

INOVAÇÃO CURRICULAR EM FÍSICA: TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E A SOBREVIVÊNCIA DOS SABERES¹

Maurício Pietrocola²

Professor Associado da Faculdade de Educação da USP. Doutor pela Universidade de Paris 7 na área de História e Epistemologia das Ciências. Livre-docência na Área de Educação - Ensino de Física. Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular - NUPIC

Mudanças nos valores, trajetórias e comportamentos nas sociedades são fontes de demandas em termos educacionais. Nessas situações, as escolas, e particularmente os professores, são solicitados a rever suas práticas, visando modificar aquilo que normalmente fazem. No Brasil, há pouco mais de dez anos, vivenciamos uma situação como essa quando, em 1996, a LDB sinalizou a direção de mudanças na educação básica e profissional. Materializando expectativas da época, este documento manifesta claramente os desafios da educação moderna face às necessidades de uma sociedade em transformação pelas novas tecnologias, que influenciam os modos de produção, o valor e tratamento da informação. Os *Parâmetros Curriculares Nacionais*, publicados a partir de 1998, foram consequência dessa pressão por mudanças e tiveram impacto nos currículos e na forma de organização dos sistemas de ensino³ de todo país.

Os currículos de ciências, mais do que os de outras áreas de conhecimento, ressentem pressões por mudanças. Isso porque, além das influências externas, originadas no sistema de ensino ao qual pertencem, somam-se muitas vezes demandas internas à própria área do saber. Em primeiro lugar, os conhecimentos científicos estão em constante evolução e transformação. Isso implica que, de tempos em tempos, existe a necessidade de revisão dos conteúdos a serem ensinados. Em segundo lugar, porque há questionamentos originados da falta de eficiência inerente ao processo de ensino-aprendizagem. Professores estão permanentemente atentos ao sucesso do ensino que praticam, seja em termos de motivação e interesse dos alunos, seja da pertinência e utilidade do conteúdos. Não é atoa que na história da educação em ciências exista um grande número de iniciativas que se constituíram em movimentos de amplas reformas curriculares. A década de 1960 ficou conhecida na literatura da área de ensino de ciências como a “era dos projetos” (Alves-Filho, 2000), por englobar a proposição de projetos de ensino como o PSSC, BSCS, PILOTO da Unesco, da Universidade de Harvard. Atualmente, outros projetos visam introduzir e avaliar o impacto de inovações curriculares em ciências (Pinto, 2004). Tais projetos se organizam normalmente em torno de

¹ Trabalho apresentado em mesa redonda no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - 2008, Curitiba, Pr.

² Com apoio do CNPq e da FAPESP

³ Utilizaremos neste texto o termo *sistema de ensino* para indicar o local onde se desenvolve o projeto educacional de uma sociedade. Astolfi e Develay, 1995

propostas visando inovações, sejam elas de conteúdo, metodologia, organização das atividades de ensino-aprendizagem. No entanto, novos currículos e metodologias inovadores implicam em lidar com uma variedade de problemas e em assumir riscos. (Davis, 2003) O fracasso permanece como um resultado possível como pôde testemunhar a história de alguns dos projetos acima mencionados.

Em geral, os professores são a parte mais sensível de qualquer processo de inovação curricular. A necessidade de envolvê-los nos projetos é essencial (MacDonald & Rudduck, 1971; Brown & McIntyre, 1978; McIntyre & Brown, 1979). Um dos riscos diz respeito a não adesão à e/ou não entendimento da inovação proposta por parte dos professores (Fullan & Hargreaves, 1992). As chances de sucesso aumentam quando a intenção de mudar vem do interior do sistema de ensino, e não é pressentida pelos professores como uma imposição. (Terhart, 1999). Pesa contra a implementação de inovações, a percepção que os professores têm de sua capacidade/habilidade para inovar e assumir os riscos que daí resultam (Lang et al. 1999).

As inovações de conteúdo são particularmente importantes no ensino de ciências (Meheut e Psillos, 2004). Uma forma de tratar as inovações curriculares é por meio de estudos em pequena e média escala de tempo, contrariamente às pesquisas mais tradicionais que envolvem estudos de longa duração (Kariotoglou, Psillo e Tselfes, 2003). O objetivo dessas pesquisas se concentra na maneira de propor, aplicar e avaliar seqüências de atividades visando o ensino e aprendizagem de tópicos científicos específicos. Um característica importante dessa linha de estudo é tratar, ao mesmo tempo pesquisa e desenvolvimento de atividades de ensino (Meheut e Psillos, 2004). Encontramos nos trabalhos de Lijnse (1994, 1995) uma primeira menção ao perfil de pesquisas nessa linha. Surge daí o termos *Teaching and Learning Sequences*, (TLS). Essas pesquisas podem ser entendidas como:

a 'developmental research' involving the interlacing of design, development and application of a teaching sequence on a specific topic, usually lasting a few weeks, in a cycling evolutionary process enlightened by rich research data (Meheut e Psillos, 2004, pag. 512).

O número especial da revista *International Journal of Science Education* (2004, vol. 26) reúne pesquisas recentes nessa linha. Dentre os artigos lá presentes, o de Buty, Tiberghien e Le Marechal abordam a óptica e a condutividade, o de Kabapınar, Leach e Scott (2004) o tema da solubilidade. Lijnse, Piet e Klaassen, Kees (2004) se interessam em legitimar a idéia de que existem *estruturas didáticas* resultantes de pesquisas na área de ensino de ciências.

O aspecto que parece despontar na abordagem proposta acima é a inevitabilidade em lidar com o risco e as dificuldades em todo processo de ensino-aprendizagem que inove em relação ao que está estabelecido. As pesquisas na área de ensino de ciências tem se apoiado em abordagens que privilegiam os aspectos cognitivos da aprendizagem. Nessa tradição, os riscos se limitam a avaliação das dificuldades da aprendizagem ocorrer. No entanto, os riscos e dificuldades presentes numa inovação curricular podem ser abordados em uma perspectiva diferente. Eles podem ser abordados em termos da adequação e pertinência dos saberes ao sistema de ensino. Pode se entendê-los como efeito da estabilidade das disciplinas escolares, o sistemas didáticos e sua resistência às mudanças. A construção das disciplinas escolares envolve um processo de transposição didática, no qual se transforma, implementa, julga, para finalmente estabilizar os saberes escolares aos objetivos formativos, aos condicionantes da sala de aula e às habilidades afeto-sócio-cognitivas dos alunos.

Ao se analisar como os cursos de ciências estão organizados, não é difícil perceber que prevalece a lógica de “sobrevivência dos saberes”(Chevalard, 1991). As Física, Matemática, Química e Biologia⁴ escolares são áreas de conhecimento onde as transposições didáticas iniciadas num passado distante adquiriram certa estabilidade, que lhes confere *lastro didático*. A proposição de mudanças confronta-se com um tácito consenso sobre “Por que ensinar”, “O que ensinar”, “Como ensinar”, resultante de vários anos/décadas de experiência acumulada no uso e adaptação de atividades de ensino. Tendo por palco, privilegiados, as salas de aula e os laboratórios didáticos, por atores, dentre outros, professores, alunos, e pais de alunos, como roteiros, principalmente, os livros didáticos, e como pano de fundo o sistema de ensino ao qual se remetem.

Uma sequência de ensino aprendizagem (TLS) é tradicional pelo fato de ter sido consagrada pela prática escolar. Ou seja, uma TLS é uma estrutura didática validada pelo tempo, pois sobreviveu às vicissitudes do sistema de ensino, negociou com sucesso os riscos e superou as dificuldades didático-pedagógicas. Essas estruturas contém indícios que permitem a professores separar o essencial do acidental. Os problemas ditos “exemplares” (Kuhn, 2003, Zylbersztajn, 1998) constituem-se em partes essenciais dos conteúdos que podem no entanto se apresentar em contextos particulares diferentes e portanto acidentais, na medida em que se ajustam aos interesses momentâneos. Assim, ao se reunir alguns professores experientes, é bastante provável que eles saibam elencar os elementos importantes, presentes nas diversas TLS que constituem seus programas curriculares. Ainda que difiram em alguns pontos, serão capazes de chegar a um consenso sobre o que é essencial para que um determinado curso seja da forma que é.

⁴ Esta talvez menos que as demais.

A questão-chave que escolhemos para guiar a discussão aqui apresentada passa se ser: o que fazer quando se precisa inovar, introduzir conteúdos diferentes do tradicional, ou aplicar um curso usando uma metodologia que rompe com aquilo que está estabelecido e contemplado pela tradição e pelo tempo?

Ainda que possa parecer simples, a questão acima se insere em um contexto de pesquisa bastante complexo, já que qualquer nova proposta de Inovação pretende gerar mudanças efetivas em um tempo muito inferior àquele que estabiliza os currículos tradicionais. Em outras palavras, a pesquisa que pretende inovar os programas curriculares, mesmo que parcialmente, se lança na delicada tarefa de assegurar à comunidade⁵ que é possível aprender e ensinar os conteúdos propostos, sejam eles conceituais, atitudinais ou procedimentais. Neste contexto, o problema maior reside no fato de não se poder esperar décadas para que esta inovação seja, então, validada.

Transposição didática e a Sobrevivência Dos Saberes

A grande contribuição do trabalho de Chevallard foi apresentar claramente as modificações do saber na sua transposição do contexto da pesquisa para o do ensino (Brockington e Pietrocola, 2006). Um conceito científico ao ser transferido, transposto, de um contexto ao outro, sofre severas modificações. Ao ser apresentado no ensino, tal conceito guarda semelhanças com a idéia original nascida no contexto da pesquisa, porém já não é mais o mesmo conceito. Esse processo de transposição transforma o saber, dando-lhe um outro caráter epistemológico (Astolfi e Develay, 1995). Assim, ao se trabalhar no Ensino de Ciências, lida-se sempre com esse saber “modificado”, de maneira que parece ser de suma importância ter uma maior compreensão deste processo de transposição.

Na perspectiva de inovação curricular, o uso clássico da Transposição Didática enfrenta problemas. Embora bastante eficiente como instrumento para análises *a posteriori*, teve ainda uso limitado como instrumento no design didático de atividades de ensino. Ou seja, sua eficácia se revela ao se avaliar o saber escolar em retrospectiva. Por meio dela, ao se analisar um currículo já estabelecido, ou um curso tradicionalmente aplicado, é possível acompanhar e/ou retrair o percurso epistemológico ocorrido na transposição. Esse, aliás, foi exatamente o trabalho feito por Chevallard ao elaborar sua teoria. Ele analisou, na década de 80, a transposição do conceito de *distância* originado no contexto sábio nos anos de 1900 e introduzido no contexto escolar na década de 60 (Chevallard, 1991, pag. 125). Contudo, ao se utilizar a Transposição Didática de forma propositiva, para guiar a inserção de novos conteúdos no ambiente escolar, o pesquisador depara-se com um problema diferente. Agora é

⁵ Seria a *noosfera* na terminologia da Teoria da Transposição Didática, composta por professores, orientadores, autores de livros didáticos, pais, etc. Para maiores aprofundamentos veja Brockington e Pietrocola 2006.

preciso que ela seja capaz de fornecer indícios do que deve ser feito quando se busca meios de inovar o currículo. Numa primeira análise, parece que apenas o *tempo* pode nos assegurar sobre o sucesso de adequação ao sistema de ensino e informar com segurança plena sobre a sobrevivência dos saberes. Chevallard traduz esse processo em termos da noção de *terapêutica*⁶. Ou seja, o conhecimento transposto para à sala de aula deve também se submeter aos testes *in loco*, adquirindo, de maneira metafórica, um “selo de qualidade”. Tem-se assim uma peça fundamental para a sobrevivência dos saberes no ambiente escolar: os resultados obtidos com sua aplicação em sala de aula. Os resultados da “experiência”, em termos de uma avaliação *a posteriori* e coletiva da área envolvida, é fundamental para a manutenção (ou não) dos saberes introduzidos no domínio do ensino. Neste contexto, o conjunto de saberes presente nos programas escolares é, em determinado momento histórico, a somatória dos sucessos alcançados pela área no processo de transposição. Em poucas palavras, o que dá certo, dentro das características que ressaltamos, se mantém na escola, o que dá errado não irá permanecer no currículo.

Assim, dentro desta perspectiva, um livro didático pode ser entendido como a materialização deste processo. Ao analisar uma obra, um editor experiente deixa livre estilo e ênfases, características exclusivas dos autores. Contudo, é capaz de identificar elementos que faltam ou que estão em excesso em um material didático. Estes editores são como “oráculos”, capazes de antecipar a *terapêutica*, avaliando sobre o sucesso (ou não) na adequação ao sistema didático em voga. Com isso, os alicerces necessários para que a transposição tradicional tenha sobrevivido no ambiente escolar, faz com que o livro didático seja, então, o reflexo deste processo.

Porém, o que fazer quando se precisa inovar? Como qualquer inovação justamente implica em fazer diferente do estabelecido, é preciso buscar elementos que possam auxiliar esse processo de inovação. Contudo, o processo “natural” da *terapêutica* considera longos períodos de tempo, como 50 ou 60 anos de aplicações. Assim, é necessário que as pesquisas em Ensino de Ciências apontem para formas de se estabelecer o que deve estar presente na proposição de um novo currículo para que esta determinada transposição possa sobreviver no âmbito escolar, porém com suporte teórico que a faça prescindir desta escala temporal.

É importante afirmar que nem todos os saberes do domínio do Saber Sábido serão parte do cotidiano escolar. A seleção e adequação de saberes é imprescindível no processo de Transposição Didática. Devem ser levados em conta os múltiplos fatores que influenciam as escolhas e as adaptações. Fatores que vão desde interesses políticos e comerciais, passando

⁶ Essa é uma das regras proposta por Astolfi (1997) que fornece indícios da sobrevivência de um determinado saber no nível do Saber a Ensinar. Com relação à inserção de FMC há uma discussão acerca da adequação destas regras em Brockington e Pietrocola (2006).

pelos anseios de uma sociedade que acredita na escola, até os interesses pedagógicos inerentes ao magistério e à docência.

O principal objetivo da *noosfera* é otimizar a negociação dos dilemas e riscos do processo de Transposição Didática, buscando uma forma eficiente de conduzir o processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, a Transposição Didática também fornece indícios relevantes de um saber escolar, isso é daqueles presentes nos programas oficiais, livros didáticos e salas de aula. Ou seja, a partir da Transposição Didática pode-se inferir as características que tornam um saber “ensinável”. Alguns indícios podem ser obtidos na própria obra de Chevallard. Nela aparecem referências, a “ensinabilidade” de um saber. Para Chevallard, o ponto de partida está na própria seleção dos saberes, os quais precisam ser avaliados na relação que estabelecem com a organização social e com os valores culturais. Em **primeiro lugar**, é preciso avaliar sua relevância epistemológica. O **segundo**, a sua relevância cultural, que mede o desejo cultural de tê-lo como saber escolar. O **terceiro**, o grau de exposição social de práticas correspondentes na sociedade.

Chevallard avança a discussão sobre esses três aspectos de maneira a caracterizar os saberes escolares que têm mais chance de sobreviver. A primeira delas consiste em afirmar que um Saber a Ensinar deve envolver conteúdo tido como **consensual**. Ao se ensinar Física, cientistas, professores, pais e alunos não devem ter dúvida sobre o “valor” daquilo que é ensinado. Assim, este conteúdo deve ter um status de “verdade” *contemporânea* ou ao menos *histórica*. Isso indica o porquê de temas mais antigos e tradicionais serem preferidos àqueles ditos de fronteira. No Ensino de Física, isso pode ser relacionado ao fato de temas como as teorias de cordas ou de “matéria escura” terem pouca (ou nenhuma) presença nos programas de livros didáticos do que outros como a cinemática, estática e conteúdos de mecânica clássica em geral.

Além disso, um Saber Sábio para ser transposto deve estar de acordo com dois “tipos” de **Atualidade**:

i) **Atualidade Moral**: Esse saber deve estar adequado à sociedade. A atualidade moral diz respeito a um tipo de conhecimento que possa ser avaliado como importante pela sociedade e necessário à composição curricular. Caso ocorra uma inadequação desse saber, corre-se o risco de a sociedade não o ver como necessário nas escolas. Deve ficar claro que a questão aqui é de pertinência e não de valoração *per si*.

ii) **Atualidade Biológica**: O saber deve possuir uma atualidade em relação à ciência de referência. Assim, ensinar ondas eletromagnéticas utilizando-se o éter como suporte material ou termologia usando o calórico como fluido térmico, exceto em uma perspectiva histórica, configura-se como uma inadequação biológica. Em Física Atômica, o modelo de Thomson,

Rutherford ou mesmo o modelo de Bohr poderiam sofrer o mesmo tipo de crítica em relação à atualidade. Estes seriam conhecimentos inadequados, pois constituem-se em modelos ultrapassados⁷.

Outra característica importante para atingir o *status* de Saber Escolar é a **Operacionalidade**: O Saber a Ensinar deve ser Operacional. Um saber que é capaz de ser apresentado em exercícios, produzir atividades e tarefas que possibilitem uma avaliação mais objetiva tem grandes chances de ser transposto. Conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos. Uma seqüência didática considerada boa, (com conteúdos e atividades tidas como interessantes) porém *não-operacionalizável*, não será adequada à gestão do cotidiano escolar, pois não será capaz de colocar os estudantes em situação ativa. Sendo de difícil operacionalização, terão menos chances de serem objeto de avaliação e portanto descartáveis por professores e alunos por conterem, implicitamente, menor “valor didático”⁸.

Finalmente, no processo de transposição deve haver **Criatividade Didática**: um Saber Sábido deve incorporar criatividade em termos de aceitação e incorporação dos condicionantes do sistema de ensino ao qual se destina. Isso implica na criação de um saber com identidade própria ao contexto escolar. Existem muitas atividades e áreas de estudo que são produzidas para o ensino, mas que não têm equivalente na área de pesquisa, como mencionado anteriormente. Os exercícios de associação de resistores em circuitos elétricos, as transformações de escalas termométricas, os vasos comunicantes são exemplos de objetos de ensino que se notabilizaram no ensino tradicional por incorporar de maneira magistral os condicionantes do processo de ensino-aprendizagem. Em situações como essas, negocia-se de maneira equilibrada, características conceituais importantes do saber sábio com aspectos fundamentais da sala de aula. Cria-se, assim um objeto de ensino de física com “identidade didática”. Ele “existe” somente no contexto do ensino, configurando-se assim como resultado de uma criatividade didática superior.

As características acima definidas não devem ser entendidas de maneira isolada e absoluta. Eles se assemelham mais a atributos que em conjunto aumentam as chances de sobrevivência de um saber no ambiente de ensino. De outra maneira, um Saber a Ensinar

⁷ A atualidade, assim como as demais características do Saber Escolar não devem ser vistas de maneira isolada, nem absoluta. Isso porque, uma certa dose de desatualidade pode ser aceita face a benefícios em termos de entendimento por parte dos alunos. Assim, o modelo de Thomson pode ser apresentado como modelo *aproximado*, mas adequado a tratar certos aspectos da matéria.

⁸ A noção de *contrato didático*, proposta por Brousseau, explicita as regras implícitas presentes na medição didática entre professor, aluno e saber. Para mais informações sobre o contrato didático, ver Ricardo, Slongo e Pietrocola, 2003.

tradicional, presente no contexto escolar, pode ser visto como portador desse conjunto de atributos.

No entanto, é ilusório pensar que a avaliação sobre a “ensinabilidade” de um saber se dê de maneira teórica e *a priori*. Um Saber a Ensinar deve ser submetido aos testes empíricos *in loco*, passando por assim dizer, em última instância, pela **Terapêutica**, acima referida. Ela se constitui como a peça fundamental para a sobrevivência dos saberes: os resultados obtidos com a aplicação em sala de aula devem informar sobre os limites e possibilidades didático-pedagógicas. A “experiência”, em termos de uma avaliação a posteriori e coletiva da área envolvida é fundamental para a manutenção (ou não) dos saberes introduzidos no domínio do ensino. Desse ponto de vista, o conjunto de Saberes a Ensinar presente nos programas escolares é, em determinado momento histórico, a somatória dos sucessos alcançados pela área no processo de transposição. Em poucas palavras, o que dá certo, dentro das características que ressaltamos, se mantém na escola, o que dá errado acaba sendo descartado.

Da perspectiva dos processos de Transposição didática onde há sobrevivência de saberes, importantes questões podem ser formuladas: Quais são os pontos importantes que devem ser mantidos em uma certa sequência didática? Quais devem ser modificados? O que determina tais modificações? O que deve guiar a elaboração e análise de uma sequência proposta? Ou seja, é no âmbito da pesquisa em Ensino de Ciências que tais questões precisam ser tratadas a fim de se traçar elementos que permitem uma determinada inovação se adaptar ao ambiente escolar. Nossa proposta é transformar as características da sobrevivência dos saberes acima mencionadas como grade de atributos para avaliar TLS. Ou seja, *Consenso, atualidade, operacionalidade, criatividade e terapêutica* seriam atributos a serem considerados na análise de atividades de ensino inseridas em TLS.

Referências

ALVES-FILHO, J. P. 2000, *Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista*. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.

ASTOLFI, J.P. E DEVELAY, M. 1995, *A didática das ciências*, 4 ed, Campinas, SP, Papirus, 1995.

ASTOLFI, J.1997, *Mots-Clés de la Didatique des Sciences*. Paris: De Boek, 1997

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. 2006, Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? *Investigações em Ensino de Ciências* (On line), UFRGS - Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2006.

BROWN, S. & MCLNTYRE, D. 1978, Factors influencing teachers' responses to curricular innovations. *Research Intelligence*, 4(1), 19 – 23, 1978.

BUTY, TIBERGHIEU E LE MARECHAL, 2004 Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching–learning sequences, *International Journal of Science Education*, 26 (5), 579–604.

CHEVALLARD, Y. 1991, *La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado*. 1^a ed. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

DAVIS, K. 2003, Change is hard: What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3 – 20.

FULLAN, M., & HARGREAVES, A. (Eds.). 1992, *Teacher development and educational change*. London: Falmer.

KABAPÍNAR, Filiz; LEACH, John; SCOTT, Phil. The design and evaluation of a teaching–learning sequence addressing the solubility concept with Turkish secondary school students. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 635-652.

KARIOTOGLOU, P., PSILLOS, D. and TSELFES, V. (2003) Modelling the evolution of a teaching– learning sequence: from discovery to constructivist approaches. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis and M. Kallery (eds.) *Science Education in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers), forthcoming.

KUHN, T. 2003, *A estrutura das revoluções científicas*. 7.^a ed. São Paulo: Perspectiva, 2003

LANG, M., DAY, C., BUNDER, W., HASSEN, H., KYSILKA, H. T. AND TAMARI, K., 1999 . Teacher professional development in the context of curriculum reform. In M. Lang, J. Oison, H. Hansen, & W. Bunder (Eds.), *Changing schools/changing practices. Perspectives on educational reform and teacher professionalism* (pp. 121 – 131). Louvain: IPN and Garant..

LIJNSE, P. L., 1994. La recherche-developpement: une voie vers une ‘structure didactique’ de la physique empiriquement fondée. *Didaskalia*, 3, 93–108.

LIJNSE, P-L. 1995, ‘Developmental Research’ as a way to an empirically based ‘Didactical Structure’ of science, *Science Education*, 79(2), 189–199.

Lijnse, Piet e Klaassen, Kees 2004, ”Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?”, *International Journal of Science Education*, 26 (5), 537 — 554

MacDonald, B., & Rudduck, J. (1971). Curriculum research and development projects: Barriers to success. *British Journal of Educational Psychology*, 41(2), 148 – 154.

McINTYRE, D ; BROWN, S. 1979, Science teachers’ implementation of two intended innovations. *Scottish Educational Review*, 11(1), 42 – 57.

MEHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching-Learning Sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, vol. 26, n.5 p.635-652.

PINTÓ, Rose, 2004, Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education, *Science Education*, 89 (1), 1-12.

RICARDO, E. ; SLONGO, I. ; PIETROCOLA, M. 2003. A Perturbação do Contrato Didático e o Gerenciamento dos Paradoxos, *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 153-163.

TERHART, E. 1999. Developing a professional Culture. In M. Lang, J. Oison, H. Hansen, & W. Bunder (Eds.), *Changing schools/changing practices: Perspectives on educational reform and teacher professionalism* (pp. 27 – 39). Louvain: IPN and Garant., 1999.

ZYLBERSZTAJN, A. 1998, Resolução de Problemas, uma perspectiva Kuhniana, *Atas eletrônicas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, 1998.