja, o chamado paradigma da Modernidade. A dimensão epistemológica de tal crise e a transição paradigmática que ela aponta indicam que as formas de pensamento e a reprodução do conhecimento se fazem dentro de uma estrutura complexa. Assim, ensinar e aprender exigem se não novas capacidades, ao menos a percepção de que, sobretudo nos dias atuais, vive-se uma época em que os conhecimentos científicos, técnicos e sociológicos apresentam-se em processo de interação profunda. Há aqui uma relação dialética entre a tecnologia gerada pela pesquisa científica, que reorganiza a ação social, e a sociedade sob os efeitos dessa tecnologia, que influi e transforma o saber científico.

Sobre o *pensamento complexo*, MORIN (1996, p.189) nos esclareceu que este não constitui nem uma nova visão de mundo e nem um novo tipo de teoria, estabelecendo o *princípio de complexidade* como desafio e motivação para pensar e o *princípio da fragmentação* como uma redução mutilante do pensamento. No tocante ao aspecto empírico e lógico, em vez de simplificar e separar questões cruciais da ciência tais como a do sujeito e do objeto do conhecimento, dos mundos externos e internos, do biofísico e do antropossocial, por exemplo, deve-se entender que há um enorme grau de complexidade vinculando tais fatores que precisam ser revistos e repensados. A questão da complexidade se coloca, assim, num nível prático, como quando um *encontro empírico* impõe um novo questionamento do poder atribuído a um conceito e atualiza uma dimensão da interrogação prática que tal conceito ocultava.

A aceitação de tais argumentos nos remete à interdisciplinaridade no ensino, como uma prática possível de ser implementada e um caminho metodológico que dá origem a um diálogo entre saberes, ressaltando o caráter de integrar conhecimentos que se dão em separado. Propomos que tal concepção nos leva – preservados os domínios dos diferentes conteúdos de cada disciplina escolar – a superar a propriedade da fragmentação desses conteúdos, promovendo uma melhor preparação do aluno para interpretar e agir em sua realidade. Aceitamos a premissa de que a interdisciplinaridade se constrói não somente como um aporte pedagógico, mas também epistemológico, engendrando diversos efeitos sobre a elaboração e a aplicabilidade dos conhecimentos científicos, juntamente a uma possível integração de saberes não-científicos.

## Bibliografia

- BAUDRILLARD, J. *À sombra das maiorias silenciosas: o fim do social e o surgimento das massas*. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- DUGGAN, S. & GOTT, R. *What sort of science education do we really need?* **Int. J. Sci. Educ.**, vol. 24, no. 7, pp. 661-679, 2002.
- FAZENDA, I. C. A. (coord.) *Práticas interdisciplinares nas Escolas*. São Paulo: Cortez, 1991.

- FAZENDA, I. C. A. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1992.
- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: um projeto em parceria. 3. ed. São Paulo: Loyola, 1995.
- FEATHERSTONE, M. **Cultura de consumo e pós-modernismo**, São Paulo: Studio Nobel, 1995.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- GADOTTI, M. et alii. Perspectivas atuais da Educação. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 2000.
- GIDDENS, A. **As conseqüências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.
- JAMESON, F. **Pós-modernismo**: a lógica cultural do capitalismo tardio. São Paulo: Editora Ática, 1996.
- JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- LÜCK, H. Pedagogia Interdisciplinar – fundamentos teórico-metodológicos. Petrópolis: Vozes, 1994.
- LYOTARD, J. F. **O pós-moderno**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1986.
- MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- NOGUEIRA, N. R. Interdisciplinaridade Aplicada. São Paulo: Érica, 1998.
- QUELUZ, A. G. (org.) Interdisciplinaridade – Formação de Profissionais da Educação. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SALVI, R. F. *Crise do mundo moderno frente às revoluções tecnológicas*. In: ARCHELA, R. S., FRESCA, T. M. e SALVI, R. F. (orgs.) **Novas Tecnologias**. Londrina: Editora UEL, 2001.
- SANTOS, B. V. de S. **A Crítica da razão indolente**: contra o desperdício da experiência. São Paulo: Cortez, 2002.
- SEVERINO, A. J. *O campo do conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade*. **Revista Inter-Ação**; Fac. Educ. UFG, v. 21, vol. 1-2, pp. 23-37, Jan./Dez., 1997.
- VERISSÍMO, M. R. A. *Do paradigma disciplinar ao paradigma interdisciplinar*: uma questão para a universidade. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 15, no 29, Jan./Jun., pp 105 – 127, 2001.