
Currículo e saberes docentes: um estudo sobre as tensões e dilemas de professores de ciências

LUCIANA RESENDE ALLAIN*

Resumo

Este artigo é parte de nossa dissertação de Mestrado, que pretendeu discutir questões relacionadas ao desenvolvimento profissional docente, com atenção especial aos saberes mobilizados pelos professores durante os processos de reflexão e racionalização sobre a prática profissional. Para tanto, acompanhamos, durante o ano de 1999, a trajetória de dez professores-alunos do Curso de Especialização em Ensino de Ciências - CECIMIGI FaE/ UFMG. No presente artigo daremos especial atenção aos saberes mobilizados pelos professores quando argumentam sobre os propósitos da educação em ciências, um desafio recorrente enfrentado pelos sujeitos da pesquisa.

Palavras -chave: ensino de ciências; formação de professores; dilemas; conscientização.

Abstract

This article is part of our master-degree dissertation, which was intended to discuss matters related to teachers' professional development, with a special focus on the knowledge employed by teachers during the processes of reflection and rationalization about the professional practice. For such, we followed up during the year of 1999, ten teachers who were attending the Specialization Course in Science Teaching - CECIMIGI FaEI UFMG. In the present article we give special attention to the knowledge employed by teachers when arguing about the purposes

* Professora da Faculdade de Ciências Humanas da Universidade FUMEC.

of science education, which represents a challenge faced by the surveyed individuals.

Keywords: science teaching; teacher formation; dilemmas; awareness.

Résumé

Cet article constitue une partie de notre thèse de Mestrado (DEA) qui a discuté des questions liées au développement professionnel enseignant. On y a privilégié les connaissances mobilisées par les enseignants pendant les processus de réflexion et de rationalisation à propos de la pratique professionnelle. Pour ce faire, nous avons suivi pendant l'année 1999 la trajectoire de dix professeurs, étudiants au cours Especialização em Ensino de Ciências- CECIMIG-FaE/UFG. Dans l'article on met également en évidence les connaissances mobilisées par les enseignants lorsqu'ils discutent les propos de l'éducation en sciences, un défi constant pour ceux qui entament des recherches.

Mots-clés: enseignement des sciences; formation des enseignants; dilemmes et prise de conscience.

Os diferentes saberes docentes

Vários estudos apontam a falta de reconhecimento da profissão docente como consequência da simplificação da imagem do professor e da sua profissão, para a qual supostamente seriam necessários apenas o domínio do conteúdo e algumas estratégias didáticas (SHULMAN, 1986; TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998; SCHÓN, 1983; HOLLY, 1992, dentre outros). O uso de modelos que representem esquematicamente os saberes próprios de professores e as características de sua profissão facilita a condução de investigações na área e pode contribuir para o fortalecimento profissional dos professores.

Preocupado em resgatar o *status* da profissão docente, Shulman (1986) propõe um modelo referente aos saberes docentes. Ele investigou 21 alunos-professores em formação (inglês, matemática, ciências sociais e biologia) e procurou estudar, o que os professores sabem sobre o conteúdo que ensinam, onde e quando adquiriram esses saberes sobre o conteúdo, como e por que esses saberes se transformam durante sua formação e como devem ser utilizados no ensino concreto na sala de aula.

O autor argumenta que as políticas avaliativas de ensino tendem a oscilar entre a preocupação excessiva com o domínio do conteúdo a ser ensinado e, no extremo oposto, a preocupação com as habilidades puramente pedagógicas necessárias a um ensino eficiente. O autor sugere o resgate de um paradigma perdido, em que o domínio do conteúdo e o da forma de ensiná-lo não sejam vistos como domínios estanques, mas integrantes de um complexo conjunto de saberes exclusivos de professores. Esses domínios podem ser assim representados

Quadro 1

DOMÍNIOS DO SABER DOCENTE		
I	II	III
CONHECIMENTO DO CONTEÚDO (<i>Content Knowledge</i>)	CONHECIMENTO DO CONTEÚDO NO ENSINO (<i>Content Knowledge in Teaching</i>)	CONHECIMENTO PEDAGÓGICO (<i>Pedagogical Knowledge</i>)
	CATEGORIAS DO CONHECIMENTO DE CONTEÚDO NO ENSINO	
	1. Conhecimento sobre a matéria (<i>Subject matter content knowledge</i>)	
	2. Conhecimento didático da matéria (<i>Pedagogical content knowledge</i>)	
	3. Conhecimento curricular da matéria (<i>Curricular knowledge</i>)	

Fonte: Representação do Modelo de Shulman (1986) para os saberes docentes.

Como mostra o quadro acima, o domínio II - conhecimento do conteúdo no ensino - consiste no paradigma perdido sugerido por Shulman (1986) . Seu modelo, apresenta três, categorias, para esse domínio do saber docente:

1. *conhecimento sobre a maioria (subject matter content knowledge)* - refere-se a capacidade do professor em reconhecer as dificuldades que os alunos apresentam em determinado conteúdo, como este se relaciona com outros conteúdos e com outras disciplinas, como é abordado na teoria e aplicado na prática, como surgiu na história e filosofia da disciplina etc.
2. *Conhecimento didático da matéria (pedagogical content knowledge)* – são os saberes do professor referentes ao domínio de analogias, exemplos maneiras mais representativas de tornar o assunto mais compreensível pelo aluno. Além disso, refere-se ao conhecimento das concepções alternativas mais frequentemente encontradas em alunos de diferentes idades, bem como as estratégias de reorganização dessas concepções que tornam o aprendizado mais fácil ou mais difícil.
3. *Conhecimento curricular da matéria (curricular knowledge)* relaciona-se as escolhas do professor em relação aos materiais e recursos que abordam determinados conteúdos e a ordem e modo mais adequados de comunicar determinadas ideias.

Shulman (1986) destaca que esses conhecimentos não são adquiridos de forma mecânica ou linear, mas são construídos na prática do professor, à medida que ele se confronta com os desafios da profissão. Deste modo, os professores são profissionais que possuem conhecimentos específicos. No interior da profissão docente também há saberes específicos à área de conhecimento na qual cada professor atua.

Os saberes dos professores da área de ciências

Domínio dos saberes docentes (Tetraedro de Princípios).

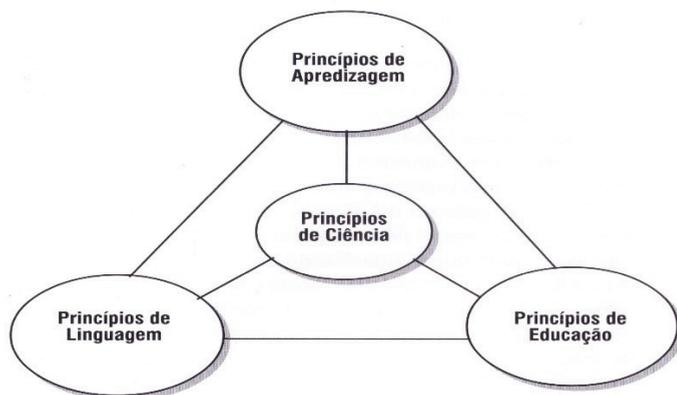
Como estamos preocupados com os saberes dos professores de ciências, recorreremos também à caracterização dos saberes de professores de ciências proposta por Vaz (1989). Procurando compreender os fundamentos da questão do laboratório no ensino de física, Vaz propõe um modelo que identifica "elementos associáveis a áreas de conhecimento formalizado e muito próximos da prática de ensino de professores de ciências" (VAZ, 1989, p. 47).

Vaz analisa diferentes propostas de laboratório buscando as semelhanças estruturais entre elas, para então identificar suas partes essenciais, ou seja, seus elementos constituintes. Estes, por sua vez, representam princípios de ordem teórica, ideológica ou filosófica subjacentes às atividades pedagógicas. Os princípios¹ identificados são quatro: propósitos da educação, natureza da ciência, elementos de linguagem e epistemologia da aprendizagem.

O autor argumenta que, embora focalize as propostas de laboratório, todos os professores têm seus pressupostos associáveis a essas quatro áreas. Com base em seus dados, o autor propõe um modelo que represente de forma orgânica e sistêmica a relação entre esses elementos que constituem a atividade didática.

Ele usa uma figura geométrica para comunicar essa ideia. A figura - apresentada a seguir - é a de um tetraedro oco onde se veem quatro esferas e seis barras que ligam as esferas umas às outras. Por causa da representação gráfica de sua ideia, o modelo que esse autor propõe para os saberes do professor da área de ciências tem o nome de *Modelo do Tetraedro de Princípios*.

¹ Vaz utiliza "princípios" na acepção do verbete no Aurélio: "proposições diretoras de uma ciência, às quais todo o desenvolvimento posterior desta ciência deve estar subordinado". Cf.: Aurélio, 1986, p. 1.393



Nessa figura, os vértices representam os quatro elementos destacados da análise de propostas de laboratório. No tetraedro cada combinação de dois vértices corresponde a uma aresta, e as combinações de três vértices correspondem às suas faces. As arestas e faces representam as possíveis relações entre os quatro elementos, que prescindem de uma interdependência mútua e uma interação simultânea na formação de um todo. Assim, por exemplo, a interface ciência/aprendizagem é representada por uma aresta e a interface ciência/aprendizagem/educação é representada por uma face.

No intuito de avaliar o modelo proposto de forma sistemática, o autor o utilizou para analisar três projetos de ensino de física: PSSC (Physical Science Study Committee), PEF (Projeto de Ensino de Física) e Nuffield Science Teaching Project. A análise desses projetos conferiu legitimidade ao modelo, na medida em que foi possível identificar neles suas estruturas e funções subliminares e sua articulação com a prática didática.

Vaz sugere o uso desse modelo pelos próprios professores para a identificação das metas, prerrogativas, pressupostos subjacentes às propostas de ensino e à sua própria prática docente. Deste modo, ele sugere que o tetraedro sirva como instrumento de reflexão das práxis do professor, além de funcionar como mo-

delo de representação dos elementos envolvidos na educação em ciências. Nesse modelo, os quatro princípios identificados fundamentam a forma de ensinar do professor de ciências, que são representativos de seus valores, crenças e pressupostos.

Cabe ressaltar que a organização desses princípios na forma de uma figura geométrica é um modelo e por isso apresenta como principal limitação a característica de não ser uma cópia fiel da realidade, mas uma esquematização, uma simplificação da complexidade da mesma, de modo a torná-la passível de estudo e compreensão. Da mesma forma, é conveniente lembrar a flexibilidade de modelos ao serem transpostos para situações reais e particulares.

Os princípios do Tetraedro

Um dos elementos do Tetraedro de Princípios diz respeito aos propósitos da educação. Segundo Vaz, este princípio dá informações 'sobre a postura pedagógica do professor, ou seja, sobre os "ideais de educação, segundo uma determinada concepção de vida, e sobre os meios - processos e técnicas mais eficientes para efetivar esses ideais" (VAZ, 1989, p. 42).

O autor chama atenção para três aspectos que ele denomina "pedagógicos". O primeiro deles diz respeito à postura pedagógica, ou seja, o modo como se organiza o programa, o papel relativo do aluno, do professor, do conteúdo. Um segundo aspecto relaciona-se às condições que devem ser atendidas em prol da otimização do processo. E o terceiro aspecto diz respeito aos objetivos e funções dadas ao sistema educacional.

Um segundo elemento do Tetraedro de Princípios relaciona-se a pressupostos científico-ideológicos. Nessa classe manifesta-se a concepção de ciência, suas intenções, devoções e premissas. Outro aspecto relaciona-se a declarações sobre o cientista, definindo seus papéis, características, métodos.

Outro elemento constituinte do Tetraedro refere-se aos pressupostos sobre aprendizagem. Neste incluem-se a postura didática, as ações e intenções dos professores em intervir nos processos endógenos de aprendizagem dos alunos, os artifícios e técnicas destinados a facilitar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, orientando a aprendizagem de forma a torná-la mais eficaz. Outros aspectos relacionados a esse elemento referem-se às condições necessárias para ocorrer a aprendizagem, bem como os tópicos da ciência mais apropriados para cada fase do desenvolvimento cognitivo.

O quarto princípio do Modelo de Vaz refere-se à questão da linguagem, objeto de estudo da semiologia, ciência geral dos signos. A semiologia "tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno de produção de significação e de sentido" (VAZ, 1989, p. 44). Segundo Vaz, nesse princípio inclui-se a procura pela palavra mais precisa, pelo veículo de comunicação mais adequado para atingir o aluno, ou pela melhor maneira de usar esse veículo, ou seja, refere-se ao papel e à importância dada ao meio de comunicação das ideias.

Congruências entre os modelos

Shulman (1986) propõe que se atente para o conhecimento de conteúdo no ensino, domínio baseado na maneira pela qual os professores relacionam seu conhecimento pedagógico (o que eles sabem sobre ensino) ao seu conhecimento do conteúdo (o que eles sabem sobre o que ensinam). O domínio do conhecimento de conteúdo no ensino inclui três categorias: conhecimento sobre a matéria, conhecimento didático da matéria e conhecimento curricular.

Há alguns paralelos entre o Modelo do Tetraedro de Princípios e essas categorias, em especial o conhecimento didático da matéria (Pedagogical Content Knowledge). Nas palavras de Shulman, o conhecimento didático da matéria...

...inclui para os assuntos mais comumente ensinados em uma determinada área, as formas mais úteis de representação dessas idéias, as analogias, explicações, demonstrações, exemplos e ilustrações mais poderosos - em suma, as maneiras de formular e representar o assunto de modo a torná-lo compreensível para outros. (...) Essas variadas formas de representação derivam tanto de pesquisas como também originam-se pela sabedoria da prática. (SHULMAN, 1986, p. 9).

A nosso ver, esse aspecto do Conhecimento Didático da Matéria relaciona-se com aspectos do Princípio da Comunicação proposto pelo Tetraedro. Vai argumenta que, mesmo de forma implícita, por vezes até inconsciente, é possível detectar em professores a preocupação e a procura "... pela palavra mais precisa, pelo veículo de comunicação mais adequado para atingir o aluno, ou pela melhor maneira de usar esse veículo (...) numa tentativa de produção de significação e de sentido"(VAZ, 1989, p. 46).

De acordo com Shulman...

O conhecimento didático da matéria também inclui um entendimento sobre o que faz com que a aprendizagem de um assunto específico seja fácil ou difícil: as concepções e pré-concepções que alunos de diferentes idades e histórias de vida apresentam ao aprender os assuntos mais freqüentemente ensinados. (...) e as estratégias para reorganizar eventuais concepções alternativas, uma vez que os alunos não se apresentam como tábulas rasas (SHULMAN , 1986, p. 10).

Novamente acreditamos poder traçar um paralelo entre esse aspecto do Conhecimento Didático da Matéria e aspectos do Princípio de Aprendizagem sustentado pelo Tetraedro. Para Vaz, esse Princípio está relacionado...

às ações e intenções dos professores em intervir nos processos endógenos de aprendizagem dos alunos. Descrevendo os artifícios destinados a facilitar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, os professores nos permitem conhecer seus pressupostos didáticos, às vezes intuitivos, outras vezes pautados pela influência desta ou daquela teoria de aprendizagem (VAZ, 1989, p. 44).

Os princípios relativos aos propósitos da educação do modelo de Vaz encontram ressonância com o que Shulman chama de conhecimento do contexto educativo (características dos grupos, comunidades, cultura, etc) e o conhecimento dos fins, propósitos e valores educativos (SHULMAN, 1986).

Sob essas perspectivas, podemos encontrar relação entre esses dois referenciais sobre saberes docentes. Como propõe um modelo geral para professores, Shulman (1986) coloca a importância de se desenvolver um conhecimento sobre a matéria, específico para cada área de conhecimento. A próxima seção será dedicada a discutir os conhecimentos específicos dos professores da área de ciências.

O "conhecimento sobre a matéria" dos professores da área de ciências

Nessa seção detalhamos um aspecto específico dos saberes de professores da área de ciências. Uma das particularidades dos professores dessa área em relação a outros colegas docentes é o conteúdo a ser ensinado. É consenso, mesmo entre os professores, que um dos critérios importantes que conferem competência profissional ao professor é o domínio da matéria a ser ensinada. Carvalho e Gil-Peréz alertam que "a carência de conhecimentos da

matéria transformam o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro-texto" (CARVALHO; GIL-PERÉZ, 1998, p. 21).

Em relação aos professores de ciências, esses mesmos autores sugerem a necessidade de dominar conhecimentos específicos do conteúdo. Note que para os professores não basta ter um conhecimento *do* conteúdo a ser ensinado. Shulman (1986) nos alerta para a necessidade de um conhecimento *sobre* o conteúdo. Esta seria a diferença entre o saber científico e o saber escolar. Perrenoud (1993), entre outros, denomina "transposição didática" a escolarização dos conhecimentos científicos.

O produto dessa transposição é o saber escolar, que tem características específicas, como: são conhecimentos devidamente dosados e graduados de acordo com as faixas etárias dos alunos. Portanto, o domínio do conhecimento sobre a matéria a ser ensinada é um dos fatores que diferencia o professor de um profissional como o cientista. Carvalho e Gil-Pérez (1998) esquematizaram o que um professor precisa saber para ensinar ciências:

- um professor precisa conhecer a história das ciências, de modo a associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção, bem como as dificuldades e obstáculos epistemológicos. Esse conhecimento ajudaria na compreensão das dificuldades dos alunos, além de evitar as visões dogmáticas sobre a natureza do trabalho científico.
- conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção do conhecimento, isto é, a forma como Os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validação e aceitação das teorias científicas.
- conhecer as interações Ciência/Tecnologia e Sociedade, associadas à construção do conhecimento, sem ignorar o caráter do papel social das ciências. Contribuir para a desmitificação da ciência como atividade imparcial, indi-

vidual e que conta com pessoas especiais. Contribuir para a tomada de decisões.

- ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas, de modo a transmitir uma visão dinâmica, não-fechada, da ciência. Ter contato com conhecimentos de matérias de outras áreas relacionadas para abordar problemas afins, permitindo interações entre os diferentes campos e os processos de unificação.
- saber selecionar conteúdos adequados que dêem uma visão correta da ciência e que sejam acessíveis aos alunos e de seu interesse.
- estar preparado para aprofundar os conhecimentos e adquirir outros novos, exigidos em função de mudanças curriculares, avanços científicos, questões propostas pelos alunos, etc. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998, p. 22).

A relevância da educação em ciências

No, artigo "Towards a science curriculum for public understanding", Millar (1996) coloca-se a favor de um ensino de ciências para todos. O autor realiza uma revisão da literatura da área e cita a pesquisa de Thomas e Durant (1987), autores que apontam diferentes argumentos encontrados na literatura a favor de um entendimento público da ciência.

Millar agrupou esses argumentos em cinco categorias distintas. Utilizamos essas categorias como parâmetros para análise dos argumentos utilizados pelos nossos sujeitos para justificar a importância da educação em ciências. Já na descrição das categorias que fazemos a seguir, os exemplos que as acompanham foram escolhidos dentre os dados colhidos na pesquisa. Os nomes dos sujeitos são fictícios.

- O argumento econômico - estabelece uma conexão entre o nível de entendimento público da ciência e a riqueza econômica de uma nação. Além disso, sugere que o alcance técnico e científico de um padrão internacional só é mantido com o fornecimento de pessoal qualificado.

As seguintes falas desse estudo ilustram esse argumento:

[Estudar ciências] é importante por causa do emprego, a pessoa vai trabalhar como médico, por exemplo, pra ele ser um bom médico ele vai.. é necessário ter ciência, né? (Prof. SÉRGIO).

Na nossa cultura a gente tem que ter o ensino pra poder chegar a disputar uma vaga no mercado de trabalho (Prof. JOEL).

- O argumento da utilidade - sustenta que um entendimento prático de ciência e tecnologia é útil para qualquer pessoa que vive em uma sociedade sofisticada em termos científicos e tecnológicos. Pessoas com esse entendimento estariam, segundo o argumento, mais bem preparadas para tomar decisões sobre segurança, dieta, saúde, e fazer escolhas mais sensatas como consumidores.

Esse foi um dos argumentos mais comumente usados pelos sujeitos desse estudo. Veja alguns exemplos:

Quando eu vou fazer compras... essa questão de medidas das coisas, pra olhar preço, olhar o peso das coisas. O pessoal da área de física, por exemplo, na cozinha, fazer economia, trocar certas coisas por outras. Balancear um almoço (Prof^a. SILVIA).

Eu enquadro a ciência nessas duas categorias. Uma categoria: é um conhecimento, e é um conhecimento importante (...) é relevante, são coisas que têm aplicações práticas. (Prof. PEDRO).

É para o aluno utilizar como um instrumento de vida dele. Igual eu te falei o exemplo, pra que que eu como isso? Porque assim eu vou estar comendo bem, eu vou ter saúde, eu preciso de saúde pra isso, pra aquilo. (Prof^a. OLGA).

Temos que pensar na necessidade do que o aluno tá vendo ali e... no que é realmente necessário pra ele (Prof^ª. APARECIDA).

- O argumento democrático - afirma que o entendimento da ciência é necessário para o indivíduo participar de debates, discussões e tomadas de decisão sobre questões que têm um componente científico. Por esse argumento, deveria haver participação do público nas discussões sobre as direções de algumas pesquisas científicas e um envolvimento público nas decisões sobre a possibilidade de aplicar ou não tal conhecimento.

Os seguintes trechos, retirados de falas dos sujeitos dessa pesquisa, ilustram esse argumento:

Como que eu posso contribuir pra ajudar ele a (...) se colocar diante das situações que ocorrem, diante do uso da ciência e da tecnologia? (Prof^ª. GRAÇA).

Passei a achar que eu estou fornecendo um instrumento para o menino ter mais informação sobre o mundo, (...) eu acho que ele tem que ter acesso a várias coisas, várias aptidões, várias habilidades, pra poder tentar se situar no mundo da melhor maneira, e eu acho que a ciência é um a mais. (Prof^ª. SUZANA).

- O argumento social - sustenta que é importante manter uma ligação entre a ciência e a cultura geral. A crescente especialização e a natureza técnica da ciência moderna são vistas como um problema social, que leva à fragmentação incipiente e à alienação em relação à ciência e tecnologia. Além disso, um entendimento generalizado pode levar a uma maior simpatia e apoio público para a ciência e a tecnologia.

A fala abaixo exemplifica esse argumento:

Na sala de aula, quando você está trabalhando ligações, modelos, você está desenvolvendo tal nível de pensamento, de desenvolvimento, de clareza, de facilidade de expressão, de discussão

em grupo (...) e você vê que tem uma intervenção social, você pode melhorar o mundo, em síntese. Isso eu sempre achei, que a educação podia trazer isso, mas eu nunca lidei com isso tão concretamente. (Prof^a. SÍLVIA).

- O argumento cultural - afirma que a ciência é um dos maiores, senão o maior produto de nossa cultura. Sendo assim, todas as pessoas devem ser capazes de entendê-la e apreciá-la, celebrando-a como produto cultural.

O argumento cultural pode ser ilustrado através da fala de um dos sujeitos do estudo:

O aluno não consegue entender exatamente o que é a ciência e não consegue entender o que são as coisas da ciência, que a ciência discute - aqueles conteúdos que a gente deu pra ele. É um negócio difícil, mas eu gostaria de trabalhar com meus alunos pra dar uma visão melhor pra eles do que seria exatamente a ciência, e dentro da minha área da física, algumas coisas importantes que a ciência fez e faz. (Prof. PEDRO).

Expostos os argumentos, vejamos como Millar (1996) passa a analisá-los criticamente. Ele os considera como critérios para tomada de decisão sobre um currículo de ciências que dê acesso a uma alfabetização científica para a maioria das pessoas e ao mesmo tempo um currículo que possa oferecer uma preparação básica para aqueles que no futuro desejarem seguir a carreira científica. Ele faz as seguintes observações:

- O argumento econômico - Pode ser um forte argumento para se fazer um currículo com ênfase em "treinamento em ciências", válido apenas para alguns dos alunos. Esse não é um argumento de validade geral.

- O argumento da utilidade - Uma vez que poucas decisões práticas são tomadas com base em um conhecimento científico e que a posse desse conhecimento nem sempre garante melhores decisões, o argumento da utilidade pode ser válido quando se interpreta a "utilidade" como algo que faça os indivíduos sentirem-se mais confortáveis no dia-a-dia, por terem um conhecimento maior sobre um fenômeno ou objeto. Millar nos alerta que o uso desse critério enfatiza um saber tecnológico sobre o fenômeno, ou seja, um conhecimento com aplicações mais imediatas, ao invés de princípios gerais abstratos.

- O argumento democrático - Uma questão importante a ser respondida quanto ao uso de um argumento democrático é apontada por Millar: que nível de entendimento é necessário para tomar decisões ou para participar de discussões ligadas às questões científicas? É possível preparar os jovens para uma visão bem informada sobre todas as questões (às vezes polêmicas) ligadas à ciência? Segundo ele, o argumento democrático aponta para a necessidade de dar prioridade a um entendimento fundamental da ciência, que pode ser ampliado a questões particulares, quando isso for necessário.

- Os argumentos social e cultural - São argumentos mais sólidos para justificar um currículo para todos. Afinal, a ciência não é apenas um produto cultural, é o *produto* determinante de nossa cultura, de nosso tempo. Além disso, para manter uma coesão social, é importante haver uma ligação entre a ciência e a cultura geral. Por esse motivo, é fundamental não dissociar esses dois argumentos, social e cultural, porque eles se determinam mutuamente.

O campo de tensões curriculares

Agora passaremos a analisar como os argumentos acima se relacionam com o currículo de ciências. Fensham (1988) é um dos autores que considera o currículo - por ser um instrumento que serve a determinadas funções educativas, funções estabelecidas pelas sociedades - como um território de competição entre demandas sociais de escolarização.

Para ilustrar isso, tomemos o conceito de "ênfases curriculares no ensino de ciências" proposto por Roberts (1982, citado em MOREIRA; AXT, 1987). Para aquele autor, a ênfase curricular é

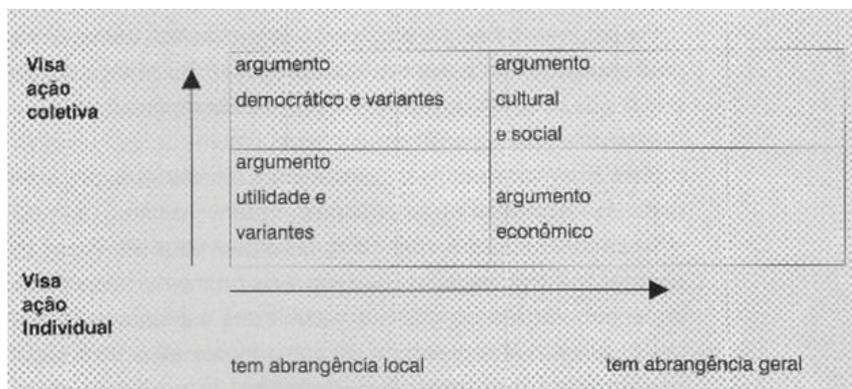
um conjunto coerente de mensagens sobre ciência, comunicadas explícita ou implicitamente ao estudante. Tais mensagens constituem objetivos que vão além da aprendizagem de fatos, princípios, leis e teorias da matéria de ensino em si - objetivos que dão ao estudante a resposta à pergunta: "Por que estou aprendendo a ciência?" (ROBERTS, 1982, p. 245) .

Sendo assim, podemos considerar as categorias de argumentos tratadas no artigo de Millar (1996) como demandas sociais traduzidas em ênfases curriculares.

Fensham (1988), por exemplo, considera que as tendências de resposta, no campo teórico, ao dilema sobre os propósitos da educação em ciências são respostas a demandas sociais em competição por destaque no currículo. Por sua vez, as demandas sociais de escolarização fazem parte de um campo de disputa pela representação, ou seja, pela produção de significados sociais.

É, portanto, da conjugação dos modelos de Millar e Fensham, que passamos a considerar os argumentos dos sujeitos como elementos constituintes dessa tensão e a representá-los dispostos em duas dimensões, e não em uma escala linear. Veja o esquema a seguir:

QUADRO 2
Representação do campo de tensões curriculares no ensino de ciências



Fonte: MILLAN; FENSHAM

Nessa representação do campo de tensões curriculares no ensino de ciências, os argumentos propostos não estão organizados em uma escala linear de sofisticação, mas em áreas de abrangência que se intersectam:

O argumento econômico - aquele que estabelece relação entre a formação para o mundo do trabalho, dada pelo ensino de ciências e a riqueza de uma nação - representa o interesse em questões ao mesmo tempo individuais (a formação para o trabalho) e de abrangência geral (a riqueza da nação).

O argumento democrático - refere-se à participação crítica na sociedade em relação a questões que envolvem ciência e tecnologia. Participação sugere uma ação coletiva; entretanto, o nível dessa atuação é dependente do grau de entendimento das questões relativas à ciência e tecnologia. Portanto, o nível de abrangência é local, no sentido de restrito.

O argumento "utilitário" - relaciona grau de entendimento da ciência e tecnologia e capacidade de tomar melhores decisões cotidianas, e representa o interesse em questões individuais de abrangência local, no sentido de pontual.

Os argumentos social e cultural - determinados mutuamente pela noção de que a ciência é um produto cultural/socialmente construído, revelam uma ação coletiva de abrangência geral, expressa pela preocupação em um bem comum.

Com essa representação, procuramos mostrar que, por fazer parte de um campo de tensões, um argumento não é, *a priori*, mais correto ou melhor que outro. Os argumentos têm áreas de abrangência diferenciadas, que são mais ou menos adequadas, dependendo de circunstâncias e contextos específicos. Contudo, frisamos que a presença do componente ético será maior nos argumentos de abrangência mais geral, já que a ética encerra um compromisso e responsabilidade política que caminham em direção ao social (RIOS, 1997, p. 54).

Os saberes dos professores se modificam

A partir das análises que descrevemos, passamos a considerar que os argumentos dos professores sobre os propósitos da educação em ciências que nos foram apresentados estão vinculados a saberes da experiência docente, a valores educacionais estabelecidos na tradição pedagógica, a proposições teóricas ou a observações da prática, elementos que fundamentam o modo de agir dos professores. Em nossa pesquisa foi possível perceber que esses saberes estão expressos nas diferentes trajetórias seguidas por cada um dos sujeitos durante a experiência de desenvolvimento profissional estudada.

O dilema sobre os propósitos da educação em ciências foi explicitado por uns, mas não por outros, e pode ter sido a mola propulsora das transformações de seus saberes, que partiram quase todos de um ponto comum (o argumento da utilidade) e tomaram diferentes

caminhos durante o curso. Esse quadro revela a complexidade da questão dos propósitos da educação em ciências, que não têm uma resposta padrão entre os sujeitos da pesquisa.

Ao tentar responder a essa questão, os professores vivenciam um momento de conflito, que muitas vezes é explicitado, outras negado através de mecanismos de defesa. O fato de os sujeitos mobilizarem diversos saberes em busca de respostas e alternativas à questão dos propósitos da educação em ciências, e até mesmo de reconhecerem que essa questão os desafia, apresentando-se às vezes como um dilema, sugere que os professores, como atores sociais, representam as tensões que ocorrem no próprio campo do currículo.

Ao partirem de um argumento praticamente unânime e ao longo do curso tomarem posições em defesa de um ou de outro argumento, os professores transformam os significados e representações relativos ao ensino de ciências, até agora estáveis e estabelecidos, portanto não contestados, em representações questionadas, disputadas e desconstruídas. O currículo passa a ser concebido, então, como um campo de luta pela representação. Silva (1999) entende a representação como um processo semiótica de produção de significados sociais de conhecimento.

Desta forma, os significados são produzidos através de relações sociais de poder. A nosso ver, os professores dessa pesquisa representam os conflitos desse campo, ao lançarem mão de diversos significados sobre o ensino de ciências, através da diversidade de argumentos que utilizam no decorrer do curso.

Notamos, entretanto, que, ao contrário da diversidade de saberes apresentados no final do curso, a maioria dos sujeitos na fase inicial da pesquisa apresentou um único argumento (da utilidade) como justificativa para o ensino de ciências. Essa posição unânime pode estar relacionada a que fatores? Partimos do pressuposto de que a visão do que seja ciência influencia os saberes do professor sobre o ensino de ciências e seus propósitos.

Entendendo que o currículo, da forma como o concebemos nas linhas anteriores, veicula implícita ou explicitamente um ou mais conjuntos de mensagens sobre ciência, devemos nos preocupar com as concepções dos professores sobre o currículo científico. Sobre esse assunto, Moreira e Axt (1987) afirmam que, de modo geral, é frequente entre professores de ciências a ideia de currículo como um elenco de disciplinas ou tópicos objetivos de conhecimentos.

Essa visão de currículo é comumente adotada nos livros didáticos, que cada vez mais representam um recurso que orienta o trabalho do professor. Para Moreira, a maioria dos livros didáticos de ciências se constitui de uma coletânea de 'explicações corretas' sobre fenômenos da natureza e sobre dispositivos que fazem parte do dia-a-dia do aluno.

Além disso, é comum a confusão entre ciência e tecnologia, como se a segunda fosse o resultado direto das aplicações práticas da primeira. A suposta explicação correta é fornecida como algo estático e acabado. "Aspectos epistemológicos, históricos, sociais e filosóficos da ciência são ignorados em favor de um dogmatismo explicativo que dá uma aparente utilidade à ciência." (MOREIRA; AXT, 1987, p. 15).

Portanto, supomos que, ao ingressar no curso, alguns professores-alunos têm uma visão ingênua do ensino de ciências, associada a uma crença exagerada no método científico, na neutralidade dos cientistas ou na ideia de progressiva acumulação de conhecimento:

A ciência é um conjunto de conhecimentos teóricos corroborados por evidências experimentais (Prof. Pedro, em resposta a questionário aplicado no início do curso).

O futuro da ciência é promissor; a sociedade de hoje exige uma constante atualização de produtos e tecnologias [e] é necessária a educação para transitar nessas áreas (Prof. Joel, em resposta a questionário aplicado no início do curso).

Hoje, a responsabilidade de lecionar implica identificar-me com a ciência em construção como verdade provisória. (...) Não havia atentado antes para a importância de reconhecer as limitações de qualquer teoria. (Prof. Pedro - extratos de trabalho de disciplina realizado na fase intermediária do curso).

As falas citadas sugerem que a visão dos professores-alunos sobre a ciência e o ensino de ciências vai se modificando com o decorrer do Curso de Especialização, influenciando seus saberes sobre os propósitos da educação em ciências.

Ainda sobre os propósitos da educação em ciências, outro aspecto pode ser salientado quanto à alta frequência de argumentos "utilitários" no início do curso. Aparentemente, é a mesma ideia frequentemente divulgada por algumas propostas pedagógicas. Uma ideia que, quando mal interpretada, se reduz a chavões do tipo: "o bom professor é aquele que traz o cotidiano do aluno para a escola", ou "é preciso trabalhar a realidade do aluno, contextualizar", dando a impressão de que a esfera dos conhecimentos escolares não pode ultrapassar os limites imediatos daquela microrrealidade.

A nosso ver, o argumento da utilidade é o mais aproximado do senso comum, já que a ideia de função e utilidade representa valores muito fortes na nossa sociedade. É largamente difundida, entre as pessoas de maneira geral e também entre professores, a ideia de que um conhecimento só é válido se tem alguma função ou utilidade *a priori*.

Esse fato pode ser compreendido quando se leva em conta que a formação do professor está ainda baseada numa racionalidade técnica (ZEICHNER, 1993; GIROUX, 1986; SCHÓN, 1983), que pressupõe uma formação teórico-técnica, que antecede uma prática baseada na *aplicação* dessas prescrições técnicas. Esse mesmo modelo de formação parece influenciar a permanência do argumento da utilidade na fala de alguns sujeitos dessa pesquisa, especialmente aqueles que não assumiram o dilema sobre os propósitos da educação em ciências.

A dificuldade em romper com essa racionalidade torna-se notável quando se percebe um imediatismo na busca por respostas práticas a questões éticas de cunho eminentemente filosófico, que necessariamente demandam o exercício da reflexão. Nesse sentido, uma racionalidade técnica acaba desestimulando a reflexão, um processo que demanda tempo e esforço, e que por isso entra em conflito com o imediatismo das soluções técnicas.

Podemos supor que, por não assumir seus dilemas, os professores vivem uma insegurança em relação a sua profissão. Permanecer no argumento da utilidade pode ser uma maneira de não assumir o dilema e se sentir supostamente seguro por um argumento de senso comum, portanto muito difundido e pouco questionado. Desta forma o professor se protege de outros desafios, evita tomar posições conflitantes com aquelas de seus companheiros de trabalho, transferindo para terceiros a responsabilidade de repensar os problemas educacionais.

Por outro lado, a segurança intelectual dá liberdade ao professor para avançar na formulação de suas próprias ideias, sem se sentir pressionado ou ameaçado em sua identidade. A maturidade pessoal e profissional proporciona a tomada de posições mais autônomas, que permitem maior abstração e um avanço na argumentação dos sujeitos.

Parece-nos que o contraste entre o nível de argumentação dos sujeitos que assumiram o dilema sobre os propósitos da educação em ciências e aqueles que não o fizeram sugere que um dos fatores desencadeantes dessa maturidade e autonomia intelectual está no pensamento dilemático (SACRISTÁN, 1995).

A tendência a uma argumentação ligada às questões sociais/coletivas, expressa no final do curso, pode estar relacionada à ênfase dada, durante o curso, à importância da reflexão sobre a própria prática. Esse tipo de postura sinaliza um avanço na direção de uma Racionalidade Emancipatória de formação (GIROUX, 1986). Esse modelo de formação está em contraposição ao mo-

delo da Racionalidade Técnica, pois é construído na capacidade do pensamento crítico de refletir e reconstruir sua própria gênese histórica, isto é, pensar sobre o próprio processo de pensamento.

Vimos que os sujeitos da pesquisa começam a questionar os pressupostos que norteiam os objetivos da educação, ou seja: quem vai ser educado, que tipo de conhecimento, valores e relações sociais serão considerados legítimos como preocupações educacionais, fornecendo uma análise política e social mais abrangente da natureza e da conduta do professor.

Essa Racionalidade Emancipatória, segundo Giroux (1986), confere aos professores o papel de intelectuais críticos, preocupados em compreender, além das questões do magistério, os problemas sociais que enfrentam e para a solução dos quais são chamados a colaborar. Com o desenvolvimento de uma visão política acerca de seu trabalho e sua profissão, o professor faz de seu trabalho um meio de sedimentar os interesses da classe que representa.

Supomos que o enfrentamento de dilemas torna o professor um profissional comprometido eticamente com sua profissão, capaz de apreender o caráter contraditório da prática pedagógica, articulando um discurso marcado pela linguagem crítica e pela possibilidade.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PEREZ, Daniel. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998. (Coleção Questões da Nossa Época, 26).

FENSHAM, Peter J. Familiar but different: some dilemmas and new directions in science education. In: FENSHAM, Peter J. *Development and dilemmas in science education*. Philadelphia: The Falmer Press, 1988.

GIROUX, Henry. *Teoria crítica e resistência em educação*. Petrópolis: Vozes, 1986.

HOLLY, M. L. Investigando a vida profissional dos professores: diários biográficos. In: NOVOA, A. (Org.) *Vidas de professores*. Lisboa: Porto Editora, 1992.

- MILLAR, Robin. Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, v. 77, n. 280, p. 7-18, mar. 1996.
- MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Rolando. Ênfases curriculares e ensino de ciências. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 3, p. 250-258, 1987.
- PERRENOUD, Philippe. *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação - perspectivas sociológicas*. Lisboa: Ed. Nova Enciclopédia, 1993.
- RIOS, Terezinha Azerêdo. *Ética e competência*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1997.
- ROBERTS, D.A. Developing the concept of "curriculum emphases" in Science education. *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 243-260, 1982.
- SACRISTÁN, J. G. Consciência e acção sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NOVOA, A. (Org.) *Profissão Professor*. 2. ed. Lisboa: Porto Editora, 1995. p. 63-91.
- SCHÓN, Donald. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. London: Temple Smith, 1983.
- SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.
- SILVA, Tomaz Tadeu. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.
- TARDIF, M., LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. *Teoria e Educação*, n. 4, p. 214-233, 1991.
- THOMAS, G; DURANT, J. Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, v. 1, p. 1-14. 1987.
- VAZ; Arnaldo. *Estrutura e função do laboratório*, 1989. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências: Modalidade Física) - Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- ZEICHNER, Keneth M. El Maestro como profesional reflexivo. *Guardernos de Pedagogia*, n.220, p. 44-9, 1993.

