
FUNDAMENTOS PARA UM EXPERIMENTO CATIVANTE⁺*

Carlos Eduardo Laburú¹

Departamento de Física – Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Resumo

A partir de uma síntese teórica em que procuramos reorganizar e reformular conceitos sobre a motivação do aluno, este trabalho fundamenta dois aspectos essenciais para elaborar um experimento estimulante. A idéia é aproveitar experimentos com essas características, como meios de promoção do interesse do aluno em atividades de ensino e, com isso, aumentar a qualidade da aprendizagem.

Palavras Chaves: *Ensino de ciências, motivação, experimentos.*

Abstract

Starting from a theoretical synthesis in which we tried to reorganize and to reformulate concepts about the student's motivation, this work bases two essential aspects to elaborate a stimulating experiment. The idea is to take advantage of experiments with these characteristics as means of promotion of the student's interest in teaching activities and, by that, to increase the quality of learning.

Keywords: *Science teaching, motivation, experiments.*

⁺ Stimulating experiment fundamental

^{*} *Recebido: maio de 2006.
Aceito: outubro de 2006.*

¹ Apoio CNPq e Fundação Araucária.

I. Introdução

A área de ensino de ciências, há mais de duas décadas, vem se preocupando com a melhoria do ensino e da aprendizagem, buscando na psicologia cognitivista referenciais teóricos para esse empreendimento. Desta busca saíram diversos resultados importantes para a sala de aula, entre os quais, poderíamos citar as idéias de conflito cognitivo ou sócio-cognitivo, conceito âncora, mapa conceitual, diagrama Vê epistemológico, problema aberto, metacognição, trabalho cooperativo com projetos etc.. Apesar de tais contribuições para a educação científica, os saberes necessários para esse empreendimento de maneira alguma se esgotam nessa linha teórica de investigação. Isto pode ser constatado quando se atenta para uma queixa comum, por parte dos professores, a respeito do desinteresse dos seus alunos em aprender o que eles querem ensinar.

Por mais que as contribuições anteriores sejam fundamentais dentro de uma concepção de ensino e aprendizagem de qualidade, para uma grande parte dos alunos estudar, freqüentar as aulas, fazer as lições constituem tarefas árduas, pior ainda, maçantes, e muitos só o fazem porque são obrigados, devido à pressão da família, da sociedade ou para obter um certificado, na tentativa de garantir um futuro profissional. Comportamentos observados de alienação e apatia são comuns dentro da sala de aula, isto quando não se é defrontado com casos extremos de rejeição direta, de desprezo para com o conhecimento escolar, em que o professor é, muitas vezes, considerado um inimigo, assim como a escola e o conhecimento não representam nenhum valor, traduzindo-se em desrespeito à ordem vigente, estando a motivação e o interesse nas emoções fortes fora da escola (ARRUDA, 2001, p. 205). Como condição geral, aprendizes apáticos solapam tentativas de aplicar as melhores estratégias cognitivistas. Pintrich et al. (1993), por exemplo, afirmam que aulas planejadas para enfatizar a mudança conceitual e apresentar materiais de indução de desequilíbrios, mas que não têm alguma característica motivadora, podem frustrar o processo de mudança conceitual, porque os estudantes não têm interesse suficiente para se devotarem à nova informação (p. 184-185). Assim, se faz presente a observação já apontada no século XVII pelo filósofo empirista John Locke, pioneiro do pensamento moderno e precursor da idéia educacional do aprendiz “tábula rasa”, de que a grande habilidade de um professor é obter e manter a atenção de seu aluno; enquanto tiver isso, terá certeza de progredir tão rapidamente quanto a capacidade de seu aluno o permitir e, sem essa condição, toda sua pressa e alvoroço terão pouco ou nenhum propósito.

À vista disso, poderíamos questionar se o problema da motivação encontra-se no aluno que não demonstra interesse ou no professor que não utiliza estratégias eficientes para provocar a motivação. Certamente que uma parte importante da resposta para essa questão está situada numa certa relação de dependência entre estratégias eficientes e a capacidade das mesmas em potencializar a motivação de grande parte dos alunos.

Entre professores de ciências, é senso comum que atividades experimentais geralmente carreguem grande expectativa para os alunos. Ademais, comenta White (1996, p. 766) que eventos vívidos e raros não são esquecidos. Servindo-nos dessas constatações, torna-se de interesse evocar, dentro de uma idéia mais geral de estratégia de ensino, o uso de apropriados experimentos que estimulem o aluno na sala de aula, a engajar-se no conteúdo. A idéia que se está a imaginar é a de procurar ativar a curiosidade dos alunos, em momentos do processo de ensino, utilizando experimentos com formato cativante, que atraiam e prendam a atenção. Na medida em que se passa a planejar experimentos com essa orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subseqüentes mais árduas e menos prazerosas.

Nesse sentido, auxiliados pela literatura, o enfoque central deste estudo é de estabelecer relevantes traços que levem certos experimentos a serem potencialmente motivadores, quando comparados com outros. Verifica-se que na educação científica há uma carência de pesquisas nessa direção, à exceção do trabalho de Martinez e Hartel (1991) que nos inspirou e que pretendemos avançar em seus argumentos.

Particularmente, a questão aqui colocada tem sido tratada de maneira despreocupada ou intuitiva pelos professores, quando selecionam, dentre vários, isto na hipótese de que o façam, determinados experimentos em suas práticas de sala de aula. Portanto, uma reflexão que procure identificar aspectos importantes de um experimento, para torná-lo mais provável à ocorrência da motivação nos alunos, inclusive, com a intenção primeira de prender-lhes a atenção sobre o assunto que se está a ensinar, se faz presente.

Antes de qualquer coisa, é preciso salientar que o problema da motivação de dezenas de alunos numa classe, durante, em média, cinquenta minutos, em que muitos não se tornam simpáticos para com um professor ou não apresentam uma relação positiva com o conhecimento ou com uma particular matéria estudada, em atividades com perspectiva de médio e longo prazo, nem sempre geradoras de satisfação, que exijam abstração, sistematização, empenho, esforço

de concentração, entre outros hábitos, esteja resolvido com pontuais atividades empíricas, mesmo supondo-as impregnadas de características apropriadas para isso. É evidente que a motivação escolar é algo complexo, dependente de uma variedade de fatores subjetivos. Não se pode negar que há limites para se alterar o fato de que o aluno é alguém que se move por diversos motivos e emprega intensidades diferentes de energia nas tarefas ou disciplinas que realiza. Charlot (2000), por exemplo, argumenta que qualquer aula interessante comporta uma relação com o saber, logo, com o aprender. No entanto, toda relação com o saber se traduz numa relação do sujeito com o mundo, consigo mesmo e com o outro. A primeira relação apresenta uma dimensão epistêmica, que trata da relação do sujeito com o mundo e a forma de sua apropriação. Ao mesmo tempo, a relação com o mundo comporta uma relação consigo mesmo, de identidade: aprender faz sentido por alusão à história do sujeito, às suas expectativas¹, em como se tornar independente ou ser alguém, às suas referências, à sua concepção de vida, às suas relações com os outros, à imagem que tem de si e a que quer dar de si aos outros. Aprender também é entrar sempre em uma relação com o outro, numa relação social. Esse outro pode ser aquele que me ajuda a aprender a matéria, que me mostra como desmontar um motor, aquele que eu detesto ou admiro, são os meus pais que me atribuem missões etc.. Todavia, o outro pode ser, do mesmo modo, aquele que não está fisicamente presente, é o “fantasma do outro”, é ingressar na comunidade virtual daqueles que detêm as mesmas capacidades, ou daquele que mantém um olhar de regulação sobre mim (op. cit.: 72-73). Conseqüentemente, o caráter pluridimensional para a conduta humana evita a tentativa de posicionar ou concentrar a questão da motivação num só fator e estamos conscientes de que repostas únicas ou reducionistas devem ser descartadas (TAPIA; FITA, 2001, p. 9).

Com essas considerações, entendemos que motivar para aprender implica lançar mão de recursos não exclusivamente pontuais que obedeçam apenas um momento determinado, pois envolver os alunos num processo de estudo não é suficiente despertar a sua atenção, mas é necessário, também, mantê-la desperta. Segundo nos lembra Tapia (op. cit.), o professor pode aproveitar algum recurso transitório para uma situação de aprendizagem específica, mas, sobretudo, trata-se de instaurar processos motivacionais que tendam a se realimentar nos alunos. Assim, a motivação para aprender conteúdos curriculares necessita ser estimulada por diversas ações mutuamente dependentes.

¹ Como também, nos lembra Pichon-Rivière (200: 175), às necessidades, às ansiedades, às ilusões formuladas, à assunção de papéis e objetivos a conquistar fazem referência à história pessoal e às relações do eu.

Difícilmente, por exemplo, um estudante se mantém interessado se não percebe a pertinência ou utilidade do conteúdo do curso e, portanto, não consegue enxergar a resposta para a pergunta: para que necessito estudar isto (relação com o mundo)? Ou, mais especificamente, se o conteúdo não lhe tiver significado algum, sendo tratado inteiramente de forma mecânica e abstrata, ou se o grau em que ele for capaz de situar a tarefa no contexto de sua experiência é inexistente; se for incapaz de determinar as implicações futuras de sua realização; se o estilo de ensino for de ritmo monótono, estiver baseado somente na memorização não voluntária (MOREIRA, p. 1999) ou na reprodução *ipsis verbis*; se sua participação na construção do conhecimento tiver como única exigência a sua passividade; se o professor mantiver uma relação recalcitrante com os alunos; se não houver algum grau de satisfação no que faz; se houver expectativa prévia de fracasso na realização da tarefa; se houver perda de significado devido à perda de conexão entre as etapas ou passos do desenvolvimento de uma tarefa etc.

Ainda que se deva considerar a possibilidade de se arrolar obstáculos eficazes de ensino que escapem ao controle do professor, pelos exemplos acima vemos que a motivação do aluno pode vir a ser potencializada por um conjunto de medidas educacionais baseadas em certas estratégias de ensino ou atividades, sobre as quais todo professor tem amplo poder de decisão. De sua iniciativa, surge à possibilidade, conforme o caso, da interferência para reforçar ou anular os padrões motivacionais dos alunos.

Tendo isso em vista, ponderamos que o emprego de atividades experimentais, quando embutidas de traços motivadores, contribui de forma importante, ainda que parcial e temporária, para o objetivo de prender a atenção dos alunos. Inclusive, essa contribuição, provavelmente, estenda de modo favorável sua influência no desenvolvimento de etapas menos motivadoras, mas que são necessárias para completar determinada atividade escolar.

Assim, do ponto de vista do ensino, o que importa sobremaneira considerar em alusão à atividade empírica de perfil motivador é que ela deve ser encarada como uma das componentes dentro de uma estratégia mais global de ensino, sem deixar de reconhecer a sua curta influência², porém significativa, de promotora da aprendizagem. Portanto, inserido nos anteriormente referidos saberes escolares, coloca-se o mérito da motivação num curso de ciência.

² Da mesma forma que o humor se reduz a simples capacidade de atrair a atenção, conforme Saint-Onge (2001, p. 55), também a idéia de experimentos interessantes pode assim se reduzir, o que, em nosso entendimento, já seria válido. Todavia, estes últimos têm a propriedade de atrair a atenção diretamente para o conteúdo e não para o mediador da aprendizagem, ou seja, o professor, como faz o humor.

Alicerçados na literatura a respeito da teoria da motivação para a aprendizagem e nos estudos em educação científica, que de alguma forma relacionam esse tema às atividades experimentais, na seqüência apresentamos uma reflexão para fundamentar as atividades potencialmente cativantes. Durante a nossa exposição, traçaremos considerações comuns entre vários modelos, quando reorganizaremos e redefiniremos conceitos, que apesar da aproximação com as conceituações originais, acabarão tendo uma formulação própria. Esses conceitos justificarão a indicação de características essenciais para atividades cativantes que pretendemos firmar.

II. Motivação e aprendizagem

A despeito de certa predominância nas investigações em ensino de ciências por apontamentos restritos ao domínio racional para a compreensão do fenômeno educativo, como aqueles mencionados no início deste trabalho, é possível encontrar indicações de estudos na psicologia cognitiva que ultrapassam a alçada racional e que apontam para a influência indispensável de vários fatores psicológicos subjetivos como, por exemplo, a motivação (STRIKE; POSNER 1992; PINTRICH et al., 1993). No que se refere a esses fatores psicológicos, podemos citar a premissa de Novak (1996) de que o ser humano, além de pensar e agir, também sente. Ele crê que enquanto um evento educativo considerar esses três fatores estará compromissado com uma aprendizagem significativa. Novak entende que esse evento educativo de qualidade, ao envolver uma ação de troca de significados, abarca pensamentos e condições afetivas, estas últimas traduzidas em sentimentos e emoções entre o aprendiz e o professor. Conclui Novak que, dificilmente, haverá ganho em compreensão, quando a experiência afetiva não for positiva e intelectualmente construtiva (MOREIRA, 1999, p. 40). Por conseguinte, para facilitar a aprendizagem cognitiva e lograr que a mesma seja significativa, há que se ter especialmente em conta a componente afetiva na aprendizagem. Em paralelo a essa linha de reflexão, porém, partindo de uma perspectiva psicanalítica, Villani et al. (2001) identificam o papel das componentes subjetivas nas relações entre ensino e aprendizagem em ciências e procuram compreender suas interferências nessas relações.

Mas, voltando à psicologia cognitiva, é lugar comum da proposta construtivista para a educação científica, que o aprendiz seja o protagonista da sua aprendizagem, devendo ser um sujeito ativo na construção do conhecimento. Envolver-se ativamente nas tarefas é condição “sine qua non” para a aprendizagem. Contudo, podemos perguntar: Como envolver-se ativamente se não houver interesse? Qualquer aprendizagem que anseie ser ativa de fato,

precisa previamente postular a necessidade de vir a motivar o aprendiz para o que vai ser ensinado. Compartilhando com o pressuposto de que motivação e cognição se inter-relacionam (GOLEMAN apud MATTHEWS, 2004; PINTRICH et al., 1993), que influenciar o interesse dos estudantes nas matérias escolares ative o nível de atividade cognitiva, engajando-os cognitivamente (GRANER et al. apud PINTRICH et al. 1993), e lembrando que toda mobilização cognitiva que a aprendizagem requer nasce de um interesse, de uma necessidade de saber (FITA; TAPIA, 2001, p. 68), da mesma forma que Bzuneck (2001, p. 8), entendemos o fator motivacional como uma importante variável para a aprendizagem. Portanto, atrair os alunos para o estudo a ser realizado constitui-se, conseqüentemente, um desafio para o professor e a escola.

Os educadores sabem, por experiência, que um aluno motivado a aprender pode chegar a resultados surpreendentes, enquanto um desmotivado apresentará rendimento abaixo da sua capacidade (ADELMAN; TAYLOR, 1983). A razão disso vem na esteira de que, na ausência de motivação, temos queda de investimento pessoal, portanto, da qualidade na tarefa de aprendizagem, pois os alunos estudam pouco ou nada e, por conseguinte, aprendem pouco. Logo, junto à necessidade de que o aluno adquira ou construa os conceitos científicos corretamente, está a exigência de despertar o interesse para aprender esses conceitos. Se não existir interesse, a estrutura afetiva se torna desfavorável e, do ponto de vista da motivação, há perda na qualidade acadêmica por falta de envolvimento do aprendiz. A motivação tem sido, assim, o centro das discussões acerca do que vai mal nas escolas (MCCASLIN; GOOD, 1996).

O motivo ou a motivação é definido como um estado psicológico fundamental que dá direção a um fim. É aquilo que move uma pessoa, pondo-a em ação ou fazendo-a mudar de curso (BZUNECK, 2001, p. 8). Mesmo na teoria lógico-formal de Piaget (1977) vemos a relevância central do papel da motivação. Ali é dito que o motor essencial do desenvolvimento cognitivo são os desequilíbrios externos e internos (p. 58), por outras palavras, as contradições, cujas razões são, primeiro que tudo, motivacionais (p. 24). Motivação é, então, indissociável do processo de desenvolvimento e promotora da expansão das capacidades próprias (BERTÃO et al., 1999, p. 70). Sumariamente, a aprendizagem de qualidade é o resultado da sinergia entre motivação e cognição.

Visto que a motivação é o que desencadeia e impulsiona uma pessoa em direção a uma ação, além de responder por sua manutenção e direção (PENNA, 1980, p. 129), pode-se imaginar que o problema da motivação está no aluno. Porém, isto não significa que ele seja o responsável, muito menos o único, por essa condição, não sendo correto generalizar, portanto, que a motivação e seus problemas sejam exclusividades do aluno (BZUNECK, 2001, p. 24). Como

adiantamos na Introdução e como justificaremos mais à frente, a motivação tem a ver com condições ambientais, resultantes de complexas interações do aluno e fatores de contexto de sala de aula que, por sua vez, passam pelo emprego de adequadas estratégias de ensino, por conseguinte, de responsabilidade do educador.

Estudiosos em motivação dividem-na em duas categorias conceituais: motivação extrínseca e intrínseca (GUIMARÃES, 2001a, p. 37). A primeira é definida como motivação para trabalhar em resposta a algo externo à atividade, bem como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais ou de reconhecimento. Objetiva atender às pressões ou comandos de outras pessoas, ou para demonstrar competências ou habilidades. A maior parte das atividades desenvolvidas pelos indivíduos em sociedade é movida por essas razões. No contexto escolar, especificamente, a motivação extrínseca destaca-se pela avaliação cognitiva das atividades, na medida em que o aluno acredita que o seu envolvimento na tarefa trará os resultados desejados como, por exemplo, elogios, notas, prêmios, ou ajuda-o a evitar problemas (op. cit., p. 46). Por achar que a motivação é própria do indivíduo e dele só depende, Salisbury-Glenom e Stevens (1999) consideram que os professores são levados a acreditar que a motivação extrínseca, inclusive, de mais fácil aplicação, é a única possibilidade de intervenção. Porém, resultados de pesquisas têm levantado inúmeros problemas com o uso de motivadores extrínsecos em situações escolares (ver, p. ex., WOOLFOLK, 2000), podendo, mesmo, haver prejuízo à segunda categoria de motivação (GUIMARÃES, 2001a, p. 51).

A motivação intrínseca, diferentemente, refere-se à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação. A própria matéria de estudo desperta no indivíduo uma atração que o impulsiona a se aprofundar nela e a vencer os obstáculos que possam ir se apresentando ao longo do processo de aprendizagem (TAPIA; FITA, 2001, p. 78). Há um comprometimento espontâneo e autotélico com a diligência. Um sujeito intrinsecamente motivado procura novidade, entretenimento, satisfação da curiosidade, oportunidade para exercitar novas habilidades e obter domínio. Nessa condição, fica implícita uma orientação pessoal para dominar tarefas desafiadoras, associadas ao prazer derivado do próprio sucesso. A satisfação produzida pelas atividades sustentadas pela motivação intrínseca relaciona-se, portanto, com o sentimento de competência e de autonomia que a acompanha (BERTÃO et al., 1999, p. 78; STIPEK, 1993, p. 60).

A melhor maneira de reconhecer a diferença entre as duas noções é questionar se uma pessoa exerceria o mesmo trabalho, se este não fosse seguido de recompensas ou não houvesse possibilidade de alguma punição. Caso a res-

posta a esta pergunta seja positiva, teríamos o caso da segunda categoria (GUIMARÃES, 2001a). Aliás, mais importante, e para reforçar, é a existência de indicadores de que esse tipo particular de motivação é propulsor da aprendizagem, facilitando o seu desempenho, como também, do crescimento nas competências que caracterizam o desenvolvimento humano (GUIMARÃES 2001a, p. 37-38).

Não é demais notar que ter prazer, alegria, curiosidade, interesse, persistência, e atenção são características com que podem contar os professores que trabalham com crianças pequenas. Entretanto, na proporção em que elas vão avançando na escolaridade, há uma diminuição (GUIMARÃES, 2001a, p. 48) e um afastamento daquelas características para fora da escola. Pior, de modo geral, a motivação dos adolescentes na escola não é intrínseca, dando ênfase somente aos motivadores extrínsecos.

Não obstante na motivação extrínseca o interesse estar intermediado por recompensas, podendo o desempenho do aluno ficar comprometido na ausência do incentivo, ao mesmo tempo em que acaba terminando por produzir comportamentos voltados para o prêmio e não para o aprendizado, para Guimarães (2001a, p. 52), há autores que argumentam que uma forma de evitar esses efeitos é associar a liberação de recompensas³ à qualidade do trabalho, mais do que à quantidade ou à simples participação deste, deixando claro para os alunos que o importante é a tarefa em si, e não a recompensa.

Para Nuttin (apud BERTÃO et al., 1999) os motivos tradicionalmente considerados extrínsecos são instrumentais. No processo de motivação, o sujeito constrói estruturas meios-fins, nas quais os fins constituem usualmente motivos ou objetivos intrínsecos e os meios atividades instrumentais intermediárias, necessárias para alcançar o objetivo final. Segundo Nuttin, a motivação para realizar estas atividades não é vista como extrínseca, mas derivada da motivação intrínseca para alcançar o objetivo final (ibid., p. 77). Valendo-nos desse raciocínio, inferimos que, durante o encaminhamento de uma atividade de ensino, o aprendiz, para construir um conhecimento, necessita de informações, procedimentos, técnicas, abstrações ou algoritmos que são meios auxiliares menos gratificantes, mas indispensáveis para a atividade ser completada. Mesmo que a atividade tenha se iniciado por uma situação cativante, é habitual à motivação, disparada por ela, perder rapidamente essa dimensão devido às tarefas intermediárias, ficando os objetivos finais da atividade de ensino prejudicados, por essa razão. As motivações extrínsecas podem ter, então, um papel de relevo nesses momentos, na medida em que antecipam a recompensa e, por isso, como

³ O elogio pode ser uma maneira viável e positiva de comunicar aos alunos que o professor aprova e enaltece seu desempenho ou envolvimento na aprendizagem.

afirma Bertão et al. (1999, p. 76), o mais freqüente é uma atividade ser determinada simultaneamente por motivos intrínsecos e extrínsecos.

Zusho et al. (2003) compendiam um modelo geral de motivação e de aprendizagem auto-regulada. Esse modelo propõe que certas características pessoais (idade, gênero, étnica, conhecimento prévio) e contextuais de sala de aula (tarefas acadêmicas, estruturas de recompensas, métodos instrucionais, comportamento do instrutor) influenciam o processo motivacional (crença de auto-eficácia, crença no valor da tarefa, meta orientação, afetividade)ⁱ e o processo cognitivo (estratégias cognitivas e de auto-regulação)ⁱⁱ. Os resultados dessas influências podem ser discernidos por meio de comportamentos, como as escolhas das atividades feitas pelo indivíduo, esforço, engajamento, persistência empregada e pelo desempenho na realização da tarefa. Os autores lembram que entre essas várias componentes existe uma interferência e uma reciprocidade mútua (p. 1081, 1083). Dentro do que vimos do modelo, então, temos a enfatizar a indicação da influência de um conjunto de fatores para se atingir a motivação e a aprendizagem, dentre os quais salientamos o papel das características contextuais, como os métodos instrucionais e as tarefas acadêmicas.

Ao examinarem diferentes pesquisas em motivação intrínseca, Martinez & Haertel (1991, p. 471) agrupam em três dimensões ou componentes o interesse na aprendizagem e que são denominados de apelo cognitivo, apelo à maestria e apelo social. Em Guimarães (2001a, p. 40) vemos que estudos teóricos e empíricos também identificam três características determinantes para a motivação intrínseca, designados por: necessidade de competência, necessidade de autonomia ou autodeterminação e necessidade de pertencer ou se sentir parte de um contexto. Concentremo-nos, inicialmente, nas primeiras dimensões ou características desses trabalhos. A necessidade para a competência, equivalente ao apelo à maestria, é compreendida como uma propensão natural e inata humana para envolver o interesse individual e exercitar capacidades de modo a interagir de forma competente em seu ambiente – um conceito ligado a ela é o de auto-eficácia (MARTINEZ; HAERTEL, 1991, p. 472; GUIMARÃES 2001a, p. 40). Em virtude das poucas capacidades inatas dos seres humanos para estas interações, faz-se necessário que aprendam e desenvolvam as exigidas capacidades (GUIMARÃES, 2001a, p. 39); por isso, a experiência de dominar uma tarefa desafiadora, e o aumento da competência dela resultante, traz gratificação e satisfação intrínseca. Por sua vez, o componente apelo cognitivo refere-se a uma classe de situações que estimulam a curiosidade e a fantasia. Compreende a curiosidade sensorial, instigada pela variabilidade visual e auditiva, e a curiosidade cognitiva, promovida por eventos inesperados ou paradoxais (ibid., p. 472). Devido à natureza contraditória deste segundo caso, e sabendo que a contradição é o

núcleo da idéia de desequilíbrio piagetiano (PIAGET, 1977), é perceptível uma associação entre a necessidade de competência ou de maestria e a noção de apelo cognitivo.

Com o propósito de reforçar a importância desses conceitos de motivação para os teóricos e com a finalidade de melhor defini-los, a fim estabelecer um modelo para a nossa investigação, destaquemo-los do trabalho de Pintrich e Schunk (1996)⁴. Neste, temos o apontamento de quatro origens para as atividades escolares favorecerem intrinsecamente a motivação e que devem ser contempladas no seu planejamento: o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia. O desafio caracteriza-se pela promoção de uma situação com certa complexidade, em que as habilidades ou conhecimentos dos estudantes são provocados, mas num nível intermediário de dificuldade, de forma passível de ser vencido com um emprego razoável de esforço. A curiosidade manifesta na conduta exploratória é ativada por situações ambíguas, incongruentes, surpreendentes, inesperadas, de novidade, que despertam a atenção dos alunos pelo fato de estarem em desacordo com suas crenças ou conhecimentos anteriores, além de incentivá-los a buscar a informação necessária para sua explicação⁵. O controle refere-se a uma situação em que o sujeito percebe-se fazendo parte do processo de aprendizagem, sabe que os resultados de desempenho dependem de seus esforços, tem a oportunidade de ser ouvido e pode fazer escolhas entre exigências diferenciadas. Por último, a fantasia caracteriza-se por situações que envolvam um faz-de-conta, favorecendo a motivação quando promove satisfações vicárias que não ocorreriam facilmente em situações reais.

Por final, destaquemos as últimas componentes ou características do trabalho de Martinez & Haertel (1991) e Guimarães (2001a). Estas dão destaque ao papel motivacional do contato interpessoal. No apelo social para o interesse temos a importância da influência na aprendizagem da existência de um meio ambiente cooperativo, em que o desejo de operar em conjunto com outros traz

⁴ Conforme também Fita & Tapia (2001, p. 38) e Pintrich et al. (1993, p. 184).

⁵ Relembrando Piaget (1977), podemos relacionar estas situações incongruentes com as perturbações conflitivas. No entanto, é possível generalizar essas situações se as condicionarmos também às perturbações do tipo lacunar. Em complemento às conflitivas que se associam a esquemas incompatíveis que precisam ser substituídos, para Piaget (op. cit.), as perturbações lacunares também respondem pelas necessidades insatisfeitas e se manifestam pela alimentação insuficiente de um esquema ou, de maneira mais concreta, por um déficit no conhecimento do sujeito.

satisfação, quando alguns objetivos comuns são destacados (MARTINEZ; HAERTEL, 1991, p. 472, 473). De forma complementar, para Guimarães (2001a) a necessidade psicológica de perceber-se pertencendo a um coletivo e de manter contato interpessoal, encontra-se na base de estabelecer um vínculo emocional ou de estar emocionalmente ligado e envolvido com pessoas significativas (ibid., p. 42).

Vemos, então, que o referencial teórico da motivação nos subsidia com um conjunto de elementos para estimular o interesse do aluno. Mais importante ainda, esse referencial não termina na esfera explicativa, mas auxilia a orientar a praxe, ao estabelecer estratégias didáticas que podem se fazer encaminhar, levando em conta a relação do sujeito com o saber. Desse modo, o alvo didático procurará se orientar no sentido de estimular o estabelecimento de vínculos do aprendiz com o mundo, consigo mesmo e com o outro. Para isso, respectivamente, faz-se necessário explorar a necessidade de competência ou maestria na interação com o ambiente (mundo), conjugando apelo cognitivo, necessidade de autodeterminação via crença de auto-eficácia, metas de orientação e afetividade (consigo mesmo) e, finalmente, explorando a crença no valor da tarefa e da componente social (outro), traduzida na relação com o professor e pares.

É preciso dizer que é na análise do processamento de textos de literatura que muitos dos traços da teoria da motivação, citados acima, têm mostrado influenciar o interesse na situação e no engajamento cognitivo dos estudantes (GRARNER apud PINTRICH et al., 1993, p. 184). Igualmente, é de se esperar que traços equivalentes, quando levados em consideração na preparação das atividades experimentais, despertem de maneira efetiva a motivação, como sugere o trabalho de Martinez & Haertel (1991). E isto, sem contar que o uso de material interessante tem como efeito colateral positivo instigar, em maior medida, a imaginação visual nos alunos, aumentando o emprego de imagens e a lembrança de experiências pessoais pela estimulação de emoções prazerosas, o que facilita a aprendizagem mediante a lembrança de conteúdos interessantes, conforme sinaliza Tobias (1994).

Para o que vai nos interessar a seguir, vemos, então, que a motivação intrínseca nos fornece um referencial explicativo do porque as pessoas se movem pela curiosidade e novidade.

III. Direcionamentos para experimentos cativantes

Sustentados nas reflexões da seção anterior passemos a compendiar orientações que subsidiam a elaboração e a utilização de atividades experimentais em sala de aula, com a finalidade de prender a atenção dos alunos.

A primeira idéia intuitiva que vem em mente, quando se deseja lançar mão de atividades experimentais para prender a atenção do aluno, é explorar a novidade ou o lúdico. No primeiro caso, isso é possibilitado pelo viés do curioso ou inesperado e o último pela provocação de sensações de prazer ou pelo desafio⁶. No entanto, apenas esses dois elementos são insuficientes dentro de um contexto com pretensão de ensino-aprendizagem, pois a tarefa pode vir a acabar em simples entretenimento. Por esses elementos, poderíamos questionar o que diferencia, por exemplo, um passeio num parque de diversões ou em um playground, de uma visita a um zoológico, a um museu ou feira de ciências ou da realização de um experimento no local escolar? Certamente, a componente lúdica está fortemente presente ou é inevitável que esteja para o sucesso dos ambientes nas duas primeiras situações citadas, sendo que o fator novidade é desejável, mas não necessário. Todavia, o inverso é que fica manifesto para as situações restantes. Ora, isto é assim, na medida em que a intenção por detrás dos primeiros dois ambientes, que exploram o lúdico e a novidade, é instigar algo que fale só aos nossos sentidos. Nesses casos, os aspectos lazer e diversão estão em primeiro plano, ao passo que os últimos quatro ambientes, pelo contrário, buscam ou pretendem buscar a cultura o conhecimento e, desta forma, visam tudo aquilo que aprimora os nossos sentidos. Estendendo-nos um pouco mais nesse ponto, diríamos, ademais, que os últimos ambientes esforçam-se em disseminar novos conhecimentos. Enquanto eles são planejados para serem geradores de perguntas de estilos porquês e “comos”, os primeiros ambientes não têm nenhuma dessas pretensões e quando carregam alguma novidade, a natureza, em geral, das perguntas não extrapola o segundo estilo, no intento de entender o funcionamento de alguma atração ou brinquedo. Nos dias atuais da multimídia tecnológica, o desafio dos espaços de divulgação científica e tecnológica, e porque não, também, do educador da escola básica, é tentar conjugar cultura com novidade e, se possível, com entretenimento.

Mas, especificamente no que tange às considerações a respeito das atividades experimentais escolares, com intenção de proporcionar qualidade cativante, devemos avançar na conceituação da idéia de novidade. Para isso, entendemos que o formato dessas atividades deve, basicamente, explorar duas

⁶ Damos à palavra desafio o sentido, não só de competição lúdica com outros, mas também de superação de limites consigo mesmo (p.ex., um jogo solitário onde o adversário seria uma máquina ou a situação em si).

dimensões do interesse. Designaremos essas dimensões por apelo à satisfação de baixo nível e apelo à satisfação de alto nível.

A característica de uma atividade sustentada na dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível pretende instigar a motivação recorrendo ao bizarro, ao chocante, ao lúdico, à magia, à fantasia e, essencialmente, atua na esfera da gratificação sensorial. Adicionalmente, o objeto psicológico relacionado com essa dimensão compreende, também, o desafio em dominar ou exercitar destrezas mecânicas. Como se vê, ambos os aspectos dessa dimensão têm uma aproximação direta com o entretenimento. Exemplos ilustrativos da primeira situação são experimentos ou demonstrações de química com a substância Luminol que produz luminescência ou, para ilustrar a teoria dos radicais livres, pode-se passar amoníaco várias vezes sobre um filtro coberto com palhetas de iodo, para obter iodeto de amônio que, ao ser secado com cuidado, explode ao mínimo contato. Em física, podemos citar equipamentos barulhentos que explorem movimento, como experimentos de colisões com carrinhos do estilo Funbec, que façam uso de didáticos motores elétricos ou térmicos que espantam pela simplicidade ou, pelo contrário, que apresentem uma maquinaria curiosa, mostrando-se incomuns e bizarros. Citemos, ainda, aparelhos como bobinas de Tesla ou geradores de Van de Graaf que dão sensação de perigo, pois produzem raios devido à alta tensão produzida. Por outro lado, os Van de Graaf são bizarros, quando usados para levantar o cabelo das pessoas. As bobinas de Tesla dão efeitos inesperados quando ascendem lâmpadas fluorescentes suspensas e isoladas no ar, do mesmo jeito que simples canudinhos de refrescos podem ser usados para acender lâmpadas néon por efeito eletrostático. Em biologia, podemos imaginar a possibilidade de visita a museus ou laboratórios onde se podem ver dinossauros ou espécimes com anomalias genéticas que, por suas características de volume ou monstruosidade, chegam a impressionar. Um possível exemplo da segunda situação, que é realçada por um contexto social competitivo entre os estudantes, é a proposta de aplicação de conhecimentos de cinemática, em que o simplório experimento de uma régua em posição vertical, lançada entre os dedos da mão e em queda livre, é utilizado como desafio para achar o menor tempo de reação de um sujeito para segurá-la⁷. É interessante observar que na primeira metade do século passado, Bachelard (1999, p. 49) já observara que os jovens ficam fascinados pelas experiências perigosas ou violentas e que elas provocam lembranças exageradamente valorizadas.

⁷ Cf. Máximo & Alvarenga (2000, p. 74).

Por sua vez, as atividades empíricas com propriedades baseadas na dimensão do interesse por apelo à satisfação de alto nível, pretendem instigar a motivação, invocando a maestria, com o objetivo de solucionar problemas ou de recorrer à competência intelectual, a fim de controlar o ambiente experimental defrontado. Ao atuar em nível cognitivo o desafio, agora, volta-se para o processo de construção de representações necessárias para levar a cabo uma tarefa, visando dominá-la, com o propósito de compreendê-la e resolvê-la. Genéricos exemplos desse tipo de experimentos são os que exploram contradições, incongruências, controvérsias, eventos paradoxais, sendo, portanto, elaborados para incitar previsões erradas ou contraditórias dos estudantes, causadas por insuficiência lacunar do conhecimento do aprendiz ou conflitiva (PIAGET, 1977, p. 32).

Assim, no que diz respeito à relação cognitiva do sujeito com o objeto experimental, a dimensão do interesse de baixo nível permanece restrita ao periférico, ao superficial, aos observáveis, já que a satisfação da pessoa resulta do resultado mais imediato e exterior do objeto e decorre de estímulos de um prazer momentâneo. Esse contato inicial sujeito-objeto alcança ou permanece tão somente no aspecto inventariante, descritivo e isolado dos dados da observação ou dos resultados imediatos da ação. É na dimensão do interesse de alto nível, entretanto, que se coloca a possibilidade da abstração conceitual: primeiramente, por tomada de consciência do estabelecimento de relações gerais entre as variáveis observáveis em nível legal ou lógico-matemático (GARCÍA, 1982, p. 36); em segundo lugar, pela busca do domínio competente das razões, dos “comos” e porquês. Justamente com a coordenação destes com as relações estabelecidas é que se chega a ultrapassar a mera fase descritiva para buscar a significação, a explicação causal atribuída ao objeto (ibid.). Em suma, voltar à atenção do sujeito dos observáveis imediatos e desconectados (apelo à satisfação de baixo nível) para a coordenação dos mesmos, objetivando atingir a construção conceitual dos mecanismos internos ocultos desses observáveis, por consideração das relações lógico-matemáticas e conexões causais referentes às propriedades do objeto (apelo à satisfação de alto nível) é deixar o produto que surge à primeira vista, e que atende apenas os sentidos, para dirigir-se à gratificação intelectual trazida pela competência.

Por isso, uma atividade experimental cativante planejada para apelar à dimensão de baixo nível de interesse, se inserida num esforço pedagógico, deve, concomitantemente, vislumbrar no horizonte um apelo à dimensão do interesse de alto nível. Vale notar que em referência à primeira dimensão do interesse, enquanto a relação sujeito e objeto cativante apresenta certa autonomia, a segunda dimensão só consegue ser imaginada por recorrência à mediação do

professor, a fim de que o aprendiz promova as inferências necessárias de modo a compor os observáveis com o conteúdo a ser ensinado, objetivando viabilizar o processamento da construção do conhecimento científico.

Em última instância, sinteticamente, o ideal de uma proposta prática cativante deveria tratar, basicamente, de conjugar duas dimensões, a fim de vencer a contradição gerada, por assistência de um encaminhamento instrucional adequado, no intuito de integrar evento e conteúdo.

A título de exemplificar o que foi discutido, citamos o caso da natureza curiosa espicaçada pelo simplório experimento hidrostático de inverter, sem derramar, um copo cheio de água, tapado com um pedaço de folha de papel. Para que essa atividade de característica notadamente cativante não se reduza à dimensão de baixo nível, estabelecida pelo impacto ou estranheza da água não verter, o processo de satisfação de competência, dada pela dimensão do interesse de alto nível, se vê aproveitado à proporção que se instigam questionamentos a respeito do possível limite da altura da água e das variáveis envolvidas, buscando a tomada de consciência das relações legais envolvidas, assim como a conceituação do fenômeno junto às noções curriculares de pressão atmosférica, pressão hidrostática e diferença entre essas pressões. Obviamente que durante a seqüência de instrução se faz necessário juntar outras ações auxiliares complementares correlacionadas, que podem se servir das mesmas dimensões⁸. Nestes casos, os apelos motivacionais ficam presentes nas novas apresentações e uma constatação do processo de aprendizagem começa a surgir quando há a superação dos dados da observação por evidência de compreensão, pois se transforma o incongruente, o inesperado, o paradoxal em coerente, em esperado, em dedutível, por fim, em previsível e generalizável.

Alguns comentários adicionais precisam ser feitos a respeito das dimensões do interesse. Primeiro, temos em conta, lembrando as características pessoais de Zusho et al. (2003) na seção precedente, a não independência de pessoas ou mesmo de faixa etária, dessas dimensões. Conseqüentemente, há uma

⁸ Novas atividades experimentais, entre outras criativas idéias que podem ser encontradas na literatura de instrumentação para o ensino, poderiam ser baseadas no emprego, por exemplo, da análise das diferenças de pressão que dão compreensão ao comportamento das ventosas de parede, reproduzindo as idéias de Otto von Guericke em pequena escala, ou a idéia de se queimar um pequeno pedaço de papel num copo e colocar uma bexiga cheia de modo que ela tape a boca do copo na iminência do fogo se apagar (isso cria uma diferença de pressão tal que a bexiga consegue segurar o pesado copo quando a puxamos para cima) ou mesmo discutir o que sustenta uma pessoa sobre uma garrafa Pet fechada ou que faz uma lata de alumínio vedada, quando sugada o seu ar interior por um canudo, ser esmagada etc.

natureza idiossincrática ligada a elas, como já havíamos adiantado neste estudo, já que dependem do *background* dos indivíduos. Isto significa uma sujeição das mesmas a um conjunto de conhecimentos, experiências ou, numa acepção mais geral, da trajetória de vida que compõe a base intelectual de alguém e que resultam em maneiras de ver, sentir, reagir de maneira muito pessoal à ação de agentes externos. Assim, a dificuldade de generalizar a aplicação de um experimento cativante fundamentado nessas dimensões, se faz evidente.

Um segundo ponto refere-se à dimensão do interesse por apelo social, que tocamos de passagem. Sem dúvida que não se pode menosprezar ou desconsiderar essa dimensão da motivação, pois a necessidade de satisfação emocional de se perceber como parte de um grupo, de manter contato com outras pessoas, deve ser aproveitada como elemento motivacional. Imbricar essa dimensão ao elemento desafio da dimensão de baixo nível, via competição, por exemplo, é uma maneira possível de coordenar momentos individuais e colaborativos, o que além de potencializar desejados comportamentos sociais (ZABALA, 1998), também vem na direção do aprimoramento cognitivo. Além disso, na mesma linha de raciocínio, como comentam Rioseco & Romero (1997, p. 259) e Cardoso & Colinvaux (2000), e lembrando novamente Zusho et al. (2003), são os contextos cotidianos que têm sentido para o aluno, que despertam seu interesse e favorecem uma disposição positiva para a aprendizagem. De fato, uma seleção experimental baseada unicamente nos apelos à satisfação de baixo e alto nível pode se tornar limitada para sustentar a motivação em uma unidade didática mais ampla ou até mesmo em uma reduzida atividade ou tarefa de ensino (ZABALA, 1998, p. 17, 18). Considerado isso, provavelmente, está nas componentes auxiliares complementares, num sentido mais amplo, a oportunidade de se continuar imprimindo e alimentando um desejável alongamento temporal cativante à atividade experimental, que precisa ser compreendida dentro de uma tarefa, não deixando que a mesma produza apenas um pico instantâneo e isolado de interesse. Às vezes, o que é ainda pior e mais corriqueiro de acontecer, é a própria atividade prática não contar com as desejáveis dimensões do interesse de baixo e alto nível, e as componentes auxiliares, como a dimensão social, talvez se tornem as exclusivas alternativas com as quais se pode contar para tentar promover o interesse.

Um último ponto importante que gostaríamos de realçar, é o fato da motivação rapidamente decair ou se perder, caso aconteça do aluno ficar sem domínio do entendimento das suas ações empreendidas em seguida ou durante as diversas partes de uma atividade experimental. Sucede disso, que mesmo em havendo motivação inicial, disparada pelo experimento, a perda de conexão entre partes ou procedimentos da atividade, faz com que as ações intrinsecamente

motivadas, de início, caíam em simples operacionalizações mecânicas, desmotivadas e, por implicação, de baixa significação e sem sentido. Charlot (2000) de novo nos orienta que, para haver atividade, a pessoa deve mobilizar-se. Para que se mobilize, a situação precisa apresentar significado para ela (p. 54), portanto, precisa ter sentido, um valor, um desejo (p. 58). Não basta, então, segundo esse autor, motivar-se por algo externo, mas é preciso que o significado não se perca para dar continuidade à mobilização, um aspecto que vem de dentro do sujeito (ibid., p. 55). No fim, para Charlot, são indissociáveis esses dois conceitos, pois uma pessoa se mobiliza para alcançar um objetivo que a motiva e se sente motivada por algo que a mobiliza. Além de Charlot, em Kubli (2005) e Stipek (1993) encontramos uma explícita correspondência entre motivação e sentido. No trabalho deste último autor, vemos o relato de diversas pesquisas mostrando que tarefas com significado pessoal apresentam elevado nível de motivação (STIPEK, 1993, p. 94-95). Para o primeiro autor, um entendimento semelhante é feito quando vemos-lo associando desinteresse e mesmo aborrecimento com falta de significado próprio de um sistema de pensamento interno. Ele diz que os seres humanos precisam dar sentido à situação em que se encontram, o que acontece quando há integração de eventos entorno de um sistema centrado nas suas pessoas, nos seus desejos e necessidades imediatas (ou não tão imediatas) (KUBLI, 2005, p. 507). Diante disso, entendemos que precisa existir uma aproximação entre motivação e sentido, pois a falta deste em qualquer atividade de ensino, resulta num decaimento rápido da primeira. Logo, para que um sujeito mantenha-se motivado em uma atividade, esta precisa começar-lhe a fazer sentido, ainda que a sua falta inicial, pelas contradições e situações paradoxais geradas, seja a força motora primeira da motivação, com vista à superação de uma necessidade insatisfeita, lembrando Piaget (1977).

Para terminar as nossas considerações acerca de experimentos cativantes, tentamos sugerir uma forma operacional para constatar se uma atividade experimental planejada com esse fim se mostra bem sucedida. Como vimos, a teoria da motivação sugere algumas condutas que se esperam observar quando alguém se encontra num estado motivado ou não. Para uma maioria de estudantes são esperadas, por conseguinte, condutas de engajamento, esforço ou persistência empenhada na atividade e qualidade de desempenho na realização da tarefa Zusho et al. (2003, p. 1081). A estas podemos acrescentar a ocorrência de cooperação e interação positiva entre os sujeitos, como também de condutas, mais facilmente quantificáveis pelo número das perguntas espontaneamente realizadas, qualidade das mesmas e tempo de atenção que o evento em si consegue atrair.

IV. Conclusão

Por meio das dimensões do interesse por apelo à satisfação de baixo e alto nível, construídos a partir da reformulação originada de uma reestruturação e redefinição de um conjunto de conceitos intimamente relacionados e complementares obtidos da literatura acerca da teoria da motivação, procuramos fundamentar conceituações para orientar e justificar a elaboração de atividades experimentais cativantes. Experimentos que embutem no seu planejamento aspectos como os aqui delineados têm, por força da argumentação teórica esquadrihada, a possibilidade de servir de heurística para disparar a motivação da aprendizagem das lições escolares.

Dentre as muitas possibilidades que um professor de ciências tem ao seu alcance, para prender a atenção dos alunos em sala de aula, as atividades práticas interessantes certamente jogam um papel significativo nesse processo. Como tentamos enfatizar mais de uma vez, não se está a subestimar a influência de outras variáveis igualmente essenciais à motivação do aluno. Variáveis que precisam estar igualmente postas no cenário de ensino, já que as atividades empíricas por si só representam um instante ou uma parte efêmera desse cenário. Conseqüentemente, é prioritário que o aprimoramento das pesquisas continue ocorrendo para que se compreendam outros fatores que, associados com os aqui apontados, promovam um aumento do interesse do aluno de maneira a induzir uma aprendizagem com significação e prazerosa.

Uma investigação que reclama uma continuação nesse sentido deve tentar entender os mecanismos para se realizar a difícil transição da dimensão do interesse por apelo à satisfação de baixo nível para a de alto nível, sem que haja perda de motivação devido à austeridade formal necessária para alcançar a plena conceituação. Uma exigência que se torna imperativa, principalmente a partir do ensino médio. Nisto, vem à lembrança um dito de Bachelard (1999) que advertiu que nos ensinamentos mais elementares as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse; é indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto (ibid., p. 50). Como realizar esse procedimento sem que o interesse se extinga, é um problema para as pesquisas.

Todavia, talvez o princípio maior por detrás de se potencializar ao máximo a motivação, no qual as atividades cativantes se circunscrevem, é a idéia de empregar um pluralismo metodológico (LABURÚ et al, 2003) em que variadas tarefas e a diversificação de métodos se tornam cruciais para a motivação dos alunos (GUIMARÃES, 2001b, 83), em torno de uma unidade didática (ZABALA, 1998, p. 18), como um todo.

Enfim, espera-se que as reflexões deste estudo contribuam para orientar o educador científico na seleção de determinados experimentos para estabelecer um clima psicológico adequado, de modo a promover um maior envolvimento dos alunos em sua aprendizagem. Portanto, estar consciente de fatores que influenciam na elaboração de demonstrações experimentais cativantes, com a finalidade de auxiliar no desafio pedagógico de levar os alunos a se dedicarem e quem sabe, até mesmo, capturá-los no objetivo do ensino, é fundamental. Mas, preferimos deixar a mensagem de que está na pessoa do professor ou professora, mais do que qualquer objeto ou tipo de recurso, o centro maior da motivação dos alunos.

Referências

ADELMAN, H. S.; TAYLOR, L. Enhancing motivation for overcoming learning and behaviour problems. **Journal of Learning Disabilities**, v. 16, n. 7, p. 248-92, 1983.

ARRUDA, S. M. **Entre a inércia e a busca. Reflexões sobre a formação em serviço de professores de Física do ensino médio**. 2001. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.

BERTÃO, A. M.; FERREIRA, M. S.; dos SANTOS, M. R. **Pensar a escola sob os olhares da psicologia**. Biblioteca das Ciências do Homem, Edições Afrontamentos, Porto, Portugal, 1999.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. **A motivação do aluno**. Petrópolis: Editora Vozes, 2001.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

GARCÍA., R. El desarrollo del sistema cognitivo y la enseñanza de las ciencias. **Rev. Consejo Nac. Tec. de la Educación**, v. 42, México, 1982.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. **A motivação do aluno**. Petrópolis: Editora Vozes, p.37-57, 2001a.

_____ A organização da escola e a sala de aula como determinante da motivação intrínseca e da meta de aprender. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. **A motivação do aluno**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 78-95, 2001b.

KUBLI, F. Science teaching as dialogue – bakhtin, vygostky and some applications in the classroom. **Science & Education**, v. 14, p. 501 – 534, 2005.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Por um pluralismo metodológico para o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

MARTINEZ, M. E.; HAERTEL, E. Components of interesting science experiments, **Science Education**, v. 75, n. 4, p. 471-479, 1991.

MATTHEWS, B. Promoting emotional literacy, equity and interest in science lessons for 11-14 years old; Improving science and emotional development' project. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 3, p. 281-308, 2004.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Editora Scipione, 2000. v. 1.

McCASLIN, M.; GOOD, T. L. The informal curriculum. In: BERLINER, D. C.; CALFEE, R. (Eds.). **Handbook of Educational Psychology**. New York: Simon & Schuster Macmillan, p. 622-70, 1996.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**, Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento - equilíbrio das estruturas cognitivas**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1977.

PENNA, A. G. **Aprendizagem e motivação**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.

PICHON-RIVIÈRE, E. **O processo grupal**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. **Review of Educational Research**, v. 63, n. 2, p. 197-199, 1993.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education: theory, research, and applications**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall Inc., 1996.

RIOSECO, M. G.; ROMERO, R. La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo (253-262). In: ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 1997, Burgos, España. **Actas...**

SALISBURY-GLENNON, J. D.; STEVENS, R. J. Addressing preservice teachers' conceptions of motivation. **Teaching and Teacher Education**, v. 15, n. 7, p. 741-752, 1999.

STIPEK, D. J. **Motivation to learn: from theory to practice**. 2. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1993.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. A revisionist theory of conceptual change. In: DUSCHL, R.; HALMILTON, R. (Eds.). **Philosophy of Science and Educational Theory and Practice**. Albany: Sony Press, 1992. p. 147-176.

SAINT-ONGE, M. **O ensino na escola. O que é, como se faz**. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação na escola. O que é como se faz**. 4. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

TOBIAS, S. Interest, prior knowledge, and learning. **Review of Educational Research**, v. 14, n. 1, p. 37-64, 1994.

VILLANI, A.; ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E Perfil conceitual e/ou subjetivo? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, III, 2001, São Paulo. **Atas...** (CD-ROM 18p, 2001)

WHITE, R. T. The link between the laboratory and learning, *International Journal of Science Education*, 18, 7, 761-774, 1996.

WOOLFOLK, A. E. **Psicologia da Educação**. Porto Alegre: Artes Médica, 2000.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Artmed: Porto Alegre, 1998.

ZUSHO, A.; PINTRICH, PL R.; COPPOLA, B. Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 9, p. 1081-1094, 2003.

ⁱ Conforme Zusho et al (2003) esses termos se referem: Crença de auto-eficácia é o julgamento ou conceituação do estudante a respeito da sua capacidade em executar uma tarefa, tanto quanto à sua crença sobre suas ações; crença no valor da tarefa diz respeito à importância e à utilidade do curso em geral; meta orientação refere-se à meta de aprender e entender o curso, assim como, a meta de desempenho em ser melhor ou exceder os outros estudantes no curso; o processo afetivo é definido como o interesse pessoal no curso ou assunto e com a ansiedade ou preocupação em fazer bem na sala, tendo, nesse caso, conseqüências negativas sobre a cognição e o desempenho (p. 1083). Muitos desses conceitos têm paralelo com a idéia de relação com o saber de Charlot (2000, p. 72), como vimos na Introdução.

ⁱⁱ As estratégias cognitivas dividem-se em nível superficial e profundo de processamento. No nível superficial, tem-se a memorização e as receitas (rehearsel). No nível profundo, temos a organização que faz uso de diagramas, tabelas, esquemas etc., e a elaboração do conteúdo relacionando novas idéias do curso com outros esquemas e conceitos preexistentes. As estratégias de auto-regulação tratam da metacognição, em que opera a observância do planejamento, monitoramento da cognição e entendimento do material do curso (op. cit.).