

A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental

(The importance of physics in the first four years of elementary school)

Carlos Schroeder¹

Escola Panamericana, Porto Alegre, RS, Brasil

Recebido em 15/5/2006; Revisado em 30/6/2006; Aceito em 15/1/2007

Este artigo sugere que a importância das aulas de física desde as primeiras séries do ensino fundamental está muito mais no auxílio ao desenvolvimento da auto-estima e da capacidade de aprender-a-aprender das crianças do que em aspectos utilitários, tais como preparar os estudantes para os conteúdos do ensino médio. Alguns exemplos de atividades que podem ser propostas a crianças com idades entre sete e dez anos, nas quais a possibilidade de explorar a física pode ser útil para o desenvolvimento da capacidade de aprender-a-aprender, também são apresentados, acompanhados de uma discussão dos resultados observados.

Palavras-chave: ensino de física, ensino fundamental.

This paper suggests that the importance of physics lessons during the first four years of elementary school lays on the possibility of fostering the development of the children's self-esteem and 'learning-to-learn' skills, rather than on utilitarian purposes, such as preparing students for Secondary School studies. A sample of the activities proposed for children in the age bracket seven to ten years old is presented together with a discussion of the observed results. At this age the possibility of exploring physical phenomena may be useful for the development of 'learning-to-learn' skills.

Keywords: physics teaching, elementary school.

1. Introdução

A física pode ter muito mais a contribuir com o ensino em geral do que geralmente se supõe. É comum se pensar, em um primeiro momento, que ensinar física para crianças desde os primeiros anos de escola tem grande importância para a construção de conceitos físicos, como os relacionados ao movimento dos corpos ou às leis de conservação, sem que se questione no que mais a física pode contribuir. Esse ponto de vista, pelo menos aparentemente, ignora aquilo que a física tem de mais fundamental: o fato de ser o mais básico dos ramos da ciência. Adotando-se uma perspectiva mais ampla a respeito dos propósitos do ensino e da física, pode-se identificar nesta uma oportunidade singular para que as crianças desenvolvam sua auto-estima através da vivência de situações ao mesmo tempo desafiadoras e prazerosas.

A partir de um breve levantamento a respeito da natureza do aprendizado e da ciência como atividade humana, procura-se, no presente trabalho, apresentar um enfoque mais amplo dos propósitos que possam justificar e embasar o ensino de física para crianças. As atividades desenvolvidas com crianças e descritas neste

artigo visam mais desafiá-las a resolver problemas de maneira colaborativa e refletir sobre suas ações do que simplesmente prepará-las para a física do ensino médio ou vestibular. Os resultados aqui discutidos mostram não somente que esse tipo de atividade pode ser produtivo mas indicam que talvez seja necessário haver uma revisão das expectativas que todos os envolvidos no ensino (professores, direção, pais e alunos) têm da escola e daquilo que efetivamente é praticado em sala de aula.

2. O que é aprender?

A natureza do aprendizado ainda é um tema sobre o qual restam muitos pontos a serem explorados e discutidos. Porém, há alguns aspectos sobre os quais já se pode afirmar existir um relativo consenso [1]. Dentre estes, os mais relevantes para o presente trabalho são:

- O aprendizado é resultado de uma construção ao mesmo tempo individual e coletiva, que se dá a partir da interação de um indivíduo com outros e com o meio;
- A presença de uma pessoa mais experiente é fundamental para garantir que o estudante persevere,

¹E-mail: sciencecarlos@gmail.com.

além de ter sua atenção focada para aspectos mais relevantes de uma determinada atividade e, com esse tipo de orientação, possa explorar conteúdos e procedimentos aos quais não teria como dar conta sozinho;

- Estabelecer conexões e reconhecer relações são dois componentes centrais do aprendizado e essas relações dependem do conhecimento prévio do estudante;
- Inteligência, ou facilidade em aprender, é algo que se aprende e não a consequência de características inatas;
- As situações vividas pelos estudantes durante o seu aprendizado são tão fortemente ligadas àquilo que eles efetivamente aprendem que essas situações e os conceitos construídos a partir delas se tornam inseparáveis.

A inseparabilidade entre aquilo que se aprende e as situações de aprendizado foi destacada por Vergnaud [2]. Na sua visão, dominar um conceito significa não somente conhecer suas regras de aplicação e propriedades pertinentes, mas também as suas diferentes formas de representação e quais tipos de situações às quais esse conceito pode ser aplicado.

Pode-se resumir os itens acima descrevendo que o aprendizado é um processo dirigido, no qual um indivíduo constrói relações a partir de situações que vivencia interagindo com o meio e com outros indivíduos. A interação com o meio se dá nas situações em que um indivíduo tenha a possibilidade de manipular fisicamente objetos, agir sobre os materiais que dispõe para observar e refletir sobre as respostas que obtém a partir dessas ações. Informações meramente passadas, seja pelo professor ou escritas em livros, são de eficácia limitada, pois não permitem manipulações concretas. Smith [3] aponta que, mais importante do que o conteúdo explícito de um texto, a maior parte daquilo que um leitor apreende do ato de ler depende da “informação não-visual”, de seu conhecimento prévio do assunto tratado. Quanto mais fluente o leitor se torna, menos tempo gasta na identificação de palavras e mais informações não-visuais dispõe para interpretar corretamente um texto. Assim como a prática propriamente orientada leva ao desenvolvimento da fluência da leitura, os estudantes podem desenvolver, desde que propriamente orientados na escola, a fluência em aprender. De fato, se aquilo que comumente é considerado inteligência, ou seja, a facilidade de aprender e estabelecer relações pertinentes entre situações não-familiares e o conhecimento prévio, é algo passível de ser aprendido, então desenvolver essa fluência no aprendizado deveria estar no cerne de todo o currículo escolar. Contudo, o currículo que é posto em prática nas salas de aula é muito mais centrado nos conteúdos e nas informações que os estudantes precisam de alguma forma reter.

Stiegler e Hiebert [4], ao compararem as práticas de sala de aula de professores de oitava série no Japão e nos EUA, apontaram uma diferença cultural fundamental para explicar os resultados dos dois países em testes

comparativos de Matemática (notadamente o TIMSS-*Third International Math and Science Survey*, de 1995, no qual os estudantes japoneses obtiveram o melhor resultado e os norte-americanos se revelaram entre os de pior desempenho): as aulas no Japão costumam se centrar ao redor de poucos problemas para os quais os estudantes devem criar soluções. Por outro lado, nos EUA, a quase totalidade do tempo é gasta na reprodução mecânica de algoritmos previamente dados pelo professor. Os estudantes japoneses têm, portanto, mais facilidade em se tornar fluentes em Matemática do que os norte-americanos, uma vez que são colocados sistematicamente frente a situações não-familiares (problemas) nas quais constroem soluções, ao invés de acumular informações ou memorizar técnicas para completar exercícios.

Hautamäki *et al.* [5] apontam que o desenvolvimento da fluência em aprender depende do desenvolvimento de dois tipos de habilidades básicas: as *cognitivas* e as *afetivas*. As habilidades cognitivas remetem ao processo piagetiano de assimilação e acomodação [6]: uma dada situação pode levar um indivíduo a reestruturar seu conhecimento prévio (aquilo que aprendeu) e sua forma de interpretar a realidade (como aprendeu) para, assim, ser capaz de resolver satisfatoriamente um eventual conflito entre a situação vivida e a expectativa inicial que essa situação lhe havia gerado. Essas habilidades cognitivas são divididas em o *quê* se aprende -os conteúdos- e *como* se aprende -a forma pela qual se aprende (Fig. 1). Por sua vez, as habilidades afetivas têm a ver com o *por que* se aprende. O processo de aprendizado requer que os estudantes permaneçam concentrados em tarefas nem sempre prazerosas em si, por períodos de tempo progressivamente mais longos, tarefas essas que podem não ser bem sucedidas em várias ocasiões. O aprendizado depende mais da perseverança do estudante do que do eventual sucesso em alguma tarefa. O ensino, portanto, necessita não somente desenvolver as habilidades cognitivas dos estudantes, mas também seus valores pessoais, a capacidades de perseverar, de lidar com frustrações (auto-controle) e refletir sobre suas ações e expectativas, ou seja, desenvolver suas habilidades afetivas, uma vez que o aprendizado necessita de um motivador.

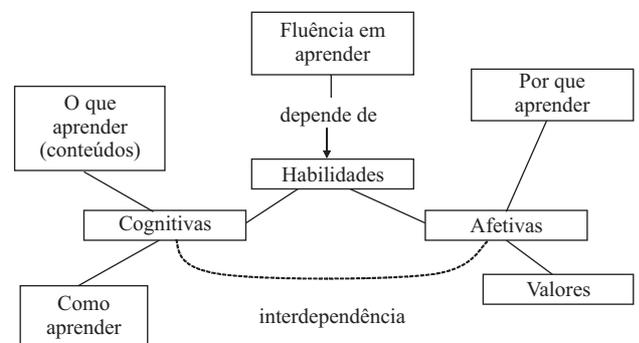


Figura 1 - O aprendizado depende do desenvolvimento de habilidades afetivas (motivação) e cognitivas (apreensão de informações e métodos de aprender).

3. A natureza da atividade científica e da física

Historicamente é reconhecida a importância de Galileu Galilei (1564-1642) como inspirador da atividade que hoje se conhece como Ciência. Isso se deve não somente aos métodos de trabalho de Galileu, detalhista na descrição de procedimentos, processos de raciocínio, resultados e conclusões, mas também no desejo de tornar seu trabalho acessível ao maior público possível. Galileu inovou, ao publicar seus livros, não só em latim, mas em italiano e providenciar a tradução a outros idiomas. Além de causas políticas, foi também por essa postura que Galileu chegou a ser duramente criticado por Johannes Kepler e perseguido pela inquisição [7]. A atividade científica se caracteriza muito mais pela comunicação clara e sem dubiedade do que por qualquer método de pesquisa. Grupos de pesquisa divulgam seus trabalhos com a maior riqueza de detalhes possível. A dubiedade em qualquer detalhe, seja nos procedimentos de coletas de dados, descrição de equipamentos utilizados ou condições de trabalho, resultados coletados e tratamento estatístico, processo de raciocínio e conclusões tiradas, costuma ser encarada com suspeita pela comunidade científica. Prancotal [8] dá uma mostra do quanto as chamadas “pseudociências” exploram esses tipos de dubiedades. Os trabalhos científicos também passam continuamente pela apreciação crítica de árbitros (especialistas nas respectivas áreas). Iannonidis [9] mostra que, na área médica, aproximadamente metade das conclusões de artigos publicados em periódicos é rapidamente provada falsa. Isso não deve necessariamente ser encarado como uma falha da Ciência, mas como uma das razões dos sucessos obtidos pela atividade científica nos últimos séculos: os cientistas se comunicam.

O ensino de Ciências é, portanto, uma ótima oportunidade para que as crianças aprendam a se expressar de maneira clara, sem dubiedades. Mais do que aprender conteúdos, as aulas de Ciências podem servir para auxiliar na maturação dos valores afetivos necessários para o aprendizado. Isso pode acontecer desde que as aulas de Ciências reproduzam as características essenciais da atividade científica: observação e coleta organizada de dados, expressão clara de procedimentos, resultados e conclusões, e discussão crítica de todo o processo. É necessário, portanto, que o ensino de Ciências não se centre em livros-texto nem que as atividades experimentais propostas sejam meras ilustrações ou “provas experimentais” desses conteúdos, mas pontos de partida da exploração de temas.

Por ser o mais básico dos ramos da ciência, a física apresenta um aspecto extremamente produtivo: pode-se propor atividades experimentais que permitam que crianças menores de dez anos manipulem diretamente os materiais usados e não se limitem a contemplar fenômenos. A física possibilita atividades em que as

crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões.

Para melhor cumprir seu papel no desenvolvimento de estudantes com valores e habilidades apropriados ao aprendizado, as aulas de física para crianças menores de dez anos podem ser propostas como desafios, dispensando maiores instruções por parte dos professores. Os resultados obtidos durante essas atividades são analisados pelas próprias crianças, que tiram suas conclusões e propõem suas explicações para o que foi observado. Dessa forma, não é essencial que o professor, ou professora, tenha domínio da física, mas que seja capaz de propor os desafios e garantir que todas as crianças participem das atividades, das discussões e proponham suas próprias conclusões baseadas em argumentos lógicos e nas evidências disponíveis (os resultados das atividades e das discussões). O fato de essas conclusões eventualmente não concordarem com teorias cientificamente aceitas é secundário. O aprendizado de tais teorias é mais oportuno e frutífero para estudantes em séries posteriores.

4. Método de trabalho e resultados

A estrutura das aulas de física para crianças e os tipos de atividades propostos foram descritos em minha dissertação de mestrado [10], baseada no curso de Ciências desenvolvido na Escola Panamericana de Porto Alegre. A maioria das atividades são propostas para as crianças como desafios sobre os quais o professor somente faz uma descrição oral superficial. O tipo de atividades proposto é resultado de um trabalho que começou em 1999; ao longo desses anos, uma série de atividades diferentes foi experimentada e, aos poucos, as mais eficientes foram sendo preservadas, enquanto que as demais foram alteradas e novamente testadas ou descartadas. A distribuição das atividades entre as quatro séries foi baseada somente no grau de complexidade de cada desafio: os mais simples ficaram para crianças de sete e oito anos e os mais complexos para as de nove e dez anos.

Cada aula de física começa com uma breve explanação oral, após a qual as crianças se organizam em pequenos grupos e providenciam os materiais postos à disposição em uma bancada central (Fig. 2). Os grupos separam seus materiais para levar às suas mesas e tentar maneiras de resolver o desafio. A função dos professores – a professora da turma participa comigo das aulas – é observar o trabalho de cada grupo e, ocasionalmente, intervir, garantindo que haja possibilidade de todas as crianças colaborarem na solução do desafio, além de auxiliar com pequenas sugestões. Cada atividade não dura mais do que 5 ou 10 min até que os grupos tenham resolvido o desafio. Essa etapa é seguida pela discussão dos resultados, em grupos ou envolvendo toda a classe, e

pela elaboração de relatórios. Cada aluno deve elaborar um relatório individual, listando os materiais utilizados, explicando o desafio, descrevendo a solução encontrada e propondo uma explicação a essa solução. Crianças de sete anos elaboram relatórios em forma de desenho e, progressivamente, vão incorporando material escrito até que, aos dez anos de idade, sejam capazes de elaborar um relatório completo: lista de materiais, procedimento seguido, resultados obtidos e conclusões tiradas.



Figura 2 - Bancada central com materiais disponíveis para uma atividade.

Para se manter um histórico do progresso de cada criança ou de uma turma, é feita uma avaliação da colaboração dentro dos grupos, das tentativas de encontrar uma solução, do eventual sucesso em resolver os desafios, além dos relatórios individuais. Como nos casos das crianças de sete e oito anos de idade os relatórios se compõem majoritariamente de desenhos, a análise desses relatórios se centra em reconhecer se os materiais usados estão representados e se há pistas suficientes de qual era o desafio proposto e como este foi resolvido. As conclusões são apenas discutidas oralmente mas, nessas idades, as crianças incluem, por iniciativa própria, palavras ou frases explicando algum detalhe da atividade ou a solução encontrada.

Com o objetivo de ilustrar as aulas de física aqui descritas, apresenta-se, a seguir, dois exemplos de atividades propostas e quais os resultados obtidos:

a) Qual o ímã mais potente?

Nesta atividade, cada grupo tem à disposição uma série de ímãs diferentes, réguas, pregos, cliques de papel, porcas, parafusos, e deve criar testes experimentais para apontar qual dos ímãs é mais potente, usando os materiais que têm à disposição. Os testes criados pelas crianças envolvem, por exemplo, contar quantos pregos cada ímã consegue suspender ou comparar a distância que cada ímã passa a atrair um clipe ou um prego (Fig. 3).

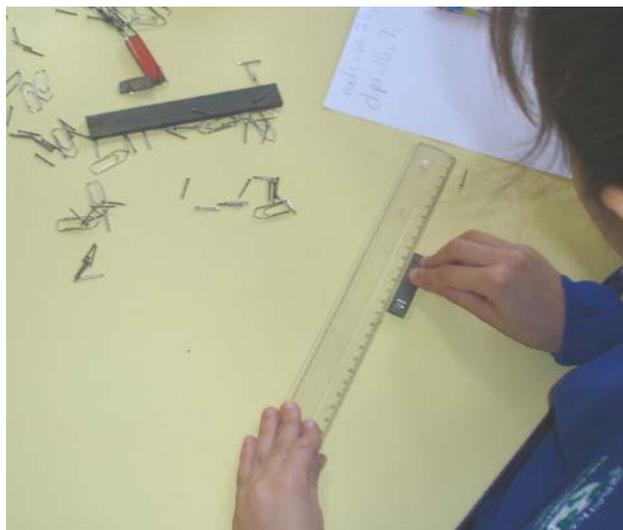


Figura 3 - Criança testando a que distância um ímã passa a atrair um prego.

b) Jatos de água

Cada grupo usa um aparato semelhante ao da Fig. 4, feito com garrafas plásticas e pedaços de mangueiras, além de água e uma bandeja para gelos. A bandeja é colocada em frente ao aparato e este é enchido com água. O desafio é fazer com que o esguicho de água que sai de um furo feito na garrafa menor (presa ao suporte) encha cada um dos recipientes da bandeja seguindo uma ordem pré-estabelecida pelo professor (por exemplo, pode-se pedir para as crianças que encham os recipientes do mais longe ao mais próximo ou vice-versa).

Uma vez que essas atividades não vêm sendo realizadas como parte de uma pesquisa formal, os resultados que podem ser descritos e discutidos são de caráter qualitativo. O que tem sido observado de maneira consistente é:

- Mesmo se mostrando receosas nas primeiras vezes em que são colocadas frente aos desafios, as crianças (especialmente as de sete e oito anos) rapidamente passam a apreciar não somente serem desafiadas mas também a liberdade de iniciativa e autonomia que lhes são dadas;
- As professoras relatam invariavelmente que as crianças demonstram grande interesse nas atividades e freqüentemente perguntam quando haverá outra oportunidade;
- As soluções propostas pelas crianças de sete e oito anos, nas primeiras oportunidades que realizam esse tipo de atividade, são variações em torno das sugestões dos professores; aos poucos, as crianças se tornam mais independentes e arriscam cada vez mais suas próprias soluções;

- Os grupos trabalham sempre de maneira cooperativa e são raros os casos de conflitos que necessitem intervenção;
- Embora seja exaustivamente destacado por mim durante as atividades que não há necessidade de as conclusões serem cientificamente corretas, apenas que deve haver uma relação não-aleatória entre estas e os resultados observados, as crianças mais velhas (a partir dos nove anos) se revelam progressivamente mais preocupadas com a possibilidade de estarem “certas” ou “erradas” e, muitas vezes, entregam relatórios sem conclusão ou com conclusões excessivamente vagas (nesses casos, os relatórios são devolvidos aos alunos para serem refeitos);
- Os relatórios das crianças menores (sete anos) são geralmente os mais coloridos e bem desenhados (Fig. 5); à medida que as crianças vão crescendo, as ilustrações e as cores perdem espaço em seus relatórios, mesmo com a insistência de minha parte de que estes devem ser o mais ilustrados e coloridos possível.



Figura 4 - Aparato usado no desafio. A garrafa presa ao suporte possui um furo na parte inferior por onde a água esguicha. Variando-se a altura da garrafa maior, varia-se o alcance do esguicho.

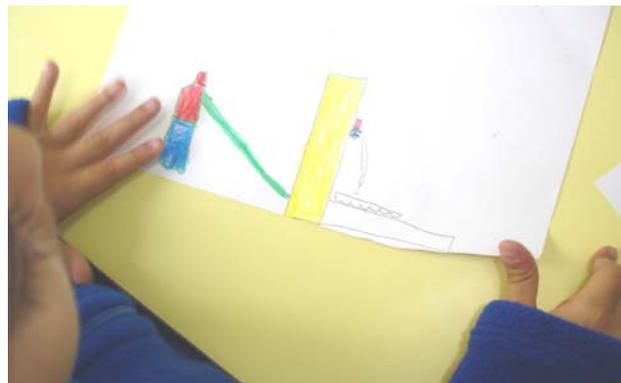


Figura 5 - Criança de sete anos preparando um relatório da atividade com jatos de água.

Uma vez que o enfoque dado durante as aulas de física para crianças não é necessariamente aquele seguido nas demais aulas, é possível que a maneira como algumas das demais matérias são exploradas as induza a gradualmente criar a impressão de que a expectativa dos professores se resume a um resultado final e não ao processo que as levou a esse resultado. Esse fato pode ajudar a explicar porque as crianças se mostram progressivamente mais interessadas em obter resultados do que em refletir sobre seus procedimentos, mais preocupadas em estar “certas” ou “erradas” do que em justificar suas conclusões. Porém, muitas das professoras de terceira e quarta séries com quem já trabalhei reportaram sentir o mesmo problema com seus alunos: eles se mostram excessivamente preocupados em identificar qual resultado a professora, ou o professor, espera deles. Outro fator que pode exercer grande influência nesse ponto é o tipo de expectativas que as crianças trazem de casa, aquilo que elas assimilam do ambiente em que vivem como sendo “ter sucesso na escola”.

5. Considerações finais

A possibilidade de participar de atividades nas quais os estudantes manipulem, explorem, interajam com materiais concretos, ao invés de somente se dedicar a aulas expositivas e leituras de textos, é essencial para o desenvolvimento e o aprendizado das crianças. Além disso, o aprendizado depende, acima de tudo, de uma motivação saudável desses estudantes, sem a qual o esforço pode ficar condicionado a estímulos externos, tais como prêmios e notas, que precisam ser constantemente reforçados e, no mínimo, transmitem uma mensagem negativa, especialmente às crianças: a de que os conteúdos aprendidos na escola só servem para a vida acadêmica; o que se aprende, por exemplo, em Matemática em uma dada série será somente importante para se entender os conteúdos da série seguinte, e assim por diante. Não se identifica qual a relevância do que se aprende na escola para a vida fora dela. Por outro lado, aulas que visem estimular o desenvolvimento da auto-estima e da capacidade de enfrentar situações não-familiares têm valor

auto-evidente. A física, por tratar de fenômenos básicos da natureza, permite a manipulação independente de materiais em atividades experimentais e a descoberta de soluções próprias a problemas propostos e pode ser, então, um ótimo meio de desenvolver a curiosidade, o espírito crítico e a auto-estima.

No entanto, a física ainda está longe das salas de aula das quatro primeiras séries. Um dos motivos mais facilmente identificáveis dessa ausência é a pouca intimidade dos professores dessas séries com a física, mesmo ela que possua um grande valor em potencial como instrumento para desenvolver as habilidades necessárias para tornar as crianças capazes de aprender-a-aprender. O tipo de atividades proposto por este trabalho não requer que os professores tenham formação em física, mas sim que adotem práticas de sala de aula mais condizentes com as necessidades de seus alunos.

A inclusão do ensino de física desde a primeira série do ensino fundamental pode ir além de qualquer aspecto utilitário. Obviamente, é importante que as crianças comecem a construir conceitos físicos desde cedo e consigam, quando já no ensino médio, explorar aspectos mais formais desses conceitos para também aplicá-los à Química e à Biologia e sejam beneficiadas em um Vestibular. Também é importante que os cidadãos sejam minimamente alfabetizados em física para poderem compreender e formar sua própria opinião a respeito de temas controversos e relevantes, como o uso de energia nuclear ou o efeito estufa. Porém, o ponto central que norteia a presente proposta de inclusão do ensino da física, é a oportunidade de aprender-a-aprender que ela oferece às crianças.

É importante ressaltar que, em casos nos quais a adoção desse tipo de prática de sala de aula foi bem sucedida (escolas de países como os EUA, Alemanha, Suécia e Holanda), o processo de adaptação dos professores durou mais do que um ano letivo e contou com o apoio não somente das direções das escolas, mas de centros de pesquisa em ensino e universidades [11, 12]. Outro ponto a ser destacado é o fato de o ensino no Brasil ainda repetir o ciclo aulas-exercícios-testes, o que reforça muito uma visão tradicional de qual é a natu-

reza e a função das escolas. Apesar de ser trabalhoso e de demandar tempo, o processo para tornar as aulas de física na quatro primeiras séries a regra e não a exceção nas escolas pode contribuir significativamente na melhora da qualidade do ensino que se oferece às crianças nas escolas brasileiras.

Referências

- [1] J.D. Bransford, Ann L. Brown and Rodney R. Cocking, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School* (National Academy Press, Washington, 1999).
- [2] M.A. Moreira, *Investigação em Ensino de Ciências* **7** (2002). Acesso em 1/3/2006.
- [3] F. Smith, *Compreendendo a Leitura* (Artmed, Porto Alegre, 1988).
- [4] J.W. Stiegler and J. Hilbert, *Understanding and Improving Classroom Mathematics Instruction*. Disponível em www.kiva.net/~pdkintl/kappan/kstg9709.htm. Acesso em 9/8/2003.
- [5] J. Hautamäki, *Assessing Learning-to-Learn: A Framework* (National Board of Education, Helsinki, 2002).
- [6] J. Piaget e B. Inhelder, *Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente* (Pioneira, São Paulo, 1976).
- [7] L. Geymonat, *Galileu Galilei* (Nova Fronteira, São Paulo, 1997).
- [8] M. Prancotal *A Impostura Científica em Dez Lições* (Editora UNESP, São Paulo, 2004).
- [9] J.P.A. Iannonidis, *PLoS Medicine* **2**, (2005). Disponível em <http://medicine.plosjournals.org>. Acesso em 5/9/2005.
- [10] C. Schroeder, *Um Currículo de física para as primeiras séries do ensino fundamental*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, 2004.
- [11] Uwe Hameyer, Ja Van Den Akke, Ronald D. Andersen and Mats Ekholm, *Portraits of Productive Schools: An International Study of Institutionalizing Activity-Based Practices in Elementary Science* (State University of New York Press, Albany, 1995).
- [12] R.F. Yager, *Exemplary Science: Best Practices in Professional Development* (NSTA Press, Arlington, 2005).