

Pesquisa em Ensino de Física

Comentários sobre as Orientações Curriculares de 2006 para o ensino da física

(Comments about the 2006 Curricular Orientations for physics education)

Elio Carlos Ricardo¹, José Francisco Custódio² e Mikael Frank Rezende Junior³

¹REHSEIS/Université Paris 7, Paris, France

²Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil

³Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil

Recebido em 3/9/2007; Revisado em 7/3/2008; Aceito em 20/3/2008; Publicado em 7/7/2008

Este artigo apresenta alguns comentários acerca das novas Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2006. O principal objetivo foi mostrar e discutir algumas diferenças relevantes entre a versão preliminar e a versão oficial destes documentos, mais especificamente, em relação à noção de competências e do ensino da física moderna.

Palavras-chave: orientações curriculares, ensino de física moderna, competências, ensino de física.

This article presents some comments about the new 2006 Curricular Orientations for High School Teaching. The main objective is to show and discuss some relevant differences between the preliminary and the official version of those documents, more specifically, about the notions of competences and modern physics teaching.

Keywords: curricular orientations, physics modern teaching, competences, physics education.

1. Introdução

Em 2006 o Ministério da Educação publicou e distribuiu as novas Orientações Curriculares para o Ensino Médio [1]. Esse documento foi elaborado a partir das discussões realizadas em seis seminários ocorridos em 2004, com a participação de professores do nível médio e de técnicos das secretarias estaduais de ensino, nos quais foram discutidos, entre outros temas, textos analíticos das orientações anteriores, em especial as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+), além de novas alternativas didáticas.

Entretanto, para o caso da disciplina de física, os consultores que participaram do processo de elaboração e discussão das orientações preliminares e dos seminários se retiraram na fase final. Assim, a versão oficial foi consolidada pela equipe técnica do Departamento de Políticas de Ensino Médio/SEB/MEC, a qual apresentou algumas diferenças, divergências e a supressão de aspectos relevantes em relação à versão originalmente elaborada.² Desse modo, propomo-nos a resgatar aqui parte das discussões que foram suprimidas, em especial a que se refere à inserção da física mo-

derna no nível médio e as que tratam o ensino por competências como um problema de referência dos saberes escolares e de colocar a relação didática em perspectiva. Entendemos que tais esclarecimentos podem facilitar a compreensão e implementação das orientações sugeridas naquele documento e alimentar a permanente reflexão das práticas educacionais.

2. Um ensino por competências

Na versão originalmente elaborada para os seminários, a noção de competências havia sido considerada e discutida sob dois aspectos: a) como um problema de referência dos saberes escolares e b) pensar a relação didática em perspectiva. Para isso, é preciso entender que uma relação didática comporta um conjunto de variáveis que vai além da relação entre professor-alunos ou entre alunos-conteúdo. O Esquema 1 pode ajudar a esclarecer.³

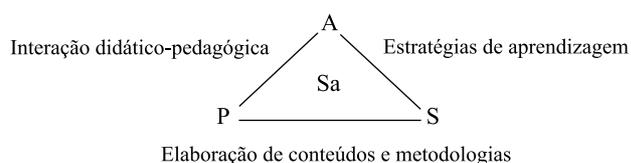
A representa o aluno, **P** o professor, **S** o saber a ser ensinado, que não coincide necessariamente com aquele que é trabalhado na sala de aula, e **Sa** as situações de aprendizagem, que se encontram no coração

¹E-mail: elio_ricardo@hotmail.com.

²Esta versão a que nos referimos é a mesma citada em nota de pé de página Na Ref. [1], p. 45.

³Extraído da Ref. [2] com adaptações da Ref. [3].

da relação didática. Todas essas interações e mediações estão relacionadas entre si e ocorrem dentro de um sistema didático mais amplo que a relação didática, pois ocorrem fora da sala de aula também, e sofrem influências internas e externas. Cada um desses subconjuntos de interações poderia ser discutido com mais profundidade, mas transcenderia o objetivo do presente trabalho⁴. Nesse momento, é relevante considerar que toda a relação didática está definida em um espaço e um tempo precisos: a escola. Além disso, ela comporta mais variáveis que apenas o professor, o aluno e o saber a ensinar e contém um conjunto de regras e obrigações explícitas e implícitas entre o professor e o aluno/alunos.⁵ Guy Brousseau [8] chama de Contrato Didático esse jogo de expectativas e responsabilidades recíprocas entre professor e aluno/alunos.



Esquema 1 -

Essa relação didática, que está bem definida, teria que prever sua extinção na perspectiva de um ensino por competências. Ou seja, as escolhas feitas pelo professor e pela escola nesse espaço definido teriam que considerar a etapa posterior a ela, quando o aluno não estará mais sob a tutela do professor. Espera-se que os alunos continuem mantendo certa relação de aprendizagem e compreensão com novos saberes depois da escola e que sejam capazes de transpor os conhecimentos apreendidos em novos contextos, diante de novas situações. A isso se está chamando de colocar a relação didática em perspectiva. Nesse caso, o caminho sugerido seria estabelecer inicialmente as competências a serem construídas na escola e depois escolher os conteúdos e metodologias que poderiam contribuir nessa direção. Frequentemente se faz o contrário: a partir do que sempre se fez, espera-se atingir objetivos mais amplos, o que nas práticas usuais é confundido com competências. Todavia, permanece um ensino meramente conteudista e tendo apenas o saber sábio⁶ como referência. Isso é muito difícil, senão impossível de ocorrer. Exceto, talvez, para aqueles alunos que continuarão seus estudos em nível superior ou em alguma formação profissional. Uma formação por competências exige não apenas a atualização dos conteúdos, mas também novas práticas educacionais.

Como destaca Meirieu [10], o aprender consiste em compreender e se apropriar de uma parcela do mundo exterior e construir um novo sistema de representações

cada vez mais aprimoradas e que permitam uma certa ação sobre esse mundo. Nesse sentido, é preciso considerar que as Situações de Aprendizagem (**Sa**) não se encerram em situações-problema, pois se pode cair em um espontaneísmo em achar que os conhecimentos irão surgir destas de forma natural. Para superar a mera prática da informação, há que se buscar situações de utilização dos conhecimentos e isso não significa, por exemplo, a simples resolução de exercícios padronizados. Nesse caso, haverá apenas uma transposição mecânica de procedimentos, sem a compreensão. Não é por acaso que os alunos, na maioria das vezes, sequer consideram as unidades básicas ou derivadas nos resultados dos exercícios, pois estas não lhes dizem nada, ou muito pouco. O caminho das competências estaria adiante disso, pois além dos mecanismos de pensar padronizados, forneceria os meios heurísticos para enfrentar situações diferenciadas, encarando diferentes pontos de vista; algo valioso, principalmente fora da escola.

O Esquema 2⁷ a seguir foi construído dentro dessa perspectiva, mostrando algumas possibilidades de tratamento de tópicos de física moderna. Ou seja, tentou-se mostrar as interações possíveis entre os temas. Contudo, caberá ao professor organizar e escolher quais desses assuntos trabalhar em sala e o quanto aprofundar cada um dos conceitos envolvidos. Não se trata de ensinar tudo, mas ensinar bem. A meta maior é a autonomia crítica do sujeito, especialmente, depois da escola, mas começando por ela.

3. Radiações e suas interações: explicando o Esquema 2

Para este exercício, tomamos como exemplo a Unidade Temática 2 “Radiações e suas Interações”, do tema 5 “Matéria e Radiação”, sugerida pelos PCN+. As competências indicadas para essa unidade são:

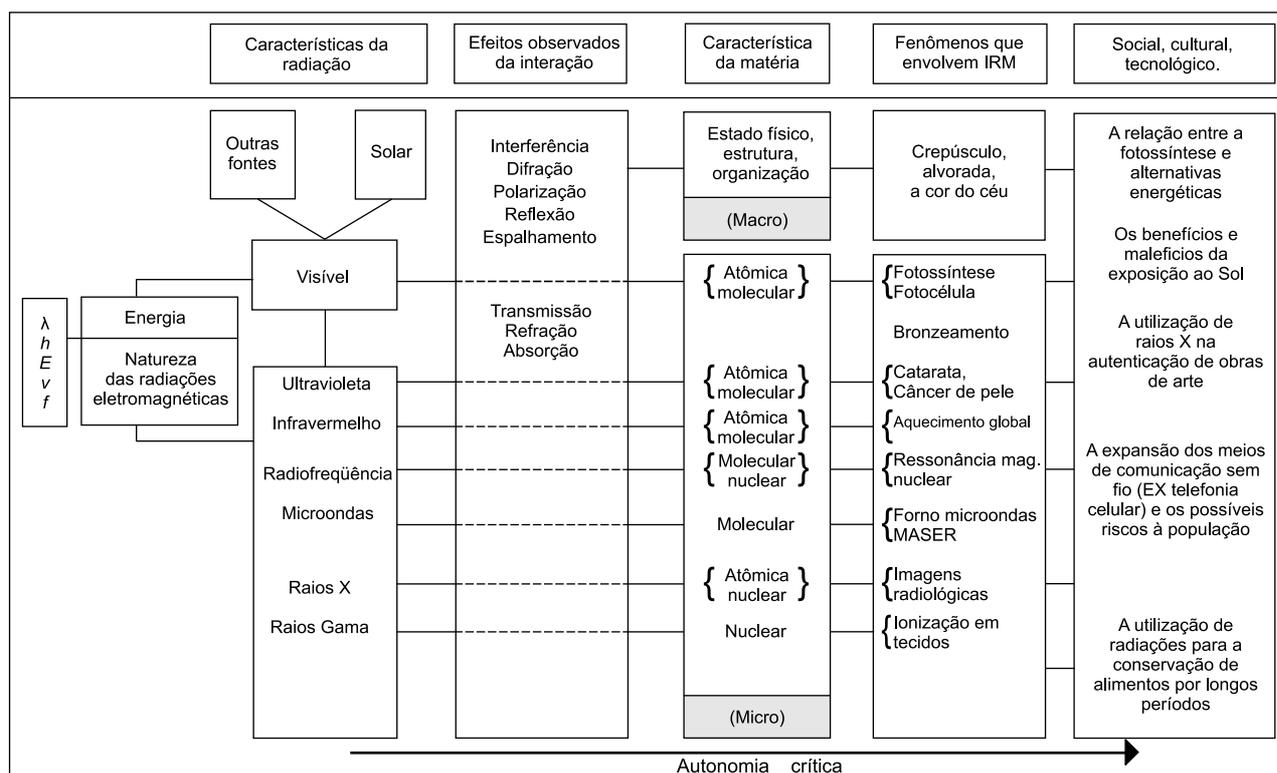
- identificar os diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia etc.);
- compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias;
- avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não-ionizantes em situações do cotidiano [11].

⁴Para aprofundamento, ver Refs. [4, 5].

⁵Para aprofundamento, ver Refs. [6, 7].

⁶No sentido atribuído por Chevallard [9].

⁷Este esquema já fazia parte da versão preliminar citada anteriormente e permaneceu na Ref. [1], p. 59.



Esquema 2 -

Embora a forma de apresentação pareça sugerir uma seqüência didática única a ser trilhada pelo professor, as discussões que se seguem mostrarão o grande número de possíveis caminhos a serem seguidos, os quais dependerão dos objetivos de ensino, das particularidades de cada escola e do projeto político-pedagógico vigente.

A organização da unidade temática em cinco categorias (características da radiação; efeitos observados da interação; características da matéria; fenômenos que envolvem a interação da radiação com a matéria; social, cultural e tecnológico) obedece a uma mera separação com fins explicativos. Ela não representa uma ordem temporal de conteúdos a serem ensinados. Entretanto, essa separação pode ajudar a iluminar alguns fatores negligenciados na maneira tradicional de ensinar a radiação eletromagnética e suas interações, quando tal prática ocorre.

Existem competências mais ligadas ao caráter intrínseco do conhecimento físico, como o reconhecimento de símbolos, das relações de causa e efeito, de modelos físicos, dentre outras. Isso não deveria tornar-se um limite intransponível ao professor, mas há necessidade de contemplar também outros aspectos gerais. Caso escolha tratar apenas dos conteúdos deixará de desenvolver plenamente, por exemplo, competências ligadas ao contexto sócio-cultural (conectadas aos assuntos à direita do Esquema 2). Acompanhando a seta indicativa no Esquema, percebe-se que a autonomia crítica tende

a aumentar quando o aprendizado se expande para além de assuntos puramente científicos, como avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico, avaliar o papel do desenvolvimento tecnológico, compreender aparatos tecnológicos e seus impactos na vida social e assim por diante. Mais do que saber conteúdos de física, isso requer, sobretudo, uma participação ativa e uma compreensão da complexidade de um mundo em transformação. Entretanto, entender a autonomia crítica caminhando para sua maximização com a competência geral de contextualização sócio-cultural não quer dizer que o contexto seja o ponto final, pois o trabalho pedagógico pode e deve ser iniciado pelo contexto no qual os conhecimentos se inserem.

Uma nova abordagem não deveria limitar-se, por exemplo, a expor apenas as características das radiações próprias ao seu caráter ondulatório, a propriedade de se difratarem ao passar por um obstáculo, ou interferirem construtiva ou destrutivamente, mas também características como absorção, refração e transmissão, que ampliam seu sentido quando associadas a uma compreensão da estrutura da matéria.

Tratar a refração da luz do ponto de vista da óptica geométrica limita o seu estudo à Lei de Snell ($n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2$), na qual os índices de refração (n) são apresentados sem a devida discussão das informações que tais variáveis carregam sobre a estrutura da matéria. Em geral, sobra dessa abordagem a impressão de que

a refração é apenas um desvio da luz ao passar de um meio para outro. Um novo enfoque exige tratar o índice de refração como um efeito “visualizável” da interação, portanto, uma medida das interações sofridas pela radiação ao penetrar a matéria. Há, nesse caso, um entendimento mais profundo das propriedades da luz, mas também a respeito da matéria.

Nesse sentido, é possível caracterizar o espectro eletromagnético por suas diferentes formas de interagir com a matéria, lembrando que as características da matéria também entram em jogo. Assim, a classificação das radiações eletromagnéticas em termos de frequência ou comprimento de onda não pode ser afastada da compreensão da quantidade de energia que essas radiações carregam. Entender a interdependência entre a quantidade de energia e a frequência da radiação eletromagnética permite compreender o que irá definir a qualidade da interação. Por outro lado, a maneira de absorver a energia das radiações depende da estrutura da matéria. Átomos isolados, moléculas ou aglomerados moleculares permitem distintos níveis de interação. Por exemplo, um átomo isolado de hidrogênio (gás) apresenta preferencialmente interações no nível atômico, regidas pelas transições eletrônicas, produzindo um espectro que vai do infravermelho (IV) ao ultravioleta (UV), passando pela luz visível. Já quando o hidrogênio se liga ao átomo de oxigênio formando a molécula de H_2O , além da possibilidade da interação em nível atômico, ocorrem preferencialmente interações no nível molecular, na faixa das microondas. Destacar essas relações propicia o desenvolvimento de modelos explicativos fundamentais na tríade **características da radiação – características da matéria – efeitos observados da interação**.

Certamente, ao se falar em efeitos observáveis deve-se levar em conta que não significa “vê-los” no seu sentido mais comum. Contudo, é possível construir modelos que levem os alunos a uma dimensão mais abstrata das interações da radiação com a matéria. Para concretizar esse objetivo necessita-se de um trajeto aproximativo a partir do qual gradualmente o aluno possa compreender e construir explicações para a ocorrência de uma série de eventos em escala microscópica (por exemplo, transições eletrônicas), bem como fazer uso dessa ferramenta na construção de explicações em escala macroscópica (por exemplo, o azul do céu). Nesse sentido, a coluna fenômenos do Esquema 2 sugere um nível mais perceptível, ou seja, mais próximo do universo vivencial dos estudantes. Tais fenômenos podem formar um bom apoio para o professor contextualizar a unidade temática.

Iniciando-se o desenvolvimento da unidade temática pela aparente coloração azulada do céu é possível apresentar, mesmo que intuitivamente, os processos de absorção e transmissão de determinadas frequências de ondas eletromagnéticas (OEM) quando interagem com os gases que compõem a atmosfera (principalmente N_2

e O_2), principiando o estabelecimento de relações entre determinadas OEM e suas possíveis interações. Essa discussão pode-se dar sem uma descrição completa da estrutura interna da matéria. Em termos macro, algumas propriedades como seletividade e transparência, que embora não sejam propriamente conceitos físicos, podem levar à intuição necessária para a compreensão das interações das radiações com a matéria. Nesse caso, destacar alguns fatores, como a variação do número atômico (Z) e a organização atômica, pode mostrar como há certa seletividade no tipo de interação que ocorrerá. Quanto à transparência, convém notar que o mesmo aluno que se intriga com uma radiografia, não o faz com a luz que passa através do vidro. Se o aluno “aceita” aquele evento, pode-se trabalhá-lo e mostrar sua concordância com a idéia de que há radiações com determinadas características para as quais um tipo particular de matéria não interagirá ou interagirá muito pouco. Ao extrapolar essas relações espera-se do aluno a percepção de que a beleza de um céu azul não está a salvo do aumento da poluição na atmosfera.

Tal passo abre caminho para que se possa associar características das OEM (frequência [f], energia [E], velocidade [v], comprimento de onda [λ], constante de Planck [h]) e sua formalização em equações e reconhecimento da relação entre as grandezas, por exemplo, nas expressões $f = v/\lambda$ e $E = hf$. A partir daí pode haver uma descrição da matéria em nível micro, retomando os modelos atômicos e moleculares, para explicar que a coloração do céu é resultado do espalhamento (Rayleigh) da radiação eletromagnética. Em outra abordagem, pode-se destacar que assim como a luz solar é espalhada mais intensamente na faixa de frequência azul ao interagir com as camadas da atmosfera, dentre outros efeitos, e os belos crepúsculos que inspiram os poetas compartilham de explicações próximas. Isso significa enfatizar que o modelo de como se dão as interações entre as radiações eletromagnéticas e a matéria (IRM) pode ser transposto para outras situações. Por exemplo, uma discussão a respeito do bronzeamento da pele, em toda a sua complexidade, exige atacá-lo por disciplinas distintas. Por sua vez, o bronzeamento compartilha similaridades com o fenômeno da fotossíntese, onde são observados outros efeitos da interação e que, quando extrapolados para outras áreas, podem fomentar discussões até sobre alternativas energéticas através da cana-de-açúcar.

Para isso, necessita-se complementar a constituição do espectro eletromagnético com outras radiações fora da faixa do visível, indicando que também se pode notar seus efeitos. Por exemplo, quando se compra um filtro solar para a proteção da pele, existe a especificação de que o mesmo protege contra os raios ultravioletas (UV). O reconhecimento dessa nomenclatura permite usá-lo de maneira adequada, bem como entender os malefícios de uma exposição prolongada a esse tipo de radiação, ou ainda, as campanhas veiculadas pela mídia recomen-

dando horários de menor incidência dos raios UV. Dessa maneira, pode-se notar que as componentes da radiação solar agem de forma diferenciada ao interagirem com a matéria: enquanto a luz visível ao incidir sobre as plantas provoca a fotossíntese, a radiação UV pode produzir efeitos cancerígenos ao modificar a estrutura do DNA quando interage com o tecido da pele humana.

Na constituição do espectro das radiações eletromagnéticas, a luz é somente uma pequena faixa perceptível ao olho humano. Tem-se ainda dentro da mesma família outras componentes, como os raios-X, as ondas de rádio, o infravermelho e as microondas. Cada um desses grupos de ondas pode agir diferentemente sobre a matéria, devido principalmente a sua quantidade de energia. Assim, a diferença de energia está diretamente ligada à diferença dos efeitos apresentados, o que definirá os tipos de aplicações tecnológicas dadas a cada classe de radiação eletromagnética. Por exemplo, as microondas usadas em fornos têm um comprimento de onda relativamente grande, que, por sua vez, contém quantidade de energia pequena, insuficiente para quebrar estruturas moleculares ou modificar profundamente a estrutura química dos alimentos. Porém, podem aumentar a vibração das moléculas de água. A agitação coletiva provocada pela vibração dessas moléculas se difunde, aquecendo os alimentos no interior do forno. Já os raios-X são associados a uma energia muito superior se comparados às microondas, capazes de causar ionização que, desse modo, podem desencadear processos químicos. Suas características energéticas estão relacionadas ao fato de que alguns tecidos apresentam-se “transparentes” aos raios-X, enquanto outros não. Associados a áreas como a química e a biologia, o entendimento da produção de raios-X e os seus efeitos se constituem em elementos imprescindíveis em campos como a medicina.

Enfim, a complexidade das relações e seu respectivo aprofundamento está diretamente ligado à aquisição de novas competências. Esse exercício que apresentamos aqui não encerra as possibilidades, mas demonstra algumas articulações para o desenvolvimento de determinadas competências, sem perder o foco principal que é ensinar física e assegurar uma formação geral capaz de proporcionar ao aluno condições de participação ativa em seu mundo.

4. Considerações finais

O exercício acima descrito e sintetizado no Esquema 2 tomou como ponto de partida as competências almeçadas para esse assunto e depois foram sendo estabelecidos os conteúdos específicos e aqueles que poderiam se articular com estes. Entretanto, como foi dito anteriormente, um ensino por competências não implica uma revisão apenas nos conteúdos, mas nas práticas. Ou seja, o par conteúdo – metodologias terá que ser pensado conjuntamente. O que se espera é que haja

uma conjunção de atividades experimentais, aplicações e discussões conceituais, considerando-se seus aspectos históricos e sociais.

É possível que a primeira reação seja a de colocar como obstáculo a essa prática a falta de tempo. Novamente cabe enfatizar que não se trata de ensinar tudo, mas de eleger o que se mostra mais relevante dentro do cenário de cada escola e, depois de eleitos os temas, ensiná-los bem. É verdade que há temas que são centrais e que estarão presentes de uma forma ou de outra, mas as possíveis relações com outros assuntos, o quanto aprofundar e quais aspectos privilegiar é que poderão ser escolhidos no contexto de cada estabelecimento de ensino e até mesmo de cada classe.

Veja-se que não se falou até agora de interdisciplinaridade e contextualização. Na perspectiva do exercício acima descrito, a interdisciplinaridade será uma consequência possível e não uma decisão *a priori*. Ou seja, o conhecimento construído será interdisciplinar. A contextualização ocorre não no momento inicial das situações de aprendizagem, mas quando as apropriações dos alunos lhes permitem retornar para o problema inicial (experimento, fenômeno, aparato tecnológico, situação vivencial etc.) e compreendê-lo agora de maneira diferente, de posse de novos conhecimentos.

Assim, um ensino por competências trata de ampliar a referência dos saberes a ensinar. Usualmente, os saberes ensinados têm como referência principal, se não a única, o saber didatizado nos manuais. O que se pretende é tomar como referência outros saberes e práticas, como a tecnologia, as aplicações da ciência, os problemas ambientais, as demandas econômicas e sociais, enfim, práticas sociais em curso na sociedade contemporânea, a fim de facilitar o traslado de parte do foco das atividades de ensino para atividades ligadas ao “saber fazer”. Isso, é claro, vai além da simples motivação inicial ou da mera ilustração de exemplos de aplicação. Exige-se, portanto, assumir novas referências dos saberes a ensinar e que poderão compor os programas escolares.

O mesmo exercício de articulações e interconexões descrito anteriormente para o tema Radiações e suas Interações poderá ser feito para outros assuntos e conteúdos disciplinares. Delizoicov e Angotti [12], por exemplo, estruturaram todo o programa do ensino médio a partir do tema Energia e não negligenciaram os aspectos metodológicos, na medida em que estabeleceram os três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Vale destacar que não se trata também de reduzir a dimensão social ao cotidiano físico do aluno. Este cotidiano poderá fazer parte do projeto didático, mas terá que ser superado, uma vez que as competências construídas teriam que estar disponíveis como recursos cognitivos em novas situações. Se, por exemplo, for ensinado para o aluno apenas como um rádio funciona, ou outro aparato qualquer, corre-se o

risco de que tais conhecimentos tenham uma possibilidade de mobilização limitada. Serão apenas conhecimentos específicos, nos quais não foi agregada a possibilidade de análise crítica da informação, emissão de juízo de valor ou tomada de decisões. Assim, apoiar o ensino em *como as coisas funcionam*, conforme defende a versão oficial das Orientações Curriculares não nos parece suficiente. Talvez algumas questões fundamentais sejam: por que as coisas funcionam desse modo? Quais as relações sócio-culturais imbricadas? Como podemos ser mais autônomos ao entender esse ou aquele artefato?

Dentro da perspectiva de um ensino por competências como um problema de referência dos saberes escolares, cabe salientar que a didatização dos saberes a partir das ciências de referência e das práticas sociais terá que considerar, segundo Orange [13], ao menos três aspectos: o epistemológico, o psicológico e o pedagógico. Para o autor, “o primeiro concerne à prática de referência e a significação dos problemas que ela tenta responder; o segundo, o aluno, suas representações, suas estratégias de resolução de problemas, os obstáculos que ele encontra; o terceiro, a estrutura escolar e as condições de ensino”.⁸ Essas variáveis didáticas se associam bem ao Esquema 1 discutido de forma sucinta no início do presente trabalho.

A título de exemplo, podemos citar a dificuldade de assumir a tecnologia como objeto de ensino para além de mera ciência aplicada entre os professores, ou do uso de aparatos tecnológicos como recursos instrucionais. Ricardo *et al.* [14] e Fourez [15] expuseram essas dificuldades. Frequentemente a tecnologia não é entendida como uma instância produtora de saberes, os quais poderiam ser didatizados e transpostos para os programas escolares.

Assumir novas referências aos saberes escolares não implica a ampliação dos programas curriculares, talvez o contrário. Philippe Perrenoud [16] ressalta que um ensino por competências levaria a fazer menos coisas, “a dedicar-se a um pequeno número de situações fortes e fecundas, que produzem aprendizados e giram em torno de importantes conhecimentos. Isso obriga a abrir mão de boa parte dos conteúdos tidos, ainda hoje, como indispensáveis”.⁹ Espera-se, com isso, superar a lógica expositiva de uma infinidade de informações acumuladas, pois isso implicaria, segundo Meirieu [10], limitar as práticas de ensino a uma prática de informação.

Agradecimento

E.C. Ricardo agradece ao apoio da CAPES.

Referências

- [1] Brasil, *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (MEC/SEB, Brasília, 2006), v. 2.
- [2] J.P. Astolfi, *Mots-clés de la didactique des sciences: repères, définitions, bibliographies* (De Boeck & Larcier, Bruxelles, 1997).
- [3] E.C. Ricardo, *Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma Compreensão para o Ensino das Ciências*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- [4] J.P. Astolfi e M. Develay, *A Didática das Ciências* (Papyrus, São Paulo, 1995).
- [5] E.C. Ricardo, I.P. Slongo e M. Pietrocola, *Investigações em Ensino de Ciências* **8**, 2 (2003).
- [6] S. Johsua, in *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*, editado por C. Raisky e M. Caillot (De Boeck & Larcier S.A., Bruxelles, 1996).
- [7] P. Jonnaert, in *Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateurs*, editado por C. Raisky e M. Caillot (De Boeck & Larcier S.A., Bruxelles, 1996).
- [8] G. Brousseau, *Recherches en Didactique des Mathématiques* **7**, 2 (1986).
- [9] Y. Chevillard, *La Transposición Didáctica: Del Saber Sabio al Saber Enseñado* (Aique Grupo Editor S.A., Buenos Aires, 1991).
- [10] P. Meirieu, *Aprender... Sim, Mas Como?* (Artes Médicas, Porto Alegre, 1998).
- [11] Brasil, *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (MEC/SEMTEC, Brasília, 2002).
- [12] D. Delizoicov e J. A. P. Angotti, *Física* (Cortez, São Paulo, 1992).
- [13] C. Orange, *Revue de l'EPI* **60**, (1990). Disponível em <http://www.epi.asso.fr/revue/60/b60p151.htm>. Acesso em 6/7/2005.
- [14] E.C. Ricardo, J.F. Custódio e M.F. Rezende Junior, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, 1 (2007).
- [15] G. Fourez, *Investigações em Ensino de Ciências* **8**, 2 (2003).
- [16] P. Perrenoud, *Construir as Competências desde a Escola* (Artes Médicas Sul, Porto Alegre, 1999).

⁸Ver Ref. [13], p. 3.

⁹Ver Ref. [16], p. 64.