

---

## O PENSAMENTO CONVERGENTE, O PENSAMENTO DIVERGENTE E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA<sup>+</sup>

---

*Sergio de Mello Arruda*<sup>1</sup>

Departamento de Física – UEL

*Michele Hidemi Ueno*

*Alessandra Guizellini*

Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – UEL

*Marinez Meneghello Passos*

Departamento de Matemática – UEL

*João Batista Martins*

Departamento de Psicologia Social e Institucional – UEL

Londrina – PR

### Resumo

*Nesse trabalho, procuramos entender algumas dificuldades inerentes à profissão de professor de Ciências e Matemática, como resultado de tensões existentes entre uma tendência ao pensamento convergente, que vai moldando o modo de pensamento do futuro professor ao longo de sua formação básica em ciências, em especial nas áreas mencionadas acima e um modo de pensar divergente, desenvolvido a partir da prática de sala de aula, das expectativas e conflitos gerados nos relacionamentos entre alunos e professores, das angústias provocadas no interior das instituições. Essa maneira de entender a função docente foi inspirada nas idéias do filósofo e historiador da ciência Thomas Kuhn, que via o progresso científico como uma alternância entre momentos em que o cientista atua a partir de consensos estabelecidos em torno de um paradigma único (ciência normal) e momentos onde a pesquisa se caracteriza pelo debate dos fundamentos até o estabelecimento de novo consenso (revolução científica). No sentido de dar alguma articulação às idéias colocadas acima, fazemos referên-*

---

<sup>+</sup> The convergent thought, the divergent thought and the science and mathematics teachers formation

\* *Recebido: setembro de 2004.*

*Aceito: junho de 2005.*

<sup>1</sup> Com apoio parcial do CNPq e Capes.

*cia a alguns dados de pesquisas realizadas com futuros e atuais professores nas áreas mencionadas acima.*

**Palavras-chave:** *Formação de professores, ensino de ciências, pensamento convergente e pensamento divergente.*

### **Abstract**

*In this work we try to understand some difficulties of being Science and Mathematics teacher, as a result of the existent tensions among a tendency to convergent thought, that shapes the future teacher's thought along its basic formation in sciences, especially in the areas mentioned above, and a way of divergent thinking, developed from practice, from expectations and conflicts generated in the relationships between students and teachers, and from the anguishes provoked by living inside educational institutions. Our thoughts were based on Thomas Kuhn ideas, who thinks the scientific progress as an alternation among moments of established consensus around only one paradigm (normal science) and moments of disagreements and controversies over fundamentals (scientific revolution). In order to give consistence to these ideas, we present some results of researches done with future and current teachers in the areas mentioned above.*

**Keywords:** *Teachers' formation, science teaching, convergent and divergent thought.*

## **I. Introdução**

As obras de Thomas Kuhn têm sido, há algum tempo, fonte de inspiração para a educação científica, sendo, esse tema, objeto de algumas publicações recentes (Science & Education, v. 9, jan. 2000; ARRUDA et al, 2001). Suas idéias gerais sobre o processo de desenvolvimento científico foram utilizadas, por exemplo, na elaboração de modelos úteis de ensino/aprendizado, tal como o Modelo de Mudança Conceitual de Posner e colaboradores (POSNER et al, 1982). Na *Estrutura das Revoluções Científicas* e em outros ensaios, podemos encontrar idéias interessantes sobre a educação, cujas implicações para o ensino parecem ainda não terem sido suficientemente exploradas.

Nesse trabalho traçamos algumas analogias entre o que Kuhn denomina a “tensão essencial” na investigação científica, entendida como um conflito entre a tendência ao pensamento convergente e o divergente, e o ensino de Ciências e Matemática, o que parece interessante para entender algumas situações encontradas na forma-

ção de professores nessas áreas. De um modo geral, podemos definir o *pensamento divergente* como aquele que “produz muitas idéias ou alternativas” e que desenvolve muitas possibilidades “a partir de um único ponto de partida”; e o *pensamento convergente* como aquele “dirigido para a descoberta de uma única resposta correta” (COON, 1989). Usualmente o pensamento divergente é associado à criatividade e o convergente ao pensamento convencional.

Dentre os filósofos ou historiadores da ciência, Kuhn foi o que mais enfatizou o papel do *pensamento convergente* na investigação científica. Em contraposição à imagem do cientista como um pensador divergente, completamente livre para direcionar a criação do novo conhecimento para qualquer direção, Kuhn afirma em *A Tensão Essencial*, que o “pensamento convergente é tão essencial para o avanço científico como o divergente” (KUHN, 1989, p. 276). Para entender a posição kuhniana, vamos fazer um rápido resumo de sua visão sobre a investigação e o progresso científicos.

Como é bem conhecido, Kuhn separa o desenvolvimento da ciência em três estágios. Inicialmente, no estágio *pré-paradigmático* (ou ciência imatura), caracterizado pela competição entre diversas “concepções distintas da natureza” aproximadamente compatíveis com os “preceitos da observação e método científicos” (KUHN, 1978, p. 23), não há crescimento científico apreciável, não há um paradigma único, no sentido de um “corpo implícito de crenças metodológicas e teóricas interligadas” (p. 37) ou um “conjunto padrão de métodos ou fenômenos que todos os estudiosos se sintam forçados a empregar ou explicar” (p. 33). Posteriormente, as divergências ou competições entre as diversas escolas podem cessar quando “um indivíduo ou um grupo produz uma síntese capaz de atrair a maioria dos praticantes”, causando o desaparecimento das escolas mais antigas, em decorrência da “conversão de seus adeptos ao novo paradigma” (p. 39). Com a emergência do paradigma, o campo passa ao estágio denominado de *ciência normal*. Os cientistas que desenvolvem a pesquisa “baseada em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a prática científica” (p. 30), orientando-se daí para frente “para problemas cada vez mais recônditos e concretos” (p. 42), os quais Kuhn denomina *quebra-cabeças*, utilizando-se cada vez mais de artigos endereçados aos membros do grupo do que de livros dirigidos ao público mais amplo. O grupo constituiu-se numa *comunidade científica*, especializada numa determinada área. Eventualmente, o consenso estabelecido durante a ciência normal pode se quebrar devido a dificuldades empíricas persistentes, chamadas *anomalias*, que deveriam ser resolvidas por meio das regras e procedimentos utilizados pela prática usual dos cientistas (ciência normal). O campo entra numa fase de *debate* sobre suas suposições fundamentais, um período chamado de *crise* marcado por “investigações extraordinárias”, pelo motivo de não estarem baseadas no paradigma conhecido, que acabam por conduzir a comunidade a um “novo conjunto de compromissos”, ou seja, a um novo paradigma (p. 25). Tais episódios são denomina-

dos de *revoluções científicas*. Como exemplo, Kuhn cita as sínteses produzidas por Copérnico, Newton, Lavoisier e Einstein.

Kuhn considera a resolução de problemas na ciência normal como a *resolução de quebra-cabeças* (KUHN, 1978, cap. 3). Segundo ele, essa analogia é possível por duas razões. Em primeiro lugar, um bom problema de pesquisa, assim como um bom quebra-cabeça não é aquele cujo resultado é intrinsecamente importante, mas aquele “dotado de uma solução possível” (ibid., p. 60), ou seja, aquele que o paradigma garante que pode ser resolvido e cuja solução depende apenas da engenhosidade do cientista. Nesse sentido, “um paradigma pode até mesmo afastar uma comunidade daqueles problemas sociais relevantes que não são redutíveis à forma de quebra-cabeças, pois não podem ser enunciados nos termos compatíveis com os instrumentos e conceitos proporcionados pelos paradigmas” (ibid., p. 60). Além de precisar ter solução assegurada pelo paradigma, os problemas normais também devem “obedecer a regras que limitam tanto a natureza das soluções aceitáveis como os passos necessários para obtê-las” (ibid., p. 60). Tais regras incluem, por exemplo: as generalizações, como enunciados de leis e teorias; indicações de instrumentos adequados para certas medições, bem como a maneira de utilizá-los; as margens de erros aceitáveis em um dado experimento; a exigência de coincidência entre o resultado de uma medida e a previsão teórica; compromissos metafísicos e metodológicos; etc. Segundo Kuhn, “a existência dessa sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais – é uma das fontes principais da metáfora que relaciona a ciência normal à resolução de quebra-cabeças” (ibid., p. 65).

Para Kuhn, a ciência normal consiste, portanto, no exercício do *pensamento convergente*, no sentido de um pensamento que se baseia em consensos, em paradigmas compartilhados, que dão o suporte e indicam a direção da pesquisa, explicando o rápido padrão de progresso que caracteriza as chamadas ciências naturais. Mas o cientista também atua, em algumas situações, de um outro modo:

*o cientista produtivo deve ser um tradicionalista que gosta de jogar intrincados jogos com regras preestabelecidas, para ser um inovador com êxito que descobre novas regras e novas peças com que jogar* (KUHN, 1989, p. 289).

Nos momentos de descoberta e invenção, quando o cientista deve “arrumar o equipamento intelectual e manipulativo em que confiara anteriormente, descartando alguns elementos da sua crença e prática anteriores *até encontrar novos significados* e novas relações entre muitos outros”; ou seja, naqueles momentos em que as idéias antigas precisam ser reavaliadas e reestruturadas, “exigem justamente essa flexibilidade e abertura de espírito que caracteriza, ou, de fato, define o *pensador divergente*” (KUHN, 1989, p. 277; itálico nosso). Ou seja, para Kuhn tanto o pensamento

convergente quanto o divergente são essenciais para o progresso da ciência, como já afirmado.

Se a ciência progride alternando pensamentos convergentes com pensamentos divergentes e dada a natureza conflituosa desses dois tipos de pensamento, a capacidade de suportar essa tensão deve ser uma das principais características da investigação científica (KUHN, 1989, p. 276). Ou seja, “muitas vezes o cientista – ou o grupo profissional - com sucesso deve simultaneamente manifestar as características do tradicionalista e do iconoclasta” (ibid., 278) e isto é o que Kuhn denomina de *tensão essencial*, implícita na investigação científica.

## II. Convergência e divergência na formação do professor de ciências e matemática

Parece-nos, que um tipo de tensão semelhante está presente na formação do professor de ciências. Tomando novamente por base Thomas Kuhn, ele se refere, em diversos momentos de sua obra, ao modo como os futuros cientistas aprendem ciência. Em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, ele coloca que:

*A esta altura deveria estar claro que os cientistas nunca aprendem conceitos, leis e teorias de uma forma abstrata e isoladamente. Em lugar disso, esses instrumentos intelectuais são, desde o início, encontrados numa unidade histórica e pedagógica anterior, onde são apresentados juntamente com suas aplicações e através delas. (...) Depois de aceitas, essas aplicações (ou mesmo outras) acompanharão a teoria nos manuals onde os futuros cientistas aprenderão seu ofício. As aplicações não estão lá simplesmente como um adorno ou mesmo como documentação. Ao contrário, o processo de aprendizado de uma teoria depende do estudo das aplicações, incluindo aí a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, seja com instrumentos em um laboratório (KUHN, 1978, p. 71; grifo nosso).*

Em resumo, para Kuhn, a atividade do cientista não difere fundamentalmente do processo de aprendizado científico, pois alguns dos problemas da ciência normal são, posteriormente, transformados em “clássicos”, em soluções exemplares e é através deles que os futuros cientistas aprendem o que precisam para o seu trabalho futuro como pesquisador. Ou seja, Kuhn entende o aprendizado em ciências, essencialmente, como a aquisição de um vocabulário ou de uma linguagem, por meio da exposição do estudante aos exemplares - inclusive as situações experimentais - e suas soluções (KUHN, 1990), muitos deles encontrados em finais de capítulo dos livros-

texto, os quais, em uma certa época, foram genuínos problemas de pesquisa, ou seja, quebra-cabeças.

*Esse processo de aprendizagem através de exercícios com lápis e papel ou através da prática continua durante todo o processo de iniciação profissional. Na medida em que o estudante progride em seu primeiro ano de estudos em direção a sua tese de doutoramento, os problemas a enfrentar tornam-se mais complexos, ao mesmo tempo em que diminui o número dos precedentes que poderiam orientar seu estudo (KUHN, 1978, p. 72).*

A aprendizagem científica, entendida como “uma iniciação a uma tradição inequívoca” (KUHN, 1989, p. 288), partilha, portanto, da natureza do pensamento convergente. Kuhn, citando Guilford coloca que a educação científica:

*‘acentuou capacidades nas áreas do pensamento convergente e da avaliação, muitas vezes a expensas do desenvolvimento na área do pensamento divergente. Tentamos ensinar aos estudantes como chegar a respostas corretas, que a nossa civilização nos ensinou como corretas... Fora das artes (e eu gostaria de incluir a maior parte das ciências sociais), desencorajamos em geral o desenvolvimento de capacidades de pensamento divergente, de um modo não intencional’. Esta caracterização parece-me ser eminentemente justa, mas pergunto se será igualmente justo deplorar o produto que daí resulta. Sem defender o mau ensino e admitindo que neste país a tendência para o pensamento convergente em toda a educação pode ter sido demasiado longe, deve-mos, contudo, reconhecer que um treino rigoroso no pensamento convergente tem sido intrínseco às ciências quase desde a sua origem (KUHN, 1989, p. 279; grifo nosso).*

Podemos concordar que uma iniciação ao pensamento convergente possa ser suficiente para a formação do cientista. De fato, isso parece ser o que usualmente ocorre nos cursos de bacharelado em Física ou Matemática, por exemplo, onde raramente (ou talvez, nunca) os paradigmas dominantes são postos em questão. Nem mesmo os experimentos didáticos, que pretensamente representariam ocasiões em que as teorias pudessem ser testadas, são de fato utilizados com essa finalidade, pelo menos pelas seguintes razões:

*Em primeiro lugar, a esmagadora maioria dos alunos da escola secundária, como muitos dos universitários iniciantes, chega mesmo a não entender um problema experimental, quando ele é*

colocado. Na verdade, apresentam uma série de dúvidas que precisam ser pouco a pouco esclarecidas e trabalhadas, até que eles consigam entender o que está por detrás da atividade, o que seria praticamente impossível, sem o auxílio do professor. Em segundo lugar, é muito improvável que os estudantes, principalmente do ensino médio, consigam elaborar hipóteses explicativas interessantes para uma dada situação experimental, ou que, dedutivamente, consigam dar conta satisfatoriamente de uma anomalia. Quase sempre, caberá ao professor apontar as soluções e oferecer as saídas que tornarão a atividade experimental dotada de sentido e interessante aos estudantes. Em terceiro lugar, a transposição para o laboratório didático, de uma visão da ciência que pressupõe a contrastação empírica, seja para a verificação, seja para o falseamento de hipótese, subentende, pelo menos implicitamente, que os 'dados' de uma experiência são compreendidos de forma inequívoca pelos alunos. Entretanto, mesmo em casos de medições simples, como a do comprimento de um fio ou o diâmetro de uma bola, uma medida pode assumir para os estudantes um significado bastante diferente do que assumiria para o professor. Em quarto lugar, atividades experimentais como a observação de regularidades ou de relações entre variáveis, podem representar um problema fora do alcance dos estudantes. Pudemos observar, recentemente, com estudantes, tanto do ensino médio quanto do superior, bem como com professores de Física da escola secundária, dificuldades em entender relações constantes entre grandezas, tal como as expressas pela lei de Boyle, tendo, os valores de cada medida, aparentemente sido considerados independentes um do outro. Em quinto lugar, um experimento qualitativo simples pode ser interpretado de diferentes maneiras, segundo as perspectivas ou idéias prévias dos estudantes. Por exemplo, um corpo que desliza no chão, apenas sob a ação do atrito, pode ser visto como sujeito a forças impressas na direção do movimento; um líquido sobe num canudinho de refrigerante por causa da força aplicada pela sucção exercida pela boca da pessoa; a temperatura de um corpo aumenta porque aumentou sua quantidade de calor; as cargas elétricas que correm por um fio se originaram da bateria, e assim por diante. Em muitos desses casos, a superação das concepções espontâneas só ocorrerão como 'resultado da aquisição de um

*corpo de conhecimentos capaz de deslocá-las de forma global'*  
(ARRUDA et al, 2001).

O experimento didático, portanto, parece mais ser um esforço para “adaptar” um corpo teórico (com o qual o estudante provavelmente já teve contato) a resultados experimentais, do que induzir, verificar ou falsear teorias, o que foi denominado de *concepção adaptativa do laboratório didático de ciências* (ARRUDA et al, 2001).

Por essas razões podemos assumir, portanto, que a educação em ciências poderia ser razoavelmente descrita como um processo sistemático de exposição do estudante aos exemplares partilhados de uma tradição de pesquisa inequívoca, consensualmente assumida pela comunidade científica. Não nos parece problemático aceitar que a formação do professor de ciências (licenciatura), partilha dessa característica: o futuro professor, de Física ou de Matemática, aprende os conteúdos correspondentes através desse modelo. Entretanto, a formação desse profissional envolve a construção de diversos saberes. Além de conhecer muito bem “a matéria a ser ensinada”, o que toma a maior parte de sua formação básica (curso de graduação), o futuro professor também deve saber questionar as “idéias de senso comum sobre o ensino e a aprendizagem”, adquirir conhecimentos teóricos e metodológicos sobre o aprendizado em ciências, saber preparar atividades e “dirigir o trabalho dos alunos”, saber avaliar, etc. (CARVALHO; PEREZ, 1995). Ou seja, a formação do professor parece envolver dois conjuntos distintos de saberes: os relacionados ao conteúdo (por exemplo, Física, Matemática), de natureza convergente e os relacionados à educação, que são de natureza divergente.

Portanto, do ponto de vista do professor, em um momento ele está lidando com um objeto bem definido, tratado por um único paradigma (por exemplo, um móvel que desce uma rampa ou uma partícula que se move em um campo magnético), enquanto que em outros momentos de sua prática ele se vê com o problema de entender o comportamento do aluno, um “objeto” difuso, sem controle, dotado de motivações subjetivas, o que, muitas vezes o coloca em estado de crise, forçando-o a entender o que se passa, tendo para tanto que desenvolver um pensamento do tipo divergente.

Parece-nos que pensar a situação do profissional da educação, em especial, o professor de ciências e matemática, por esse ângulo, encontra suporte na opinião de outros educadores. Pimenta, por exemplo, aponta que:

*Uma dificuldade fundamental que se coloca na construção da Ciência da Educação, como, aliás, nas Ciências Humanas, em geral, é que sujeito e objeto se imbricam e se constituem mutuamente. A educação (objeto de conhecimento) constitui e é constituída pelo homem (sujeito de conhecimento); é um objeto que se modifica parcialmente quando se tenta conhecer, do mesmo mo-*

*do que, à medida que é conhecida, induz alterações naquele que a conhece* (PIMENTA, 2001, p. 43).

A característica divergente do pensamento na área da educação não se limita às dificuldades em definir o seu objeto de estudo. Em Laburu et. al (2003), os autores apontam que “todo processo de ensino-aprendizagem é altamente complexo, mutável no tempo, envolve múltiplos saberes e está longe de ser trivial”. Em virtude disso, defendem um pluralismo metodológico para o Ensino de Ciências, por várias razões, dentre outras “ao fato da evolução das idéias educacionais se encontrarem ligadas à evolução da própria humanidade, ficando, portanto, temporalmente circunstanciadas” (GADOTTI, 1993, p. 16 apud LABURU et al, 2003). Além disso, continuam os autores, há uma dificuldade em definir o que é ensinar: “Green (1971) nos faz notar que esse conceito, como muitos outros, é vago e não tem uma fronteira definida, por não apresentar uma significação clara e precisa” (LABURU et al, 2003).

A educação apresenta uma complexidade tal que para a sua compreensão múltiplos olhares foram desenvolvidos. Ardoino, afirma que as ciências humanas, incluindo aí a educação, “necessitam de explicações, ou de olhares, ou óticas, de perspectivas plurais para dar conta um pouco melhor, ou um pouco menos mal, da complexidade dos objetos” (ARDOINO, 1998 apud MARTINS, 2000, p. 57). Para que uma “leitura plural de tais objetos” possa ser realizada, Ardoino propõe uma *abordagem multirreferencial*, uma noção que leva em consideração a *complexidade* da realidade e dos fenômenos educativos, em particular:

*A visão não complexa das ciências humanas, das ciências sociais, implica em pensar que existe uma realidade econômica, por um lado, uma realidade psicológica, por outro, uma realidade demográfica, mais além, etc. Acreditamos que essas categorias criadas pelas universidades são realidades, mas esquecemos que, no econômico, por exemplo, estão as necessidades e os desejos humanos. Por trás do dinheiro, existe todo um mundo de paixões (...). A consciência da complexidade nos faz compreender que não poderemos escapar jamais à incerteza e que jamais poderemos ter um saber total* (MORIN, 1996 apud MARTINS, 2000, p. 68).

Em resumo, parafraseando Kuhn, poderíamos afirmar que o professor de ciências deveria gostar de *jogar intrincados jogos com regras preestabelecidas*, ou seja, gostar do pensamento convergente, mas também possuir uma *flexibilidade, abertura de espírito e liberdade de ir em direções diferentes*, até encontrar novos significados e novas relações, características do pensador divergente. A *capacidade de su-*

*portar essa tensão* deveria ser uma das principais características do professor de ciências.

### III. Alguns exemplos

Nas seções anteriores, discutimos as tensões entre o pensamento convergente e o pensamento divergente presentes na ciência e no ensino de ciências (e educação) a partir de uma perspectiva teórica. Nessa seção, queremos fornecer alguns exemplos, extraídos de alguns trabalhos de pesquisa realizados por nós recentemente, que procuram demonstrar como essa tensão se manifesta em estudantes e professores.

A metodologia de tomada de dados utilizada nos trabalhos mencionados pode ser denominada de qualitativa. Algumas das características principais da investigação qualitativa são as seguintes (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47-51):

1. O *ambiente natural é a fonte de dados*, sendo o pesquisador o principal instrumento de investigação. Escolas, salas de aula, bairros, famílias e outros locais constituem o ambiente de pesquisa. Os dados são recolhidos através do contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente. As observações podem utilizar gravadores de vídeo ou áudio ou simplesmente os olhos do pesquisador.

2. A pesquisa qualitativa – diferentemente da chamada pesquisa quantitativa - é basicamente descritiva, ou seja, seus dados consistem de “palavras ou imagens e não em números” (BOGDAN; BIKLEN, *ibid.* p. 48), podendo incluir transcrições de entrevistas, relatos, depoimentos, notas de campo, documentos escritos, bem como fotos e gravações em áudio e vídeo. É uma tentativa de entender o mundo, principalmente o mundo falado e escrito, as relações que as pessoas estabelecem com outras e com o seu universo pessoal.

3. O que está em jogo, fundamentalmente, em uma abordagem qualitativa é como o *sentido*, que um sujeito atribui para um determinado evento ou fato de sua vida, é por ele construído. Na pesquisa qualitativa, os dados e os referenciais teóricos dialogam tendo em vista a construção de um significado novo para o conjunto dos dados observados. Por isso, mesmo o fato mais corriqueiro “é examinado com a idéia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (BOGDAN; BIKLEN, *ibid.* p. 49).

4. O desenvolvimento da pesquisa qualitativa segue o *esquema de um funil*, ou seja, se inicia com um foco ou um grupo amplo de questões, que ao final vai se tornando mais específico e localizado. Alguns pesquisadores chegam a afirmar que nesse tipo de pesquisa, quando se descobre o problema que está se resolvendo, a tese ou a dissertação chegou ao fim. De certa forma, a análise dos dados na pesquisa qualitativa é feita de forma indutiva. Não se trata de formular e testar hipóteses, mas de

construir categorias e esquemas gerais de análise e compreensão dos dados, visando à construção de novos sentidos.

Em um sentido amplo, a pesquisa qualitativa não difere muito da pesquisa quantitativa, ou seja, a pesquisa como usualmente realizada nas ciências naturais, pois ela também cresce a partir do “confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 1). Por outro lado, também podemos dizer que a pesquisa qualitativa partilha das características do pensamento divergente, porquanto os resultados dessa pesquisa não são resultados – por exemplo, hipóteses - passíveis de serem testadas empiricamente, mas a produção de novos sentidos para, muitas vezes, situações problemáticas já conhecidas.

Com relação aos dados aqui apresentados, as tendências ao pensamento convergente foram detectada através de entrevistas e notas de campo principalmente com estudantes de Física, Matemática e Química, parcialmente transcritas em três dissertações recentes (UENO, 2004; PASSOS, 2004; GUIZELINI, 2005). Dentre outras informações, os trabalhos apresentam algumas razões que fundamentam as opções dos estudantes pelo curso – Física, no primeiro caso; Matemática, no segundo; e Matemática, Biologia e Química, no terceiro.

Em relação ao curso de Física, por exemplo, muitos estudantes atribuem a sua opção pelo curso ao “gosto” pela resolução de problemas, uma atividade didática usual no aprendizado dessa disciplina (UENO, 2004, p. 49, 55)<sup>2</sup>:

*ALUNO F1 – “... eu gostava quando tinha aqueles problemas, que eu tinha que ficar pensando e pensando, e eu queria e chegava na sala tinha aqueles cálculos enormes, que enchia o quadro e que a gente tinha que ficar pensando”.*

*ALUNO F4 - - “... eu sempre gostei de fazer cálculo. Meu curso de Física no segundo grau não foi um curso de Física e sim um curso de Matemática. Eu resolvia contas e contas e gostava de fazer aquilo. Adorava ficar fazendo contas e resolver exercícios”.*

Na segunda pesquisa (PASSOS, 2004), que estudou os motivos da escolha pelo curso de licenciatura em Matemática na mesma universidade, muitos estudantes também fizeram referência ao “gostar” de fazer contas e a “facilidade” em trabalhar com conteúdos relacionados a essa disciplina (ibid., p. 86):

---

<sup>2</sup> A letra F indica aluno do curso de graduação em Física e M indica aluno do curso de graduação em Matemática; ambos os cursos são da Universidade Estadual de Londrina, Estado do Paraná, Brasil. A letra P indica professor de Física do ensino médio da região de Londrina.

*ALUNO M17 – “Eu sempre gostei de matemática. Desde criança quando saía com meu pai para irmos ao mercado ou a um restaurante, somava mentalmente todos os valores e, o total, quase sempre estava correto”.*

*ALUNO M31 – “Desde pequena eu me identifico com os números... sempre gostei de fazer contas, tenho mais facilidade em aprender matemática do que português ou história”.*

Esse “gostar de fazer contas”, embora não tenham surgido nas entrevistas com os estudantes de Biologia, aparece nas falas de alguns alunos do curso de Química (GUIZELINI, 2005, p. 53):

*ALUNO Q2 – “Eu sempre gostei de conta. Eu acho que por ser muito mecânico. A gente tem mais facilidade quando é repetição...” (106)*

Além disso, é nessa terceira pesquisa, que uma explicação mais razoável para o “gostar de fazer contas” parece ficar mais evidente. Ao responder sobre “por que você gosta de Matemática?”, um aluno utiliza diversas vezes a palavra *caminho*. Sua fala sugere que, para ele, o pensar e o fazer na Matemática trilham um “caminho certo”, “definido”, o qual garante a existência de um resultado positivo, explicitando mais claramente as características do pensamento convergente, dessa vez relacionado à Matemática (GUIZELINI, 2005, p. 45):

*ALUNO M5 – “Você tem um caminho, um caminho definido, você tem que ir assim, assim, assim, assim. Se eu desviar desse caminho eu sei que eu não vou chegar naquele caminho. Por isso que eu, particularmente, eu gosto da Matemática” (53). “... na Matemática você tem de seguir uma linha de pensamento e chegar no seu objetivo (54). “Igual no passado muitos cientistas – matemáticos, físicos, químicos – eles saíam de um lugar, saíam de uma hipótese e iam fazendo demonstrações, seguindo regras né, regras lógicas e chegavam num resultado que são as fórmulas e teorias que nós estudamos hoje. Saíam de um lugar com a certeza de que iam chegar em alguma coisa e faziam isso seguindo um caminho certo. Não ficar saindo, ficar fazendo, procurando vários caminhos. Seguiam um caminho só pra chegar num resultado. Isso é o interessante da Matemática” (55).*

É interessante que alguns alunos, como no trecho transcrito do ALUNO M31, quando manifestam o seu “gostar” de Física ou de Matemática, muitas vezes assim se expressam em oposição ao que sentem por outras disciplinas, como História ou Geografia:

*ALUNO F1 – “Ah, eu gosto de fazer conta, de pegar um problema e ficar raciocinando, que eu não gosto muito assim de História, de Geografia. É que História e Geografia a gente tinha que ler aquilo que já tinha e aceitar aquilo. Aconteceu aquilo e a gente tinha que aceitar. Agora na Física e na Matemática a*

*gente resolvia problemas diferentes e chegava assim em outros resultados, sabe, para mim era diferente, eu ia pegar e eu ia fazer”* (UENO, 2004, p. 50).

*ALUNO Q2 – “Eu gosto muito... eu gosto de exatas. Adoro. Pedir pra mim fazer conta, eu deliro, adoro mesmo. Mil vezes que você mandar eu ler um jornal, uma revista, que eu não gosto de ler mesmo”* (108) (GUIZELINI, 2005, p. 53).

*ALUNO Q4 – “Eu não gosto de decorar, eu gosto de entender o que eu faço... Ficar decorando, poxa, chega na hora da prova eu esqueço tudo, aí pronto, se ferra”*(135) (GUIZELINI, 2005, p. 59).

Obviamente que *ler* está mais relacionado com as áreas humanas, com palavras e não com números, como nas chamadas ciências exatas. Sente-se aí, algo da tensão entre um modo de pensar mais direcionado e distante da linguagem comum, característico das áreas exatas, e um modo mais livre, mais polissêmico, característico das áreas humanas<sup>3</sup>.

Para aqueles que se direcionam para a pesquisa na área e cujo objeto de trabalho são as entidades do universo físico, químico, biológico ou matemático, não há a necessidade de adentrar no campo divergente das humanas. Isso não ocorre, entretanto, com aqueles que vão se tornar professores. A tensão e a necessidade de um pensar divergente tornam-se evidentes quando surgem problemas nas relações estabelecidas entre alunos e professores. Para muitos alunos, o professor é a principal fonte de crises, um elemento desmotivante, que eventualmente pode levar alguns a desistir do curso, como nos exemplos abaixo (UENO, 2004, p. 80, 89):

*ALUNO F1 – “O jeito com que o professor trata você é um dos fatores que faz você desistir. Eu vi tanta gente da minha sala, que eu vi que era bom, que tinha futuro, desistir por causa dele...”*

*ALUNO F6 – “... o professor foi um fator de desânimo muito grande, ele exigia demais... foi um fator de insegurança grande...”*

Mesmo o relacionamento entre alunos ingressantes e veteranos, pode causar problemas, como mencionado pelo aluno abaixo (ibid, p. 83):

---

<sup>3</sup> Aqui cabe uma observação: o pensamento convergente é o pensamento desenvolvido a partir de um único paradigma, sobre o qual existe um consenso na comunidade envolvida. Evidentemente, existem áreas fora das chamadas ciências naturais onde um consenso existe. Mas em termos gerais, nas áreas sociais ou humanas, como educação, por exemplo, existem vários paradigmas coexistindo simultaneamente, a partir dos quais a pesquisa é desenvolvida, o que caracterizaria a área, como um todo, como do tipo divergente. Entretanto, no âmbito de um sub-grupo ou comunidade mais restrita, que adota um único referencial teórico, a pesquisa poderia também ser caracterizada como convergente.

*ALUNO F3 – “... o terrorismo do pessoal anterior que chega e fala: “você está ferrado!” , vão pegar dependência de qualquer jeito... há uma depressão porque você acha que não vai conseguir...”*

Com algum esforço e reflexão, o aluno pode sair da crise gerada por um mau relacionamento com um professor. No caso do aluno abaixo, ele conseguiu concluir do curso de Física e atualmente faz um mestrado. Mas amargou alguns momentos ruins (ibid: 85):

*ALUNO F4 – “... foi duro, a vontade era parar... Hoje eu estou saindo de uma situação assim, como se eu estivesse num buraco, estivesse tentando me estabilizar, a ter aquela vontade de estudar que eu tinha, porque tudo isso me desanimou, puxa!”*

Para professores em formação, há sempre uma expectativa de como serão as suas aulas, se serão julgados como bons professores e o que é um “bom” professor (PASSOS, 2004, p. 119):

*ALUNO M31 – “Quero me formar e ser uma professora como as que eu admirei e admiro, que fazem parte da minha vida, e isso eu desejo que aconteça com meus alunos em relação a mim”.*

*ALUNO M7 – “Pensando assim eu quero adquirir formação e preparação, quero me tornar uma pessoa capaz de ensinar (deixar uma marca) e ter capacidade crítica”.*

*ALUNO M25 – “Se eu conseguir isso sei que serei um ótimo professor, aquele que os alunos irão gostar”.*

O que se observa em muitas falas de alunos em formação é uma preocupação com o “outro”, com se obter reconhecimento desse outro sobre si mesmo, como professor. Já há alguns anos temos supervisionado os estudantes da licenciatura em Física da Universidade Estadual de Londrina. Acompanhando os estagiários do curso em suas experiências didáticas nos colégios da região, temos observado que principalmente o momento da regência de classe, invariavelmente, causa nos estagiários um forte impacto. Muitos deles chegam a essa fase cheios de expectativas e usualmente inseguros sobre o seu desempenho como professores, querendo dar uma boa aula e com uma forte determinação de realmente ensinar os alunos. Entretanto, quase sempre as suas expectativas são frustradas, pois é visível um certo padrão de comportamento dos alunos da escola média, de desinteresse por quase tudo que diz respeito à escola. O impacto desse processo nos estagiários é bastante significativo.

Foi o que ocorreu com um grupo de estagiários durante a regência de classe realizada no segundo semestre de 2004, em um colégio estadual na periferia de Londrina. Os estagiários chegaram para a regência com uma expectativa muito grande

para desenvolver de fato o papel de professor e foram surpreendidos pela indiferença generalizada dos alunos, o que os colocou em uma situação desagradável e desmotivadora. Para a primeira aula, os estagiários ficaram praticamente quatro dias preparando um “bom material”, que colocava “perguntas” e utilizava a “história”, deixando transparecer as suas expectativas sobre a reação dos alunos, que foram posteriormente frustradas, pela resposta indiferente, o que causou uma grande decepção:

*Estagiário – “...eu fiquei decepcionado com os alunos, porque eu me esforcei, tentei preparar uma coisa legal, e na hora que você chega lá assim você vê que o pessoal tá com aquele descaso total contigo, é como se você não estivesse ali. Aí chegou um momento na aula que eu parei e fiquei olhando todo mundo...Fiquei chateado. Eu me esforcei tanto pra preparar um material bom pra eles, que na hora que eu vi aquela reação deles com completo descaso com a minha pessoa fiquei: “pô, o que eu estou fazendo aqui? Se eu me esforcei tanto e vocês não estão nem aí...”* (PIRES et al, 2004)

Da parte do professor em exercício, as dificuldades de relacionamento também são frequentemente citadas. Em um estudo realizado com um grupo de 30 professores do ensino médio de Física (ARRUDA, 2001), as queixas em relação aos alunos foram freqüentes, podendo ser agrupadas em dois tipos principais: a falta de motivação ou interesse dos alunos e a sua “falta de base” em Matemática. Em relação ao primeiro ponto, segundo alguns professores, muitos alunos não participam das aulas e vão para a classe só para bagunçar; não gostam e não querem aprender, não tentam acompanhar, não têm nenhuma responsabilidade, chegando alguns a serem “insuportáveis”, afetando o envolvimento e o ânimo de muitos professores (ARRUDA, 2001, p. 56):

*PROF B2 – “Eu dou aula numa escola particular e numa das reuniões do conselho de classe, dessas reuniões tradicionais, foi levantada a questão da falta de motivação dos alunos. Eles não querem aprender nada! É o fator nota, né”.*

*PROF F2 – “Sabe, eu observo que no período noturno falta completamente pré-requisito. O aluno está super fraco. Tem uma turma de terceiro ano que, olha... Você pode entrar com a maior motivação, que você sai desanimado... Eles não têm conhecimento de nada. Eles não têm interesse nem vontade...”*

Muitos professores tentam refletir sobre essa situação, atribuindo a *causa* de tais problemas a diversos fatores: a deficiências anteriores do aluno, programas educativos equivocados, à condição de adolescência do estudante secundário, falta de condições de trabalho, à formação insuficiente de alguns colegas, enfim, ao sistema escolar como um todo, que não parece contribuir para um real envolvimento do professor em um plano de trabalho de melhoria do ensino de longo prazo (ibid., p. 58):

*PROF F4 – “Eu acho que (a culpa) é o sistema, porque na minha época para você tirar 7 você tinha que correr atrás. Agora, hoje não. Você dá nota para tudo. O aluno vem na escola, traz o caderno e você dá nota para o aluno só pelo caderno. E daí? O que nós vamos fazer? O governo quer isso, ele não quer qualidade, ele quer quantidade!”*

As queixas contra o governo e as instituições são bem conhecidas. Sabe-se também que as instituições, particularmente as instituições educacionais, frequentemente colocam o indivíduo em uma posição contraditória; a relação entre o sujeito e a instituição é permanente fonte de tensão e mal-estar para os professores. Do ponto de vista da análise institucional, o conflito experimentado pelos sujeitos no interior de uma instituição qualquer constituem um “pano de fundo permanente”, principalmente nas instituições educacionais (GARAY, 1998, p. 120). Isto porque, as instituições produzem uma “cultura institucional” ou uma “ordem simbólica”, um “sistema de valores, ideais e normas”, os quais tendem a “apagar a individualização, a personalização, em termos de pensar e atuar por si mesmo, para pensar e conduzir-se segundo um modelo comum” (ibid., p. 121), aos quais muitos indivíduos resistem.

O que queremos colocar, é que a atividade profissional que o futuro professor de Física, Matemática ou Ciências vai encontrar, dele exigirá uma reflexão constante sobre o comportamento e a motivação do aluno, sobre o sistema educacional e a instituição à qual está vinculado, sobre sua própria formação e sobre o que realmente deseja. Enfim, o professor vai precisar enfrentar questões para as quais não há uma resposta única ou um único paradigma ao qual recorrer: o professor vai precisar praticar um modo de pensar para o qual o curso de graduação provavelmente não o preparou satisfatoriamente e que, na verdade, processa-se de uma forma oposta a que ele está acostumado. Podemos mesmo afirmar que as referências ao caráter *permanente* da formação de professores, indicam as dificuldades de um campo que pode ser acessado somente por um pensamento do tipo divergente.

#### **IV. Considerações finais**

Nesse trabalho procuramos entender algumas dificuldades mencionadas em depoimentos de futuros e atuais professores de Ciências e Matemática, como resultado de uma tensão existente entre uma tendência ao pensamento convergente, que vai moldando o modo de pensamento do estudante ao longo de sua formação básica em ciências, em especial nas áreas mencionadas acima e um modo de pensar divergente, que precisaria ser desenvolvido para dar conta das expectativas e conflitos gerados nos relacionamentos entre alunos e professores, das angústias provocadas no interior das instituições.

A analogia com a “tensão essencial” mencionada por Kuhn possui, entretanto, um limite óbvio, pois Kuhn enfatiza o *aspecto racional* dessa tensão, ao se referir a ela como uma tensão entre diferentes modos de pensar. No caso do ensino e da aprendizagem, porém, devemos lembrar que tais tensões são carregadas de sentimentos e emoções, na medida em que envolvem tentativas, às vezes bem sucedidas, às vezes impossíveis de professores e alunos entenderem-se uns aos outros, ou perceberem a sua identidade no interior da instituição. Ou seja, na nossa opinião, não se trata apenas de tensões cognitivas, mas de tensões que podem ocorrer no plano dos afetos e mesmo em um plano inconsciente (ARRUDA et al, 2004). De qualquer forma, acreditamos que a capacidade de suportar essa tensão deve ser uma característica desejável aos dois profissionais.

Poderíamos perguntar: quais saberes docentes deveriam ser desenvolvidos para lidar com a situação aqui caracterizada e como esses saberes poderiam ser ensinados aos professores de ciências e matemática em formação? Não temos uma resposta específica para isso no momento. Mas, de um modo geral, acreditamos que não seria um tipo de saber que dependa exclusivamente do domínio do conteúdo a ser ensinado ou de alguma doutrina ou teoria pedagógica aprendida pelo professor nos bancos da universidade. Como diz Tardif:

*A atividade docente não é exercida sobre um objeto, sobre um fenômeno a ser conhecido ou uma obra a ser produzida. Ela é realizada concretamente numa rede de interações com outras pessoas, num contexto onde o elemento humano é determinante e onde estão presentes símbolos, valores, sentimentos, atitudes, que são passíveis de interpretação e decisão que possuem, geralmente, um caráter de urgência. Essas interações são mediadas por diversos canais: discurso, comportamentos, maneiras de ser, etc. Elas exigem, portanto, dos professores, não um saber sobre um objeto de conhecimento nem um saber sobre uma prática e destinado principalmente a objetivá-la, mas a capacidade de se comportarem como sujeitos, como atores e de serem pessoas em interação com pessoas. Tal capacidade é geradora de certezas particulares, a mais importante das quais consiste na confirmação, pelo docente, de sua própria capacidade de ensinar e de atingir um bom desempenho na prática da profissão (TARDIF, 2002, p. 49-50).*

De fato, atualmente acredita-se que a autonomia profissional do professor se forma a partir da reflexão sobre a sua prática pedagógica e sobre os contextos nos quais ela está inserida. Nessa perspectiva, se dá a formação do *professor prático-reflexivo*, ou seja, daquele professor que refletindo sobre sua própria prática, constrói

um saber oriundo da sua experiência cotidiana, o qual se acredita que seja o fundamento de sua competência profissional (TARDIF, 2002, p. 21). Ou seja, a concepção da prática reflexiva procura considerar que os professores desenvolvem um certo conhecimento ligado diretamente à sua prática, ou o que Schön denominou de “conhecimento na ação”, um tipo de conhecimento que o professor possui e que provém da experiência passada, se caracterizando pelo “saber fazer”. Segundo Schön, para desenvolver o conhecimento na ação é preciso “manter-se em contato com o que as crianças realmente estão dizendo e fazendo”, deixando-se ser surpreendido por isso, pela compreensão da criança sobre o que está acontecendo, ajudando-a a coordenar o conhecimento cotidiano que trás para a escola com o conhecimento escolar (SCHÖN, 1987). Isso faz com que cada aluno deva ser tratado de forma particular, recebendo um tratamento diferenciado. Com isso, o professor acumula um conhecimento de diversos métodos, sem aderir a nenhum deles. Esse conhecimento, acumulado pelo professor ao longo do tempo poderia ser identificado com o conhecimento de *casos*, que é um conhecimento particular do professor, bem ligado à sua prática, que provém de eventos específicos, bem documentados e bem descritos (GARCIA, 1992, p. 58).

A sugestão que daríamos, portanto, para a formação inicial e em serviço de professores é que seria necessário desenvolver nos cursos de graduação ou de capacitação uma reflexão mais divergente, que pudesse contribuir para a elaboração de um saber mais ligado à prática, com especial atenção às relações professor-aluno. Professores do ensino fundamental e médio, de reconhecida competência, com vasta experiência e com um saber desenvolvido a partir da vivência de “casos” bem sucedidos, poderiam colaborar como formadores nos programas de capacitação desenvolvidos pela universidade. Citando, mais uma vez, Tardif:

*... reconhecer que os professores de profissão são sujeitos do conhecimento é reconhecer, ao mesmo tempo, que deveriam ter o direito de dizer algo a respeito de sua própria formação profissional, pouco importa se ela ocorra na universidade, nos institutos ou em qualquer outro lugar (TARDIF, 2002, p. 49-50).*

## **Referências bibliográficas**

ARDOINO, J. **A formação do educador e a perspectiva multirreferencial**. Mini-curso ministrado na Universidade Federal de São Carlos, SP. 1998.

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 em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARRUDA, S. M.; SILVA, M. R.; LABURU, C. E. Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p. 1-12, 2001.

ARRUDA, S. M.; VILLANI, A.; UENO, M. H.; DIAS, V. S. Da aprendizagem significativa à aprendizagem satisfatória na educação em ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 192-221, 2004.

BOGDAN, R. E.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação**. Porto Editora, 1994.

CARVALHO, A. M. P.; PEREZ, D. G. **Formação de professores de ciências**. Cortez Editora, 1995.

COON, D. **Introduction to Psychology, exploration and application**. St. Paul: West Publishing Company, 1989. Chapter: Learning & Cognition. Disponível em: <<http://www.noteaccess.com/MODES/Divergent.htm>>.

GADOTTI, M. **História das idéias pedagógicas**. Série Educação. São Paulo: Ática, 1993.

GARAY, L. A questão institucional da educação e as escolas: conceitos e reflexões. In: BUTELMAN, I. **Pensando as instituições**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

GUIZELINI, A. **Um estudo sobre a relação com o saber e o gostar de Matemática, Química e Biologia**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Série Debates, São Paulo: Perspectiva. 1978.

KUHN, T. S. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1989.

KUHN, T. S. On learning Physics. **Science & Education**, v. 9, n. 1-2, p. 11-19, 2000.

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.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, J. B. **Abordagem multirreferencial: contribuições epistemológicas e metodológicas para o estudo dos fenômenos educativos**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MORIN, E. Epistemologia da complexidade. In: SCHNITMAN, D. F. (Org). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MARCELO GARCIA, C. M. A formação de professores: centro de atenção e pedra de toque. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote e Instituto de Inovação Educacional, 1992.

PASSOS, M. M. **Ser professor de Matemática e a reconstrução da subjetividade**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina, 2004.

PIMENTA, S. G. Panorama atual da didática no quadro das ciências da educação: educação, pedagogia e didática. In: PIMENTA, S. G. (Org). **Pedagogia, ciência da Educação?**, 2001.

PIRES, C. B.; SIMEÃO, D. S.; TERRA, H. A. S.; KANBACH, B. G.; ZENF, J. V.; GOYA, A.; ARRUDA, S. M. O pacto implícito na sala de aula e seus efeitos sobre a motivação do estagiário de Física In: SEMANA DA FÍSICA-UEL, IX, 2004, Londrina. **Anais...**

POSNER, G. J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p.211-227, 1982.

SCIENCE & EDUCATION, v. 9, jan. 2000.

SCHÖN, D. A. Educating the reflective practitioner. In: Meeting of the American Educational Research Association, 1987, Washington, DC.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

UENO, M. H. **A tensão essencial na formação do professor de Física**: entre o pensamento convergente e o pensamento divergente. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina.