

O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais

CLECI WERNER DA ROSA

Doutora em Educação Científica e Tecnológica; professora titular de Física na Universidade de Passo Fundo

ÁLVARO BECKER DA ROSA

Mestre em Ciências – Eng. Biomédica; professor titular de Física na Universidade de Passo Fundo

1. Introdução

Saviani (1996) lembra que a educação, de maneira geral, pode ser entendida como o processo pelo qual são transmitidos aos indivíduos conhecimentos e atitudes necessários para que eles tenham condições de se integrar à sociedade. Essa integração não significa apenas o domínio puro e simples dos conhecimentos, mas, sim, o seu entendimento, também sob o ponto de vista filosófico, no qual educação e sociedade estão vinculadas, uma influenciando a outra. Perante esse modo de ver a educação, entende-se que o ensino de Ciências, e, neste caso específico, o de Física, precisa ser redimensionado, iniciando-se por uma real e efetiva proposta curricular, que o torne objeto de estudo, desde as séries iniciais, até o final do ensino médio e, ainda que os currículos e as metodologias de ensino sejam renovados, ultrapassando a visão de disciplina vinculada à memorização de nomenclaturas e a listas intermináveis de fórmulas. Esta nova concepção faz-se tão necessária quanto urgente, uma vez que o sistema educacional brasileiro, em particular o ensino de Ciências (Física), encontra-se em vias de colapso, deixando clara a inviabilidade de continuar privilegiando a transmissão dos saberes e o acúmulo de informações que a escola privilegiou durante tanto tempo.

Após esta reflexão sobre a situação em que se encontra a educação brasileira, algumas questões se fazem pertinentes, e refletir sobre elas poderá auxiliar na compreensão do modelo de ensino e de aprendizagem em Física perpetuado na escola brasileira, ante as necessidades e exigências apontadas para esta componente curricular neste novo milênio. Qual é a trajetória histórica do ensino de Física na educação básica do país? Perante os diferentes modelos pedagógicos para o ensino de Ciências, quais são os que produziram impactos positivos e, efetivamente, contribuíram para a qualificação da aprendizagem dos saberes em Física? O que diz a nova legislação brasileira ao enfatizar um ensino por competências? Quais são as principais tendências apontadas nas pesquisas nacionais e internacionais para o ensino de Física?

2. A educação brasileira e o ensino de ciências (Física)

O ensino de Física passou a ser objeto de preocupação e, portanto, de investigação, a partir da década de 1960, após a implementação nos Estados Unidos e, logo após, na América Latina, inclusive no Brasil, do projeto *Physical Science Study Committee*, o PSSC. Nesse período, o entusiasmo com o

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação

ISSN: 1681-5653

n.º 58/2 – 15/02/12

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU)

Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI-CAEU)



desenvolvimento da ciência e da tecnologia postulou ao ensino de Ciências, em particular à Física, o lema de disciplina cujo objetivo estava na inserção dos jovens nas carreiras científicas. Entretanto, com o aumento significativo dos conteúdos de Física a serem ensinados na formação básica dos estudantes, os professores e, conseqüentemente, os investigadores de educação, passaram a se preocupar com o baixo desempenho desses estudantes. Como consequência, promovem-se conferências, encontros, simpósios, cursos de Pós-graduação e publicações em periódicos, com o intuito de discutir tal problemática, estabelecendo, no Brasil, o início do ensino de Física como área de pesquisa.

Assim, desde essa época, o ensino de Física vem se apresentando como um campo promissor de pesquisa, cujos aportes teóricos têm estado associados a diferentes campos do saber (filosofia, psicologia cognitiva, epistemologia etc.). Entretanto, a problemática persiste, embora a tese defendida nos anos setenta tenha sofrido alterações, trazendo novos olhares para a valorização do ensino dessa disciplina na educação básica. O tema continua tão atual quanto pertinente para aqueles que buscam a qualificação deste ensino.

2.1 Do período colonial a Era Vargas

Brejon (1988) aponta que a história da educação nacional pode ter sido iniciada em 1549, com a vinda do primeiro governador-geral, Tomé de Souza, para o Brasil. Com ele vieram seis jesuítas, primeiros responsáveis pelo ensino no país que, junto com os demais que aqui se instalaram, tinham por finalidade a educação e a evangelização dos brancos mais abastados, dos nativos e também dos mais pobres. O modelo de educação implementado pelos jesuítas era o *modus parisiense* de ensinar, conforme destacado por Alves (2005), no qual os estudantes eram organizados em grupos (classes), de acordo com o nível de conhecimento que apresentavam. Nesse modelo, o avanço às séries seguintes só ocorria mediante o domínio completo do conhecimento, variando o tempo de permanência em cada série. O autor ainda destaca que, neste período, os jesuítas instauraram algumas características que ainda pode ser observadas na educação moderna, tais como: a divisão do trabalho didático; a criação dos espaços especializados para o ensino (salas de aula); o ensino seriado; a especialização dos professores; e, ainda, a diferenciação dos conhecimentos. (ALVES, 2005, p.57)

Assim, durante um período de duzentos anos, a educação do povo brasileiro ficou entregue aos padres da Companhia de Jesus. Em 1759, com a expulsão dos jesuítas das terras brasileiras, pelo marquês de Pombal, ocorre uma mudança no ensino, em seus métodos e processos, pois, para o marquês, o mesmo deveria estar a serviço dos interesses civis e políticos de Portugal. Tal programa desestruturou todo o ensino articulado pelos jesuítas e estabeleceu um período de caos na educação do país. O ensino básico foi prejudicado por lacunas de mestres, em razão da expulsão dos jesuítas. Foi com a vinda da família real para o Brasil, no início do século XIX, que se processa total reorganização, sendo criadas as primeiras instituições de ensino técnico e superior no país. Entretanto, o quadro da educação no país no período imperial, enriquecido com a criação de cursos superiores, não se alterou significativamente; contudo, elas podem ser consideradas a base para o salto positivo que se sucedeu à Independência e que precedeu a reforma constitucional de 1834.

O ato adicional de 1834 descentralizou as responsabilidades da educação popular, permanecendo nessa instância apenas o ensino superior e o médio. A educação básica ficou a cargo das províncias, que tendo poucos recursos financeiros, acabaram por deixar em segundo plano esse ensino. A lei proibia qualquer intervenção do governo central no âmbito do ensino elementar, até mesmo com ajuda financeira.

Quanto ao ensino superior e médio, limitavam-se às classes mais abastadas, sendo o primeiro constituído por aulas avulsas e exames parcelados.

Algumas escolas surgiram como perspectivas de mudanças nesse quadro de aulas isoladas, como o Colégio D. Pedro II¹, entre outros, que se baseava no modelo francês de ensino, oferecendo a escolarização seriada. No entanto, muito pouco se alterou no cenário da educação nacional, continuando a predominar o modelo de ensino avulso. Foi nesse período, porém, que se estruturou uma mudança nos conteúdos ensinados nas escolas. Ao lado dos estudos literários clássicos e modernos, e da matemática, surgiram as ciências físicas e naturais, a história e a geografia, embora ainda com um papel muito pouco saliente. No final do período imperial é que o assunto acerca da educação nacional tornou-se suficientemente importante, de forma que D. Pedro II, em sua última fala no trono, a 3 de maio de 1889, propôs a organização de um amplo sistema nacional de instrução pública e a criação do Ministério da Instrução.

Com a proclamação da República, o assunto acerca da questão educacional tomou um sentido maior, aumentando o número de estudantes matriculados no ensino primário. O período é marcado por intensas transformações econômicas e sociais no país, cujas implicações se refletem no ensino. Entretanto, o Colégio D. Pedro II² continuou sendo referência no país, perdendo seu *status* somente na década de 1960.

Esse período caracteriza-se pela desvinculação entre o Estado e a Igreja, conforme defendia Rui Barbosa e, ao mesmo tempo, sofre fortes influências da escola positivista, principalmente através do Ministro da Instrução, Benjamin Constant. A influência dos positivistas era tal que, em 1890, foi incluído na educação básica brasileira o conteúdo de Ciências Fundamentais (Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia), conforme apregoado pelos defensores do positivismo, como Augusto Comte.

Durante o período da primeira república, o sistema educacional brasileiro tornou-se efetivo e, com isso, evoluiu, embora sob entraves políticos. Em 1903, por exemplo, um projeto de lei busca modificar o panorama nacional no ensino de Ciências Naturais, através da implementação da obrigatoriedade de laboratórios para desenvolver os conteúdos de Física e Química. Entretanto, esses espaços eram utilizados para demonstrações práticas, que pouca influência tiveram sobre o ensino dessas disciplinas curriculares. De acordo com Almeida Junior (1980), as reformas educacionais do primeiro período republicano mostraram uma educação ilusoriamente científica de aspiração comteana, ficando longe de realizar uma legítima formação de cientistas por meio de profundos estudos das ciências exatas, sem detrimento da parte experimental. (p. 59)

Em 1920 o debate educacional obteve espaço social mais amplo, tendo a educação uma conotação maior no país, deixando de ser tema de discussões isoladas para ser entendida como um problema nacional. As ideias amadureceram e chegou-se à percepção coletiva: a educação como um problema nacional. Em 1924, criou-se a Associação Brasileira de Educação – ABE, agremiando elementos de todo o país para discutir questões acerca do ensino nacional. Muitas dessas ideias vieram a consubstanciar-se em

¹ Imperial Collégio de Pedro II, que ficou conhecido como Colégio Pedro II. Esse colégio foi instaurado no lugar do antigo Seminário São Joaquim, tornando-se referência para a educação nacional, influenciando o modo como as outras instituições de ensino deveriam funcionar no país. A sua importância e o seu prestígio foi tal que os estudantes formados nesse estabelecimento de ensino não necessitavam realizar exames para ingresso no ensino superior, bastando obter a certidão de aprovação nas disciplinas escolares (latim, francês, retórica, filosofia racional e moral, aritmética, geometria e, em alguns casos, em geografia e história).

² Após a proclamação da República o Colégio Pedro II passou a receber outras denominações, tais como: Instituto Nacional de Educação Secundária (1889); Ginásio Nacional (1890); e, novamente Colégio Pedro II (1911).

proposições de importantes documentos da época. O Manifesto dos Pioneiros e a Constituição de 1934 emergiram de discussões proporcionadas por essa associação.

A Revolução de 1930 marcou a queda da chamada República Velha, restabelecendo a centralização nas mãos do governo federal. Ela deu início a um período de transição entre a economia essencialmente agrária e artesanal e uma economia urbana e industrial. A educação, nesse período, passou a ser vista como alternativa para o desenvolvimento social e econômico do país, sendo estendida às classes menos favorecidas, que até então não tinham acesso à escolarização. A reforma Francisco Campos é um marco importante nesse período denominado escalanovista, vindo a consolidar a arrancada centralizadora do governo. Ela efetivou-se através de uma série de decretos que dispunham sobre a organização dos ensino superior e médio, secundário e profissional.

Baseando-se em aspectos conservadores, essa reforma consolidou a base humanista tradicional vigente, instituindo o ensino profissionalizante como um “mal necessário” do mundo moderno, discriminando aqueles cujas carências econômicas não lhes permitiam acesso ao ensino superior, enviados precocemente ao mundo do trabalho, principalmente na área do comércio. A inovação mais significativa da reforma foi a criação da Faculdade de Educação, Ciências e Letras, mostrando a preocupação em formar professores preparados para o ensino secundário das elites. Esse ensino era considerado essencial para a chegada do aluno no nível de educação superior, mantendo-se essa reforma com caráter seletivo, elitista e preparatório.

Em 1932, um grupo de educadores e homens de cultura conseguiu captar o anseio da população e lançou um manifesto, assinado por 25 intelectuais do país, o qual ficou conhecido como “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, constituindo-se um marco para a educação brasileira. Ao mesmo tempo em que o manifesto reivindicava uma política educacional, exigia um “plano científico” para executá-la. Porém, o que de mais importante se conseguiu com esse documento foi a incorporação dos seus objetivos no texto constitucional de 1934, bem como em todas as demais constituições nacionais, salvo na de 1937 que, para muitos, representou a mais completa negação das teses defendidas pelos educadores ligados àquele movimento.

O final da Segunda Guerra Mundial marca um período de conflitos políticos, sociais e econômicos em nível mundial. No Brasil, esse período foi marcado pela renúncia de Getúlio Vargas, em 29/10/1945, e pela eleição de Eurico Gaspar Dutra, que promulgou a Constituição de 1946, dando novos rumos à educação nacional. O ensino caracterizou-se por um crescimento quantitativo e pela discussão em torno da elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, que demorou quinze anos para ser, de fato, promulgada. Porém, o que se salienta na educação nacional, nesse período, foi a “ajuda” recebida dos americanos. Em 1946, foi firmado o primeiro acordo entre o Brasil e os EUA, para equipar 33 escolas técnicas industriais, o que fez com que os americanos passassem a ter uma influência cada vez maior no contexto educacional brasileiro.

E o ensino de Ciências nesse período? Como ele passou a integrar o currículo da escola básica no Brasil? Rui Barbosa é apontado na literatura como líder decisivo na defesa da inclusão das Ciências Naturais como conteúdo curricular nas escolas brasileiras. Na segunda metade do século XIX, após a instauração da discussão em torno de que conteúdos deveriam integrar os currículos escolares, Rui Barbosa declara-se abertamente favorável à inserção e à obrigatoriedade do ensino de Ciências, desde o jardim da infância.

Fortemente influenciado por Spencer, que defendia a tese de que as Ciências representavam uma categoria de conhecimentos que permitia a realização das atividades que tornariam possível a vida civilizada, Rui Barbosa explicita, em suas obras, a necessidade de que a disciplina de Ciência (Física, Química e Biologia) fosse incorporada aos currículos escolares, pois considerava-a primordial para o homem desfrutar dos avanços da sociedade. Os conteúdos deveriam ser ministrados de forma a instigar no aluno o gosto pela disciplina, a qual precisaria ser orientada para a observação e a experimentação. Para ele, essas mudanças no sistema de ensino eram fundamentais para tornar o Brasil uma nação civilizada. A escola a ser difundida deveria estar voltada para a vida e carregada de conteúdos científicos, que visassem a formação do trabalhador e do cidadão (LUCAS; MACHADO, 2002)

Mesmo com a defesa de Rui Barbosa por um ensino de Ciências obrigatório nas escolas, ele só passa a ser incorporado efetivamente aos currículos escolares e, ainda, não de forma obrigatória, a partir da primeira metade do século XX, mais especificamente de 1920. Chagas (1980), ao analisar o percentual representativo do ensino de Ciências (incluindo a Zoologia Filosófica) na totalidade dos conteúdos desenvolvidos no Colégio Pedro II, menciona que ele representava 10%, evidenciando a ênfase no currículo orientada às questões humanísticas, principalmente no período de 1838 a 1881. Esta situação foi agravada em 1876, com a determinação da não obrigatoriedade da realização dos dois últimos anos do curso regular para o ingresso no ensino superior. Nesses dois últimos anos eram ministrados os conteúdos de Física e Química.

Neste período e até 1945, o ensino de Ciências passou a relacionar-se com as necessidades geradas pelo início da industrialização, a qual exigia a formação de profissionais com conhecimentos na área tecnológica³. Segundo Delizoicov e Angotti (1994), do começo do século XX até a década de 1950, o ensino de Ciências reforça as características positivas da ciência e da tecnologia, ignorando as negativas. Os conteúdos estavam apoiados na ciência clássica e estável do século XIX, baseada nos livros didáticos estrangeiros, e em relatos de experiências neles contidas, com eventuais demonstrações em sala de aula, para confirmar a teoria exposta. Continuam os autores mencionando que este ensino era desenvolvido com o intuito de preparar o aluno, desde a escola primária, para prosseguir seus estudos até sua formação no ensino superior.

2.2 O processo de industrialização e a lei de diretrizes e bases da educação nacional

No período posterior a 1945, foi bastante expressiva a ampliação da rede de escolas médias no Brasil, em especial na modalidade acadêmica (secundária), verificando-se um aumento significativo no número de matriculados no ensino secundário. Esse fato resultou de pressões advindas da necessidade de mão-de-obra especializada em nível secundário preparada nas escolas técnicas. Com o objetivo de diminuir a preponderância do ensino secundário sobre o profissional e, com isso, assegurar o sucesso do ensino profissionalizante, surgiram as chamadas “leis de equivalência”, que permitiam a articulação do ensino secundário com o técnico. Assim, os alunos que optassem por esse ensino, poderiam concorrer ao ensino superior, desde que tivessem cursado o segundo ciclo do ensino secundário.

O ensino de Ciências, em particular o de Física, nesse período, encontrava-se fortemente vinculado aos exames de admissão ao ensino superior, apresentando uma característica propedêutica, cujos métodos

³ Nessa época foram criados o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI (1942) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC (1946).

de ensino encontravam-se apoiados em um ensino por transmissão de conteúdos, generalista e extremamente expositivo. O ensino escolarizado apresentava uma distinção em termos de organização e estruturação na etapa colegial, na qual as disciplinas científicas (Física e Química) deveriam se fazer presentes⁴. Analisando o currículo das escolas dessa época, observa-se que as duas modalidades de Ensino Colegial (Clássico e Científico) não apresentavam diferenças significativas no desenvolvimento dos conteúdos de Física, Química e Biologia, oferecendo-as em número reduzido, não apresentando nenhuma disciplina vinculada à experimentação. A ênfase curricular, para as duas modalidades, continuava centrada em aspectos humanísticos e no estudo de línguas, conforme destaca Krasilchik (1987), situação agravada pela deficiência de professores com formação específica na área, principalmente no ensino de Física.

A partir de 1956, inicia-se uma corrida ao desenvolvimento científico tecnológico nos Estados Unidos, o que acabou por se refletir no ensino de Ciências no Brasil. O período passa a ser conhecido no ensino de Ciências como a era dos projetos, os *Projetos de ensino de Ciências* no Ensino Secundário, com as disciplinas de Química, Física, Biologia e Geociência. Os parâmetros utilizados para o desenvolvimento dessas disciplinas eram os do ensino nos Estados Unidos, fortemente estendidos para toda a América Latina. Tais projetos tinham como principais características a produção de textos, a utilização de material experimental, o treinamento de professores e a permanente atualização e valorização do conteúdo a ser ensinado.

Os principais projetos aplicados a professores das disciplinas científicas, foram: o *Nuffield*; *Harvard Physics Project*; o *School Mathematics Study Group – SMSG*; o *Physical Science Study Committee – PSSC*; o *Chemical Bond Approach – CBA*; o *Biological Science Curriculum Study – BSCS*. No ensino de Física, o que apresentou maior repercussão, sendo inclusive traduzido para o português, foi o PSSC, um projeto que envolvia vinte milhões de dólares, iniciado em Massachusetts, EUA, no Institute of Technology – MIT, em 1957. Pinho Alves (2000) destaca que: “O PSSC teve o mérito de modificar substancialmente a percepção do que se entendia por ensino de Física até aquela época” (2000, p.26). Continua o autor mencionando que, independentemente dos motivos político-ideológicos que subsidiaram o projeto, sua proposta era revolucionária, apresentando um texto moderno, com uma sequência nova de conteúdos, incorporando tópicos pouco explorados nos textos tradicionais. O avanço desse projeto estava, entre outras questões, nos programas de laboratório, que proporcionavam a participação ativa dos estudantes no desenvolvimento dos experimentos, situação pouco presente até então nas atividades de laboratório. A estrutura dos experimentos, destaque nesse projeto, era apoiada por equipamentos simples e de fácil reprodução, acompanhados por manuais de procedimento, os guias de laboratório.

Moreira (2000), ao mencionar que a história do ensino de Física no Brasil pode ser considerada a partir do PSSC, devido à influência que este teve no desenvolvimento da disciplina, destaca que esse projeto pecou por não considerar aspectos vinculados à aprendizagem, enfatizando exclusivamente o processo de ensino:

(...) os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”, história da Física), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. (MOREIRA, 2000, p.95)

⁴ O Decreto-lei 4244/42 determinou que o primeiro ciclo do Ensino Secundário passasse a se chamar Ginásial e o segundo ciclo a se chamar Colegial, sendo estruturado em Clássico e Científico.

Contudo, o que se observou foi que pouco se refletiram na sala de aula os projetos de ensino de Ciências, inclusive o próprio PSSC. Somente no final da década de 1960 é que se começou a solucionar a falta de equipamentos, frequentemente apontada como a razão da pouca inserção do PSSC nas escolas, sendo instituído um programa que buscasse equipá-las. O livro didático, fruto também desses programas de treinamento de professores, foi adotado pela maioria dos educadores, servindo de guia-mestre para o ensino. Daí a sua permanência até hoje nas escolas, limitando em muito o ensino das Ciências e de suas disciplinas derivadas. Pode-se, ainda, acrescentar, que os treinamentos dados aos professores de Ciências contribuíram para formar uma visão pouco crítica e muito tecnicista de ensino que, de alguma forma, ainda é constatada nos dias de hoje.

A primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB – lei nº 4.024, de 20/12/1961, veio consolidar a unificação do sistema educacional. A lei permitiu a descentralização do ensino da esfera federal, dando autonomia aos estados, porém definiu linhas gerais que deveriam nortear toda a educação nacional. Assim, atendeu-se ao anseio dos educadores da década de 1920 e início de 1930. A partir dela, muitos planos se sucederam no sentido de cada vez mais descentralizar a educação da esfera federal, tendo, no ano de 1964, sido instituído o salário-educação, que aumentou substancialmente os recursos destinados ao Fundo Nacional de Ensino Primário. Outro plano que merece destaque foi o criado no ano de 1966, quando se destinaram vultosos recursos para a educação de analfabetos com mais de dez anos.

Para Saviani (2004), a Lei 4024/61 manteve a mesma estrutura para o ensino médio, flexibilizando o trânsito dos estudantes de diferentes ramos – industrial, agrícola, comercial, secundário e normal, permitindo acesso aos exames vestibulares para alunos de qualquer uma das modalidades de ensino. No que diz respeito às questões científicas, a nova lei considerava-as como condição para o progresso e o desenvolvimento da nação. Neste sentido, proporcionou a criação da disciplina de *Iniciação à Ciência*, incluída desde a primeira série ginásial, ao mesmo tempo em que apontava para a necessidade de aumentar o número de horas nas disciplinas de Física, Química e Biologia.

Assim, a década de 1960 foi marcada pela elevação da ciência à condição de fator indispensável para a vida industrial e cultural do país. Na verdade, esse discurso vinha dos Estados Unidos que, nos anos pós-guerra, investiu em ciência, por acreditar ser ela a fonte principal para a melhoria da vida diária e dos caminhos através dos quais as necessidades e os desejos humanos seriam realizados. Segundo Popkewitz: “o movimento de reforma do currículo dos anos 60 surgiu dentro dessa euforia geral sobre o papel da Ciência no progresso do mundo. Essa visão idealizada e técnica da Ciência foram incorporadas ao novo currículo, enfatizando o conhecimento científico produzido por cientistas desinteressados pelos valores sociais e que baseavam seus trabalhos de pesquisas em normas de consenso geral.” (1997, p.151)

2.3 A preparação para o trabalho e a relação Ciência/Tecnologia/Sociedade

Com o governo dos militares, no final da década de 1960 e, principalmente, no início dos anos 70, o país passou a unificar a dualidade das formas de ensino secundário: o ensino profissionalizante e o acadêmico, criando um ensino de 2º grau orientado para a habilitação profissional. A obrigatoriedade de o ensino ser preparatório para o trabalho, independentemente do nível socioeconômico dos alunos, tinha como objetivo reduzir o acesso desses alunos ao ensino superior, encaminhando-os para o mercado de trabalho mais rapidamente, consolidando, assim, na prática, a visão americana da educação, como fonte para o progresso econômico do país.

No início da década de 1970, despertou no Brasil, assim como em outros países, a corrida para a modernidade, para o desenvolvimento, tendo na educação, em especial no ensino de Ciências, um elemento fundamental para se alcançar o sucesso. Segundo Gouveia:

Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e, também, se sanar os possíveis enganos cometidos. (GOUVEIA, 1992, p. 72)

O ensino de Ciências nas escolas, no início da década de 1970 passou por um período de adaptação ao ensino profissionalizante. Entretanto, foi um período de consideráveis reflexões sobre esse ensino, principalmente com a instauração no país dos primeiros cursos de pós-graduação em ensino de Física (USP, UFRGS), abrindo espaço para pesquisadores e professores refletirem as práticas educacionais.

Para McConnel, mencionado por Amorim (1996, p.84), a realidade do ensino de Ciências neste período em nível mundial, passou a ser problematizada a partir de quatro pontos: predominância da utilização do livro didático, de forma quase exclusiva, com raríssima adoção de estratégias para discussões orientadas e pouca informação relacionada a problemas sociais ou individuais, ou sobre a relação entre tecnologia e ciência; no geral, um declínio da população estudantil interessada na escola, em ciência e em seguir carreira científica; os currículos não adaptados às necessidades atuais, em uma escola onde aumentou a diversidade entre os estudantes; interferência significativa de fatores como a falta de apoio financeiro às escolas, salário pouco expressivo e formação deficitária dos professores e, ainda, pouco diálogo entre quem faz pesquisa na área educacional e quem tem a prática pedagógica nas escolas.

No Brasil, Fracalanza *et al.* (1986) mencionam que os projetos que vinham sendo realizados no ensino de Ciências acabaram por ter pouca aceitação, em função de três fatores: a ampliação do número de vagas nas escolas públicas de ensino fundamental e médio com paralela deterioração acentuada das condições dessas escolas; o aumento da carga burocrática nas atividades de ensino e a formação deficiente dos professores egressos dos cursos de licenciatura de curta duração; o aumento no número de escolas particulares; e a ênfase dada ao conteúdo e às práticas convencionais de ensino, tendo em vista os exames vestibulares para o ingresso no ensino superior.

Nos anos de 1980, o ensino de Ciências tomou uma dimensão de produção do conhecimento voltada para os avanços tecnológicos. Já se tornava impossível separar ciência de tecnologia, e iniciou-se uma discussão em torno dos benefícios dessa associação para os homens e para a sociedade. Vários debates surgiram questionando as experiências feitas em laboratórios, principalmente com seres vivos, despertando preocupação com a destruição da natureza e com os efeitos do armamento nuclear, além de muitos outros, que, em função da tecnologia associada à ciência, podiam pôr em risco a própria existência humana.

Tais questões apontavam para a necessidade de uma melhoria no ensino de Ciências, bem como de uma aproximação deste aos problemas permanentes da sociedade em que o indivíduo se encontrava inserido. Os avanços tecnológicos são frutos de um processo de investigação científica em que a ciência ocupa lugar de destaque. Pesquisar, descobrir, investigar são algumas das prerrogativas para que a sociedade caminhe visando a um crescimento econômico e social. Segundo McConnel,

Recomendou-se que é necessário uma perspectiva para o ensino de Ciências que responda a novos problemas de relação entre Ciência/Tecnologia e toda a sociedade, levando aos cidadãos a possibilidade de entender o seu papel na vida moderna, bem como usar o conhecimento sobre Ciência e Tecnologia em assuntos de escolha individual ou de política pública. O jovem deve ter oportunidades de experimentar, com orientação, a análise e avaliação de evidências derivadas não apenas do laboratório de ciências, mas também da gama de informações que estão rotineiramente disponíveis ao público, na mídia ou livrarias. (apud AMORIM, 1996, p.85)

No Brasil, entretanto, o ensino de Ciências não conseguiu atingir os níveis desejados no campo das relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. Observou-se que esse ainda era praticado, na sua grande maioria, por professores que desconheciam tais relações, mantendo-se arraigados aos processos de ensino tradicional, voltados apenas para a informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação. Muitas foram as propostas de reformulação do ensino de Ciências, sempre visando as necessidades de melhoria da sociedade e ao progresso da tecnologia.

No final da década de 1980, no campo da educação, o Brasil viveu um período de adaptação às novas exigências do mercado, que tinham no ensino escolarizado o seu maior aliado, pois se acreditava que a eficiência da educação estava atrelada às forças desse mercado. Leis e emendas surgiram no sentido de perpetuar essa visão de ensino associada ao trabalho. A Constituição de 1988, no capítulo destinado à educação, é uma prova desse interesse mercadológico na educação. Muito pouco, contudo, se conseguiu com essa carta; ao contrário, percebeu-se que os interesses de grupos detentores do poder mantiveram-se acima dos interesses do povo brasileiro, efetivando uma constituição que retratava a anterior, não permitindo avanços em setores como os ligados à educação, à ciência e à tecnologia.

3. O ensino de Física a partir da nova LDB

No final do século XX, a estrutura e o funcionamento do ensino nacional passaram por uma grande reforma. Em 20 de dezembro de 1996, o Congresso Nacional decretou, e o Sr. Presidente da República sancionou, a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a LDB – Lei nº 9.394/96. Conforme destaca Francisco Filho “A Lei sofreu influências das teorias educacionais atuais e do processo de globalização. De todas as teorias em evidência atualmente, as interacionistas e as sociointeracionistas de Piaget e Vygotsky, respectivamente, foram as mais contempladas, fornecendo as bases epistemológicas como alicerces teóricos.” (2001, p.138). Entretanto, a inovação da Lei se encontra na estrutura e na organização do sistema de ensino e não em seus aspectos epistemológico. Pelo menos, em um primeiro momento, isso é o que surte maior efeito no sistema educacional.

Em termos do Ensino Médio, a nova Lei aponta, no Art. 35, os seguintes aspectos como finalidades deste nível de escolarização: a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, que permitam prosseguir nos estudos; a preparação básica para o trabalho e para o exercício da cidadania, a fim de continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou de aperfeiçoamento posteriores; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Essa concepção reforça que o Ensino Médio deve buscar uma formação geral, em oposição à formação específica, o que implica em uma

reorientação nos propósitos da formação do Ensino Médio. Em termos de objetivo, a LDB, no Art. 36, destaca que os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizadas de tal forma que, ao final desta etapa de escolarização, o educando demonstre: domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; conhecimento das formas contemporâneas de linguagem; e domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia, necessários ao exercício da cidadania. (BRASIL, 1996).

Analisando os objetivos indicados na LDB para o Ensino Médio, pode-se destacar três ideias básicas: a necessidade de formação do cidadão; a preparação para o mundo do trabalho; e a premência de o estudante continuar aprendendo. Segundo Brandão (2002), as duas primeiras identificam a Lei com a concepção que norteia toda a sua proposta, ou seja, o binômio exercício da cidadania-preparação para o trabalho. A terceira ideia consiste numa finalidade que diz respeito ao caráter propedêutico do ensino médio. (p. 94-95).

Como complementação à LDB, o Ministério da Educação e Cultura – MEC, elaborou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, com o objetivo de servir de referência às escolas, já que sua adoção não é obrigatória na elaboração curricular. Vale lembrar que, segundo a LDB, o currículo do Ensino Médio deverá ser composto por uma base comum nacional e uma parte diversificada, no âmbito de cada sistema de ensino e de cada escola.

Com relação aos PCNEM, suas orientações estão apoiadas na busca referente à operacionalização da proposta da LDB para o Ensino Médio. Assim, o documento discute de forma mais detalhada, as competências indicadas na base comum nacional para o Ensino Médio e, ao mesmo tempo aponta que os currículos devem ser organizados de maneira a buscar a interdisciplinaridade e a contextualização do conhecimento. (BRASIL, 1999). Pode-se dizer, então, que o ensino de Física deverá ser guiado por competências, dentro de uma proposta de interdisciplinaridade e de contextualização, sendo tais elementos eixos norteadores das propostas curriculares, dos conteúdos e das metodologias de ensino presentes nas escolas.

As competências apontadas pelo PCNEM, na parte III, relacionadas ao ensino de Física foram distribuídas em três grandes blocos e se encontram assim especificadas (BRASIL, 1999, p. 29):

- Representação e comunicação: compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos; compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos; utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico; ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si; expressar-se corretamente, utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica; apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido, através de tal linguagem; conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas; elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.
- Investigação e compreensão: desenvolver a capacidade de investigação física; classificar, organizar, sistematizar; identificar regularidades; observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar; conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes; compreender e utilizar leis e teorias físicas; compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e

procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos; construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões; articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científicas.

- Contextualização sociocultural: reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico; reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico; dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia; estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana; ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Um ensino por competências representa, dentro da nova legislação, uma possibilidade de superação do ensino de Física atualmente desenvolvido nas escolas. Ou seja, quer libertar-se e transcender do ensino tradicional, recheado por conceitos, leis e fórmulas tratados de forma desarticulada em relação ao mundo vivido pelo aluno e pelo professor, com insistência na automatização em resolução de exercícios e na memorização. O que o documento aponta é para uma Física que contribua para a constituição de uma cultura científica no aluno, que lhe possibilite a compreensão de fatos e fenômenos naturais e a relação dinâmica do homem com a natureza. (RICARDO, 2005, p.31)

A interdisciplinaridade aparece mais detalhada nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, editados em 2002, documento complementar do PCN de 1999. Nele, a interdisciplinaridade está assim mencionada: “Nessa nova compreensão do ensino médio e da educação básica, a organização do aprendizado não seria conduzido de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências.” (BRASIL, 2002, p.13)

Para Ricardo (2005) há uma divergência de entendimentos nos documentos sobre o significado do termo interdisciplinaridade, apontando em seu estudo que os autores desses documentos apresentam distintas concepções sobre o seu sentido. Assim, o autor chama a atenção para a necessidade de um maior detalhamento sobre como a interdisciplinaridade poderá se fazer presente nos currículos escolares, enfatizando que é preciso ter cautela ao mencioná-la, uma vez que a mesma precisa estar fundamentada em pressupostos que lhe garantam um entendimento único.

Já a contextualização está ligada a uma aprendizagem que tenha sentido para o educando, buscando superar a distância entre os conteúdos e as suas experiências. Conforme destacado por Ricardo (2005), o documento reforça a relação da contextualização com as competências ao entender que “a contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas.” (BRASIL, 1999, p.91). Entretanto, Ricardo (2005) menciona que a palavra contextualização também apresenta sentidos diferentes nos documentos oficiais, revelando que os autores apresentam divergências sobre o real significado do termo.

Em suma, a LDB, os PCNEM e seus correlatos, apontam para um novo ensino de Física, cuja essência está em conferir habilidades úteis, tanto para os que pretendem continuar seus estudos, como

para aqueles que, após o Ensino Médio, entrarão para o mercado de trabalho. Entre as habilidades apreoadas para este nível de escolarização, destaca-se a necessidade de que os alunos aprendam a aprender, como forma de garantir a eles acesso aos conhecimentos e ao seu aperfeiçoamento. Ensinar a aprender nos remete a estratégias de aprendizagem, uma vez que serão elas, em última instância, que proporcionarão condições para que os estudantes construam seus modos próprios de aprender e assim se tornem aptos a continuar o processo de aprendizagem além dos bancos escolares.

Aprender a aprender requer, antes de qualquer coisa, uma pedagogia centrada em situações didáticas favorecedoras a ela. Não se aprende a aprender apenas ouvindo, escrevendo, memorizando e reproduzindo conhecimentos em provas, é preciso algo mais dinâmico, que ative os alunos, não apenas fisicamente, mas acima de tudo, intelectualmente. É necessário que ele, o aprendiz, ponha em funcionamento toda a sua estrutura cognitiva durante o ato de aprender, e consiga ir além dela, refletindo e retomando cada ação efetivada em busca do conhecimento.

Assim, no momento em que se procede a uma análise junto à história do ensino de Ciências (Física) no Brasil, desde os tempos remotos até a atualidade, os diferentes movimentos pedagógicos também precisam ser discutidos, pois eles estiveram presentes nesta trajetória e deles decorreram metodologias de ensino cujo efeito mais imediato está na aprendizagem desenvolvida no âmbito da sala de aula.

4. As pedagogias presentes no ensino de ciências

Nesta seção, são referenciadas as pedagogias presentes no ensino de Ciências e que marcaram o ensino e as pesquisas desenvolvidas nesta área do conhecimento ao longo da história. Inicialmente identifica-se o modelo tradicional de ensino-aprendizagem, com aulas essencialmente expositivas, teóricas e inquestionáveis, pouco envolvendo a relação teoria prática. Era exigida a assimilação dos conhecimentos transmitidos e a avaliação utilizava o famoso questionário. A eficácia do trabalho era medida pela quantidade de conteúdos.

A partir da década de 1960, o modelo de ensino passa a ser centrado na redescoberta, que pregava a participação ativa dos estudantes. Mas a concepção de ensino de ciência continuava baseada na transmissão, assimilação e reprodução. Mesmo com as Feiras de Ciências e a realização de experimentos científicos para a “descoberta” de determinados fenômenos, em sala de aula prevalecia o ensino por transmissão/recepção. Sendo reforçado a concepção empirista/indutivista.

Na década de 1970, surge uma nova visão de ensino de Ciências, com o movimento denominado de “concepções alternativas”, apoiada na concepção construtivista de ensino-aprendizagem. Neste modelo, o aluno constrói o seu conhecimento, interage com o objeto do conhecimento e faz sua construção própria.

O construtivismo influenciou enormemente as pesquisas no ensino de Ciências, defendendo que os estudantes têm ideias alternativas e pessoais, influenciadas pelo contexto e que em sala de aula é necessário resgatar estes conceitos para então discutir o “novo”. Mas, de concreto, houve pouca alteração, principalmente no Brasil e, após seu apogeu, no final da década de 1970 e início de 1980, inicia o “movimento de mudança conceitual”, direcionando as pesquisas nacionais para o conflito cognitivo. Os professores deveriam criar situações de conflito em sala de aula, para que os alunos insatisfeitos

buscassem a mudança conceitual, ou seja, a substituição dos conhecimentos. Entretanto, novamente em sala de aula pouca coisa de efetivo, continuando o ensino de Ciências baseado na transmissão/recepção.

Assim, todas as propostas de alteração do modelo de ensino desenvolvido desde o século XIX, não passam de indicativos, de investigações, pouco contribuindo para a qualificação do ensino desta componente curricular. Os documentos oficiais foram igualmente recheados pelas novas propostas pedagógicas, mas de efetivo nada pode ser observado. Situação presente até os dias atuais, no qual se buscam novas perspectivas, diferentes das anteriores, mas que tenham em mente o que já se pesquisou e de que forma estas concepções estiveram associadas ao ensino de Ciências, conforme será resgatado e detalhado na seqüência.

4.1 Aprendizagem por transmissão

O modelo de ensino desenvolvido nas escolas brasileiras até a década de 1950, estava de acordo com os modelos pedagógicos defendido pelos pensadores educacionais, bem como com a concepção de ciência presente na época. Assim, o modelo tradicional de ensino-aprendizagem desenvolvido nas escolas brasileiras, apresentava uma visão decorrente do processo de transmissão/assimilação de informações, ou seja, a *aprendizagem por transmissão* – APT. Conforme destaca Maldaner (2000), “Esse modelo tem a ver com a concepção hegemônica de ciência que estava em vigor” (p.111-112). Continua o autor mencionando que a ciência, nessa época, era entendida como um conhecimento válido, que traduzia a realidade objetiva externa, tendo a transmissão do conhecimento essas mesmas características, utilizando todas as técnicas possíveis para que os estudantes o assimilassem. Amaral (1998) destaca que o modelo tradicional reforçava a ideia vigente de que o conhecimento era neutro, definitivo e inquestionável, e de que a teoria era independente da prática, sendo esta uma decorrência da primeira.

As aulas, nesta concepção de aprendizagem, eram essencialmente expositivas, tendo os professores a incumbência de repassar os conhecimentos acumulados pela humanidade, exigindo de seus alunos a assimilação e, posteriormente, a reprodução literal dos conteúdos desenvolvidos. A teoria era apresentada aos estudantes sob a forma oral e/ou escrita, e as poucas atividades práticas/experimentais desenvolvidas nas disciplinas de Ciências eram demonstrativas, sem envolver diretamente a participação dos alunos. A qualidade das aulas era mensurada pela quantidade de conteúdos desenvolvidos, apresentando o questionário como um instrumento de avaliação da eficácia do trabalho realizado. Ou seja, se os estudantes conseguissem responder aos questionamentos utilizados pelo professor, no processo de avaliação, o trabalho desenvolvido era considerado satisfatório, caso contrário, precisaria ser revisto. Vale lembrar que esse questionário apresentava perguntas diretas e envolvia, praticamente, todo o conteúdo programático.

Frente às mudanças ocorridas no modo como a ciência passou a ser concebida pela humanidade, a comunidade de pesquisadores da área de educação percebe a necessidade de que um novo modelo de ensino fosse elaborado, para satisfazer aos novos referenciais epistemológicos presentes na produção da Ciência. Assim, decola o movimento da aprendizagem a partir da redescoberta, cujas bases se encontram na compreensão de que se os estudantes percorressem o trajeto do cientista, teriam mais facilidade para assimilar tal conhecimento.

4.2 Aprendizagem por descoberta

Foi a partir da década de 1960 que o modelo de ensino, centrado no método da redescoberta, conhecido como *aprendizagem por descoberta* – APD, passou a ter importância. Suas bases estavam na participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, com destaque para os métodos que permitissem a eles reconstruir os caminhos percorridos pelos cientistas, ou seja, a redescoberta da Ciência. Entretanto, a concepção de Ciência presente, tanto na aprendizagem por transmissão como na aprendizagem por descoberta, era a mesma: uma ciência construída e consolidada a partir de verdades científicas, cujo objeto do conhecimento deveria ser assimilado pelos alunos e, posteriormente, reproduzido por eles.

Esta visão de Ciência estava de acordo com a concepção empirista/indutivista presente no início do século e cujos referenciais permaneciam fortemente presentes no ensino de Ciências e que, de certa forma, se perpetuam no ensino, até hoje. Harres (2003) lembra que a visão empirista concebe a produção do conhecimento científico como um processo único, verossímil, do ponto de vista lógico, e cuja validade independe do contexto. Continua o autor destacando que a validade desse processo indutivista estaria garantida à medida que fosse aplicado o método científico, definido pelos seguintes elementos: observação e experimentação; generalização indutiva; hipótese; verificação; comprovação ou não; conhecimento objetivo.

Maldaner (2000) menciona que, no Brasil, este modelo de aprendizagem nunca foi hegemônico, mas que “prevaleceu nos centros estaduais de ciências e, também, em orientações ou recomendações curriculares emanadas das secretarias de educação ou outros órgãos educacionais” (p.113). Um exemplo dessa concepção de aprendizagem foram as Feiras de Ciências, organizadas no país a partir da década de 1960, cujo objetivo estava na realização de experimentos científicos, os denominados *trabalhos científicos*, enfocando a “descoberta” de determinados fenômenos, dentro de uma visão empirista/indutivista. Continua o autor, mencionando que em sala de aula, efetivamente, o método apresentou pouco efeito, principalmente porque sua implementação necessitava de recursos e tempo, prevalecendo, assim, o ensino por transmissão/recepção.

Entretanto, o modelo da redescoberta, apoiado na perspectiva empirista/indutivista, se fez presente nas atividades experimentais desenvolvidas no ensino de Ciências. A década de 1960 é marcada pela presença dos projetos de ensino, conforme já discutido, cuja ênfase estava no desenvolvimento dessas atividades envolvendo a participação ativa dos estudantes. Contudo, os manuais de ensino experimental, principalmente os guias de laboratório do PSSC, apresentavam uma estrutura que privilegiava o empirismo/indutivismo, consolidando-o no ensino experimental. Conforme destaca Borges (2003), o ensino experimental de Ciências teve suas raízes no empirismo indutivista de Francis Bacon, do século XVII, que recomendava a utilização dos passos do método científico tradicional: partindo da observação sistemática, passar para a formulação de hipóteses, para testá-las repetidamente, em diversas condições, controlando variáveis, até poder chegar a uma conclusão e, depois, a sua generalização.

Com relação ao ensino de Ciências nos anos 1960, Delizoicov e Angotti (1994, p.26), destacam três tendências que resumem o discurso anterior: tecnicista, baseada em concepções oriundas da psicologia comportamental, caracterizada pelo uso de instrução programada, análise de tarefas, ensino em módulos auto-instrutivos, com ênfase na avaliação; aplicação de testes, que procuram indicar diferenças de

comportamento ao longo dos estudos; escola-novista, com preocupação excessiva em ensinar o “método científico” e o uso de uma abordagem “psicológica” dos conteúdos, resultando não raro no esvaziamento destes. Valorizava em demasia as atividades experimentais, enfatizando o chamado método de redescoberta, o qual envolvia uma sucessão de atividades com os alunos, de maneira que eles imitassem o trabalho dos cientistas.

Esta concepção e sua prática induziam muitos professores a correlacionar, e mesmo a identificar, inadvertidamente, método(s) científico(s) com metodologias de ciências; de ciências que, através de uma suposta integração entre as ciências naturais (que se ocupam de distintos objetos de investigação, cada uma com sua especificidade e, portanto, não-integráveis) excluía(m) as ciências sociais, chegando quase ao esvaziamento completo dos conteúdos. Isso ocorreu porque firmou-se a ideia de que os professores de ciências precisariam saber, basicamente usar os materiais instrucionais, não necessitando ter conhecimento seguro do conteúdo a ser ensinado. Esta tendência se refletiu (e ainda se mantém presente), em muitos cursos de formação de professores de ciências, criados em todo o país, a partir da implementação das chamadas licenciaturas curtas, disseminadas por um grande número de instituições de ensino privadas.

A partir das discussões da nova concepção de Ciência, presente na comunidade científica, e da relação educação/sociedade, nos anos de 1970/1980, surgem novos movimentos pedagógicos, evidenciadas nas pesquisas educacionais. O modelo por descoberta passou a ser questionado, principalmente nos seus referenciais epistemológicos, apoiados na concepção empirista.

4.3 Movimento das concepções alternativas

Perante as discussões da comunidade científica que permitiram uma nova visão de Ciência e sua função social surge, na década de 1970, o movimento denominado “concepções alternativas”, cujo cerne apoia-se na concepção epistemológica na qual a Ciência é constituída e, portanto, compreendida, a partir da interação entre sujeito e objeto. Em termos epistemológicos, foram determinantes as ideias de Popper, Lakatos, Kuhn, Bachelard e Toulmin, cujos reflexos se deram imediatamente na psicologia educacional, com as pesquisas de Piaget, Vygotsky, Bruner, Ausubel, Novak, entre outros. Tais perspectivas constituíram os modelos construtivistas do processo ensino-aprendizagem, cujas influências podem ser vistas até hoje, na comunidade científica. Maldaner (2000) destaca que, no modelo ensino-aprendizagem de orientação construtivista, “o aluno é um construtor ativo de seu próprio conhecimento, tanto no sentido da evolução de uma estrutura mental, quanto de revolução e ruptura de uma forma de pensamento”. (p.115)

Em termos de aprendizagem escolar, esta nova concepção sobre a produção do conhecimento em Ciências apontou para a importância de considerar, no processo de apropriação do conhecimento, as ideias prévias ou concepções alternativas dos estudantes. A aprendizagem passa a ser entendida como resultado da interação do sujeito com o objeto do conhecimento, tendo como elementos primordiais as suas concepções alternativas. Carretero (1993) destaca que o aprender é a teoria ou o conjunto de teorias que enfatiza que o indivíduo não é mero produto do meio, nem simples resultado de suas disposições interiores, mas uma construção própria, que vai se produzindo dia-a-dia, como resultado da interação entre esses dois fatores. Em consequência, destaca o autor, segundo a posição construtivista, o conhecimento não é a cópia da realidade, mas uma construção do ser humano.

Osborne e Wittrock (1985) resumem em três as características das pesquisas na área de ensino de Ciências, perante o movimento das concepções alternativas (MCA): as crianças, ao chegarem à escola já apresentam uma variedade de concepções sobre Ciências e essas são frequentemente diferentes das apresentadas pelos cientistas, podendo não ser influenciadas pelo ensino de Ciências. Entretanto, Bastos et al. (2004) enfatizam duas importantes suposições a partir das características mencionadas anteriormente: é através das experiências dos estudantes com os objetos que eles constroem suas ideias e explicações acerca das coisas da natureza; tais ideias e explicações podem ser consideravelmente resistentes, e funcionar como importante obstáculo à aprendizagem escolar. Essas ideias que não estão de acordo com o conhecimento científico denominam-se concepções, conceitos ou ideias alternativas, ingênuas, intuitivas, espontâneas ou de senso comum.

Apoiadas no construtivismo piagetiano, e de certa forma pioneiras nas investigações, Rosalind Driver (1973) na Inglaterra, e Laurence Viennot (1979) na França, desenvolveram pesquisas na área de ensino de Ciências de modo a constatar, através de dados empíricos, a existência de concepções alternativas nos estudantes. As autoras, em suas distintas investigações, propõem modelos pedagógicos apoiados nos conhecimentos prévios que os estudantes trazem para o contexto escolar. Tais estudos revelaram que as ideias alternativas dos estudantes são pessoais e influenciadas pelo contexto, mas que também são bastante estáveis e resistentes a mudanças, inclusive podendo ser encontradas nos estudantes universitários, que em tese, já deveriam ter confrontado suas convicções com os conhecimentos científicos.

Em termos do processo ensino-aprendizagem, percebe-se que o movimento das concepções alternativas influenciou as pesquisas em ensino de Ciências, fortalecendo a visão construtivista. Entretanto, em termos de sala de aula, muito pouco se alterou, principalmente no Brasil. Pode-se resumir em dois os aspectos fundamentais que estiveram presentes nas pesquisas desenvolvidas perante a visão construtivista: a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem

Assim, o movimento que teve seu apogeu no final da década de 1970 e início da década de 1980, chegando a ser caracterizado como o símbolo das pedagogias modernas, não tardou a apresentar seus problemas, como a resistências às mudanças dessas concepções alternativas. Como possibilidade, emerge o movimento de mudança conceitual.

4.4 Aprendizagem por mudança conceitual

Na década de 1980, fala-se em mudança conceitual e identificação das condições objetivas que estimulassem os estudantes a, voluntariamente, substituir suas concepções alternativas pelo conhecimento científico. O professor passou a ser responsável por criar situações nas quais os estudantes se tornassem insatisfeitos com suas convicções e situações de conflito cognitivo, buscando a mudança conceitual.

O modelo de aprendizagem por mudança conceitual – APMC, decorrente do movimento das concepções alternativas, apresentou as mesmas bases em termos de pressupostos epistemológicos e educacionais.

Tendo por referência o trabalho de Moreira e Greca (2003), apresenta-se na seqüência três modelos identificados por estes autores como representantes do movimento de mudança conceitual. O primeiro

apoiado na concepção piagetiana⁵, destaca que o progresso do conhecimento científico é estrutural, tendo no conceito de acomodação uma possível explicação para a mudança conceitual, através de conflito cognitivo. Este modelo também apresenta suas raízes na visão epistemológica de Popper, no qual as teorias são falseadas, recorrendo-se a um experimento crucial. Entretanto, o conflito entre a teoria vigente e a contra evidência, gerada pelo experimento crucial, como na perspectiva popperiana, não é suficiente para derrubar a concepção atual, no conflito cognitivo. As hipóteses *ad hoc*, por exemplo, podem ser sempre propostas pelos cientistas para salvá-la. Assim, o conflito cognitivo, por mais crucial que seja não parece ser suficiente para derrubar definitivamente uma concepção alternativa. Os alunos podem sempre propor hipóteses auxiliares para salvar suas teorias implícitas.

O segundo modelo é proposto por Posner *et al.* (1982) a partir das visões filosóficas de Kuhn e Lakatos, no qual a mudança conceitual é possível quando o estudante está insatisfeito com as concepções existentes e surge uma nova, que é inteligível e se apresenta como plausível e frutífera. Este modelo recebeu inúmeras críticas da comunidade de pesquisadores em ensino de Ciências, depois de ter sido considerado um fracasso por conta das dificuldades que os alunos apresentavam na compreensão do conhecimento científico. Segundo os críticos, este modelo não contemplava a dimensão motivacional e contextual envolvida no processo de ensino e aprendizagem, não sendo dada a devida atenção à relação entre o conhecimento científico e a visão de mundo dos estudantes. Na revisão desse modelo, Strike e Posner (1992) propuseram cinco modificações, com destaque para a consideração de que, na ecologia conceitual⁶ do aprendiz, devem ser consideradas questões que ultrapassam aspectos epistemológicos vinculados à história e à filosofia, como fatores pessoais, sociais e institucionais.

O terceiro modelo, mencionado por Moreira e Greca (2003), é o apresentado por Susan Carey (1985, 1991) e encontra-se igualmente apoiado na perspectiva kuhniana, sendo discutido a partir do pressuposto de que nascemos com sistemas de conhecimentos em alguns domínios, como o da linguagem, dos objetos físicos e dos números, o que permite organizar estímulos do mundo exterior. Isso é o que leva os estudantes a uma trama conceitual, sustentando, assim, que a posição da mudança conceitual oferece alternativas de que os novos conceitos adquiridos podem não ser definitivos em relação aos conceitos que os estudantes possuem (evolução conceitual). A autora fala em reestruturação dos conceitos de forma leve ou forte, dependendo das teorias pessoais afetadas pela mudança. Ela propõe que o mecanismo fundamental para a mudança seria o mapeamento das propriedades de um domínio para o outro (modelo com pouca influência na investigação em ensino de ciências).

Moreira e Greca (2003) mencionam que os modelos de mudança conceitual, tanto o baseado na perspectiva Popper/Piaget, como os que têm por referência o modelo kuhniano, não surtiram resultados satisfatórios. Para os autores, esse modelo não provoca modificações nas concepções alternativas dos alunos, principalmente se estas foram aprendidas de forma significativa. O que pode ocorrer, segundo os autores, é que ao utilizar uma estratégia de mudança conceitual bem sucedida, os estudantes agreguem suas concepções já existentes e novos significados sem, contudo, substituir o já existente. Ou seja, a concepção se tornaria mais elaborada, mais rica em termos de significados agregados a ela, evoluindo sem perder sua identidade.

⁵ As estratégias de mudança conceitual, apesar de baseadas no modelo piagetiano, não representam a sua visão de mudança, pois a mudança piagetiana é estrutural, relativa a operações cognitivas qualitativamente distintas, não a conceitual, que se popularizou nos anos de 1980. (MOREIRA e GRECA, 2003)

⁶ Por ecologia conceitual Posner e seus colaboradores referem-se ao conjunto de conhecimentos prévios que propicia o contexto no qual a acomodação e assimilação de novas ideias deve ter lugar.

Neste mesmo trabalho e de particular interesse para este estudo, Moreira e Grega (2003) destacam que Schuster (1993) ao desenvolver um estudo sobre mudança conceitual, propõe que uma estratégia instrucional alternativa para esta mudança conceitual é enriquecer a compreensão conceitual juntamente com a metacognição, considerando para isso as situações holisticamente e pondo em jogo os múltiplos conceitos e terminologias relacionadas como os modos de pensamento obscuros, incluindo as noções de uso cotidiano do aprendiz, acompanhados de discriminação (ênfase agregada) conceitual consciente. (MOREIRA; GREGA, 2003). Entretanto, a consideração feita por Schuster, da utilização de habilidades metacognitivas como alternativa para a mudança conceitual ainda permanece obscura na literatura, carecendo de estudos mais profundos e de mais dados empíricos para a verificação de sua validade.

Mortimer (2000) resume os modelos de mudança conceitual destacando que há dois componentes básicos neste modelo: a ecologia conceitual do indivíduo e as condições que precisam ser satisfeitas para que haja a acomodação do novo conceito. O primeiro refere-se às crenças e conceitos que, de forma explícita ou não, acabam influenciando a construção do conhecimento em sala de aula. Já com relação à segunda condição para que ocorra a mudança conceitual, Mortimer menciona que, frente às insatisfações com as concepções anteriores, a nova se mostrará mais frutífera.

Mortimer (1994, 1995) propõe um modelo de mudança conceitual diferente do modelo de Posner e seus colaboradores, pois se revela descrente em relação à ideia de que a aprendizagem em Ciências possa ser explicada nesses termos. No entender deste autor, o indivíduo, na medida em que entra em contato com as explicações científicas, forma em sua mente o que ele denomina de *perfil conceitual*. Ou seja, um conjunto de variantes para um determinado conceito. Ao verificar, empiricamente, que os estudantes, após terem contato com o conhecimento científico, passam a adotar diferentes patamares em relação às suas concepções prévias, mas que não as abandonam, Mortimer destaca que, no ensino de Ciências, a tarefa do professor é mostrar ao aluno como resolver um problema na perspectiva científica, ampliando suas possibilidades disponíveis para isso. Agora, se ele acreditará ou não nas concepções científicas, isso ficará a cargo de sua estrutura pessoal. O objetivo é fazer com que o aprendiz tenha condições de desenvolver uma visão de mundo compatível com a ciência, mas não necessariamente uma visão científica. Assim, o modelo proposto por Mortimer admite a possibilidade de que diferentes formas de pensar, mesmo sendo contraditórias, convivam de modo estável na ecologia conceitual de uma única pessoa.

Em termos de sala de aula, o modelo de mudança conceitual foi transposto de modo a envolver diferentes estratégias de ensino. No caso do ensino de Ciências, ele passou a ser entendido como processo de exposição dos alunos às situações de conflito, sendo considerado o caminho adequado à superação das concepções prévias e à construção de conceitos científicos. (MACHADO, 1999). Entretanto, as dificuldades em lidar com as concepções alternativas dos alunos, em sala de aula, levaram esse modelo de ensino a sofrer um colapso, quando aplicado no contexto escolar, ficando quase que totalmente presente apenas nas pesquisas vinculadas ao ensino de Ciências e nos documentos oficiais que regulamentavam a educação brasileira. Como exemplo, Amaral (1998) menciona que um estudo realizado pela Fundação Carlos Chagas revelou que quase todas as ideias inovadoras sobre ensino de Ciências Naturais, gestadas nos anos de 1980, acabaram por estar presentes nas propostas curriculares oficiais. Isto não significava que elas estivessem presentes em sala de aula, uma vez que os professores desconheciam essas novas ideias, apresentavam dificuldades na sua compreensão e aplicação e, ainda, tinham pouca participação na elaboração das propostas curriculares. (AMARAL, 1998).

5. Tendências para o ensino de Física no século XXI

Discutindo as tendências sobre o ensino de Física para o século XXI, o destaque fica por conta dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Médio, e suas orientações correlatas, uma vez que se referem ao grau de ensino, objeto de estudo nesta tese. A ênfase nesses documentos é de um ensino de Física baseado em competências e habilidades, além de apresentar a necessidade de uma base curricular nacional comum, mas com uma parte diversificada.

Essa nova concepção do processo ensino-aprendizagem exige uma prática docente com novos procedimentos didático-pedagógicos, que incentivem o espírito questionador e investigador dos alunos, ampliando sua visão de mundo, tornando-os autônomos intelectualmente.

Apesar dos diversos grupos de pesquisadores e do número crescente de investigações e de cursos de Pós-graduação na área de ensino de Ciências e de Física no Brasil, ainda permanece uma lacuna em termos de sua efetivação em sala de aula. A ação pedagógica do professor parece avançar pouco e ele não se desvincula de um ensino apoiado em listas gigantescas de conteúdos.

Por outro lado, eventos nacionais e internacionais buscam novos caminhos, salientando a necessidade de uma Física para a sustentabilidade, reforçando a importância de trazer para o âmbito escolar questões referentes aos problemas globais, que afetam a sociedade e o meio ambiente, envolvendo os estudantes na busca de alternativas.

Com base nestas questões, apresenta-se na continuidade um panorama das tendências para o ensino de Física no século XXI, passando pela atual legislação, pelas pesquisas nacionais, chegando as perspectivas internacionais.

5.1 A visão da legislação nacional

Com relação às novas tendências para o ensino de Física, Moreira (2000) aponta dois documentos como referência para a discussão: as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM. Com relação ao ensino médio, o destaque fica por conta do último, os PCNEM e seus correlatos, ao enfatizarem um ensino por competências e habilidades destacando que o “novo ensino médio” e, no caso, o “novo ensino de Física”, deve buscar “uma Física muito diferente daquela que não passa de treinamento para o vestibular. Um enorme desafio, com grandes implicações para a formação inicial e continuada de professores de Física.” (MOREIRA, 2000, p.98)

Como a análise destes documentos já foram desenvolvidas anteriormente procede-se, nesse momento, apenas às implicações da atual legislação para o estabelecimento desse novo ensino de Física. Anteriormente fora destacado que as características principais estavam em um ensino por competências, dentro de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada do conhecimento, assim como uma organização curricular estruturada de modo a apresentar uma base nacional comum e uma diversificada.

Ante as dificuldades de implementação dos rumos fornecidos pelo PCNEM nas escolas, o MEC organizou as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, obra editada em 2006, cujo texto busca apresentar um conjunto de reflexões que alimente a prática docente. Pode-se dizer que o documento abre

as portas para a discussão de procedimentos didático-metodológicos que buscam viabilizar a nova legislação nas escolas. Segundo o mesmo “[...] a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções.” (BRASIL, 2006, p.53). Na continuidade do documento, é destacada a importância de a “Física ser entendida como cultura, na medida em que a escola tem o dever de assegurar o acesso da população a uma parcela dos saberes produzidos.” (2006, p.54)

A utilização do livro texto, principalmente, das apostilas, assim como a ênfase na preparação para os exames vestibulares são, para muitos professores, indicativos de qualificação e mudanças no ensino. Entretanto, tais recursos devem ser entendidos, segundo as novas orientações curriculares, como um dos objetivos didáticos, entre outros. Neste sentido, os diversos materiais devem ser utilizados como forma de alcançar a autonomia intelectual dos nossos estudantes sem, contudo, se prender a um modelo fechado mas, sim, buscar alternativas que contribuam para esse processo, como a internet, os livros paradidáticos, as revistas especializadas, os materiais para desenvolver práticas experimentais e as novas tecnologias. Tudo isso deverá estar presente no ideário pedagógico do professor, como indicativo de mudanças no ensino de Física, que deixa de ter mera aplicação para o vestibular e passa a apresentar-se sob nova metodologia, pelo menos no entender da nova legislação nacional.

5.2 O que dizem as pesquisas em ensino de Física no Brasil

Hoje se encontram diversos grupos de pesquisadores investigando o ensino de Física no Brasil. Entretanto, nossa história com a pesquisa é relativamente recente, emana do final da década de 1960 e início da década de 1970. Os primeiros grupos preocupados em discutir o ensino em Física surgiram na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, e na Universidade de São Paulo – USP. Na verdade, tais instituições foram pioneiras na sistematização da produção científica da área no Brasil, bem como na realização de cursos de pós-graduação em Ensino de Física, o que as elevam a condição de precursoras na área de ensino de Física.

Segundo Moreira (1977), os primeiros trabalhos produzidos pelo grupo de professores do IF-UFRGS estavam relacionados aos métodos de ensino e à construção de recursos didáticos, decorrentes da preocupação e insatisfação com o ensino de Física Geral para centenas de alunos, uma vez que o método tradicional mostrava-se inadequado para enfrentar essa situação. Já na IF-USP, e aí considerando alguns trabalhos desenvolvidos na área de ensino de Física, na Faculdade de Educação dessa instituição, temos que as pesquisas feitas caminharam no mesmo sentido do mencionado por Moreira, com ênfase na linha comportamentalista, considerada fundamental para a implementação dos projetos de ensino em desenvolvimento no País.

A partir de então, o número de pesquisas foi aumentando significativamente e novas linhas foram surgindo, principalmente com o retorno, para o Brasil, de vários professores, portadores de título de doutorado na área de educação. Novas linhas de investigação são implementadas no país, e a pós-graduação em ensino de Física deslança. Moreira (2000) destaca que, ao longo dos últimos cinquenta anos, as principais iniciativas na área de ensino de Física, no ensino médio, foram: física no cotidiano; equipamentos de baixo custo; ciência, tecnologia e sociedade; história e filosofia da ciência; física contemporânea; e, mais recentemente as novas tecnologias. Ao mesmo tempo em que Moreira atribui

créditos a essas pesquisas, ele aponta suas limitações, que trazem prejuízos para o ensino de Física, pois muitas vezes são adotadas como se fossem a única alternativa possível. “Julgo que é um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. Por exemplo, ensinar Física somente sob a ótica da Física do cotidiano é uma distorção porque, em boa medida, aprender Física é, justamente, libertar-se do dia-a-dia.” (MOREIRA, 2000, p. 95)

Atualmente, as pesquisas não fogem muito do mencionado por Moreira, porém elas vêm sofrendo alterações em função da concepção construtivista. Seja no campo da psicologia, da epistemologia ou mesmo da sociologia, o construtivismo vem delineando novas perspectivas nas pesquisas em ensino de Física. Desde a década de 1970, a teoria piagetiana vem influenciando as investigações, e são várias as pesquisas discutindo teorias de aprendizagem cognitivista, baseadas em diferentes autores (Piaget, Ausubel, Vygotsky) sendo associadas ao ensino de Física. Barros (2002) menciona que a grande maioria dessas pesquisas são desenvolvidas por físicos, que vão buscar nas ciências humanas os fundamentos teórico-metodológicos para embasar seus estudos. Tal situação mostra que o campo das investigações em ensino de Física vem sofrendo alterações e se apoiando em perspectivas vinculadas as áreas humanas e sociais, se desprendendo um pouco das ciências naturais.

Mesmo perante os avanços das pesquisas e à amplitude de temas na área de ensino de Física, é importante destacar que pouco resultado vem aparecendo na prática pedagógica dos professores. Há um relativo distanciamento entre o que é produzido no âmbito acadêmico e o que, de fato, chega aos professores que atuam no ensino médio. Evidentemente, nem toda pesquisa tem o intuito de ser aplicada diretamente em sala de aula, pois muitas delas são pesquisas básicas, que acabam delineando novos paradigmas no ensino de Física, cujo reflexo muitas vezes estão nos documentos oficiais, como as diretrizes e os parâmetros curriculares. Porém, há de se considerar, que o conhecimento produzido por estas pesquisas deve estar próximo da prática docente e precisa ser vinculado aos problemas de sala de aula. Conforme Megid e Pacheco (1998), apesar dos avanços nas pesquisas em ensino de Física, e na apresentação de propostas de intervenção e subsídios para a ação pedagógica do professor, pouco avanço há nas questões vinculadas à aplicação dos resultados dessas pesquisas no âmbito da sala de aula.

5.3 Perspectivas futuras para o ensino de Física na literatura internacional

Quanto ao futuro, o ensino de Física, no cenário internacional, vem apresentando alguns eixos promissores para a pesquisa. Neste sentido, vários grupos de pesquisadores vêm se destacando em diferentes países, objetivando investigar e propor soluções frente aos problemas mundiais apresentados, buscando a aproximação dos estudantes com esta desta ciência.

O evento realizado no ano de 2005 denominado *World Conference on Physics and Sustainable Development* – WCPDS, é um exemplo desta preocupação. Com o objetivo de estimular as comunidades de físicos a buscar alternativas para que a Física possa ser mais bem utilizada em benefício das diversas sociedades, o encontro marcou a necessidade de uma Física para a sustentabilidade. Isto significa agregar a esta ciência a responsabilidade de um desenvolvimento que responda às necessidades do presente, sem comprometer o futuro. Em termos educacionais, o evento chamou a atenção para a necessidade de que os estudantes, independentemente de suas localizações urbanas ou rurais devam ter acesso a uma Física de qualidade, fornecendo conhecimentos científicos dentro de sua cultura, mas que os habilite a participar da sociedade. (Disponível em: <<http://www.wcpsd.org/education/index.cfm>>. Acesso em: 20 ago. 2007.)

Outro movimento importante e que igualmente vem definindo novas linhas de investigação e de ações ao ensino de Física, foi o Manifesto denominado *Compromisso por uma educação para a sustentabilidade*, proposto no *III Seminário Ibérico Ciências, Tecnologias e Sociedade – CTS – no Ensino de Ciências*, em Aveiro, Portugal, em junho de 2004. Segundo este documento, o ensino de Ciências (Física) deve ter o compromisso de uma educação para a sustentabilidade, incorporando as ações educativas à situação do mundo. Ou seja, “pretende-se contribuir para formar cidadãos e cidadãs conscientes da gravidade e do caráter global dos problemas e prepará-los para participar na tomada de decisões adequadas.” (CACHAPUZ et al., 2005, p.16).

A partir dos movimentos internacionais, iniciam-se os de cunho interno no Brasil. Ou seja, a partir das discussões de âmbito internacional, como as exemplificadas anteriormente, a comunidade de pesquisadores no Brasil passa a discutir a necessidade de uma Física para a sustentabilidade. Um exemplo é o *XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, realizado em São Luiz no Maranhão, em 2007. Intitulado *O Ensino de Física e sustentabilidade*, esse evento buscou trazer à tona questões amplamente discutidas em outros países, referentes à importância de considerar, no processo ensino-aprendizagem, em seus diferentes níveis de ensino, questões associadas à situação mundial buscando fomentar atitudes e comportamentos favoráveis ao desenvolvimento sem, contudo, comprometer as gerações futuras.

Os eventos mencionados apontam uma mudança no modo de ver o papel da instrução no mundo de hoje, particularmente o ensino de Física. Fortemente apoiados em listas de conteúdos a serem desenvolvidos durante o ano letivo, os professores precisam se desvincular dessa costumeira prática e trazer para o âmbito da sala de aula problemas cotidianos da sociedade e que afetam o dia-a-dia dos estudantes. Não basta mais discutir eletricidade sob o ponto de vista da carga elétrica, é preciso abordá-la sob o ponto de vista de sua geração e utilização, chamando a atenção para a sua relação com o meio ambiente.

Para acompanhar essas mudanças no modo de ver a Ciência e, conseqüentemente, de ensinar Ciências, os pesquisadores da área de educação científica vêm se mostrando preocupados em propor alternativas para desenvolver habilidades intelectuais e estratégias de aprendizagem, já que os estudantes precisam aprender a gerenciar sua aprendizagem como forma de ter acesso às informações e delas fazer uso. Ou seja, o significado de aprendizagem mudou da memorização para a busca do conhecimento. O aluno, ao sair da escola, muito mais do que ter conhecimentos específicos, precisa saber localizar e fazer uso desses conhecimentos da melhor maneira possível. Não se aprende mais por aprender, mas sim, se aprende a aprender!

Referenciais

- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. (1980). A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.2, n.1, p. 55-73.
- ALVES, G. L. (2005). *O trabalho didático na escola moderna: formas históricas*. Campinas: Autores Associados.
- AMARAL, I. B. (1998). Bases, obstáculos e possibilidades para a construção de um novo paradigma da didática em ciências. In ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA EM PRÁTICA DE ENSINO, 9, 1998. Águas de Lindóia. *Anais...* São Paulo: Vozes, 1998. p. 67-88.
- AMORIM, Antônio Carlos Rodrigues. Discutindo um novo contexto para o ensino de ciências. *Revista Educação e Ensino*. Bragança Paulista, v.1, n.2, p.81-98, jul./dez.

- BARROS, S. S. (2002). Reflexões sobre 30 anos da pesquisa em ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA DE ENSINO DE FÍSICA, VIII, *Atas...* CD-rom. Rio de Janeiro.
- BASTOS, F. et al. (2004). Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In NARDI, R. (Orgs). *Pesquisas em Ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores*. São Paulo: Escrituras. p.9-55.
- BRANDÃO, H. H. N. (2002). *Introdução à análise do discurso*. 8 ed. Campinas: Editora da Unicamp.
- BRASIL. (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei nº 9.394.
- BRASIL. (1999). Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação.
- BRASIL. (2002). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia*. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica.
- BRASIL. (2006). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologia*. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica.
- BREJON, M. (Org.). (1988). *Estrutura e funcionamento do ensino de 1º e 2º graus: leituras*. 20 ed. São Paulo: Pioneira.
- BORGES, R. M. R. (2003). Repensando o Ensino de Ciências. In MORAES, Roque (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCS. p. 209-230.
- CARRETERO, M. (1993). *Constructivismo y educación*. Zaragoza: Luis Vives.
- CACHAPUZ, A. et al. (Org.). (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.
- CHAGAS, V. (1980). *O ensino de 1º e 2º graus: antes, agora e depois?* 2.ed. São Paulo: Saraiva.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. (1994). *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.
- DRIVE, R. (1973). *The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students*. 1973. Tese (Doutorado) - Universidad de Illinois, Urbana, Chicago, 1973.
- FERREIRA, Márcia Serra. (2007). A disciplina escolar Ciências no Colégio Pedro II: entre as iniciativas inovadoras e a estabilidade curricular. In: Reunião Anual da ANPEd, 28, 2005, Caxambu. *Anais eletrônicos*. ANPEd, 2005. <http://www.anped.org.br/reunioes/28/textos/gt12/gt121029int.rtf>. [Consulta: jun. 2007].
- FRACALANZA, H. et al. (1986). *O ensino de ciências no primeiro grau*. São Paulo: Atual.
- FRANCISCO FILHO, G. (2001). *A educação brasileira no contexto histórico*. Campinas, SP: Alínea.
- GOUVEIA, M. S. F. (1992). *Cursos de ciências para professores de 1º grau: elementos para uma política de formação continuada*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação – Metodologia de Ensino) - Universidade Estadual de Campinas.
- HARRES, J. B. S. (2003). Natureza da ciência e implicações para a educação científica. In MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCS. p.37-68.
- KRASILCHIK, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU.
- LUCAS, M. A. O.; MACHADO, F. M. C. G. (2002). A influência do pensamento de Herbert Spencer em Rui Barbosa: a ciência na criação da escola pública brasileira. *Educação em Foco*, Juiz de Fora, v.7, n.2, p.137-152, set./ fev.
- MACHADO, A. H. (1999). *Aula de química: discurso e conhecimento*. Ijuí, RS: Ed. UNIJUI.
- MALDANER, O. A. (2000). *A formação inicial e continuada de professores de química*. Ijuí, RS: Ed. UNIJUI.
- MEGID NETO, J.; PACHECO, D. (1998). Pesquisas sobre o ensino de física do 2º grau no Brasil: concepções e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, Roberto (Org.). *Pesquisas em Ensino de Física*. São Paulo: Escrituras.
- MOREIRA, M. A. (1997). *Resumos de trabalhos do Grupo de Ensino do Instituto de Física da UFRGS (1967-1977)*. Publicação interna. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MOREIRA, M. A. (2000). Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-99.

- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Revista Ciência & Educação*, v.9, n.2, p. 301-315, 2003. <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista9num2/a10r9v2.pdf>. [Consulta: jun. de 2007].
- MORTIMER, E. (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. 1994. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MORTIMER, E. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, Dordrecht, v.4, n. 3, p. 23-45.
- MORTIMER, E. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 1, n.1, p. 20-39.
- MORTIMER, E. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- OSBORNE, R., WITTRICK, C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, v.67, n.4, p.489-508.
- PINHO-ALVES, J. (2000). *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- POPKEWITZ, T. S. (1997). *Reforma educacional*. Trad. Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas.
- RICARDO, E. C. (2005). *Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino de ciências*. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- SAVIANI, D. (1996). *Escola e Democracia*. 30 ed. Campinas: Autores Associados.
- SAVIANI, D. (2004). O Legado Educacional do "Longo Século XX" Brasileiro. In: SAVIANI, Demerval *et al.* *O Legado Educacional do "Longo Século XX" brasileiro*. Campinas: Autores Associados. p. 9-57.
- VIENNOT, L. (1979). *Le raisonnement spontané ne dynamique élémentaire*. Paris: Herman.