

A RELAÇÃO ENTRE CONCEPÇÕES DE MATEMÁTICA E DE
ENSINO DE MATEMÁTICA DE PROFESSORES
NA PRÁTICA PEDAGÓGICA*

ALBA GONZALES THOMPSON*

TRADUÇÃO: GILBERTO F. A. DE MELO**

TADEU OLIVER GONÇALVES***

REVISÃO: MARIA APARECIDA C. R. T. MORAES****

ANTONIO MIGUEL*****

Resumo: Estudos de caso foram conduzidos para investigar as concepções de matemática e de ensino de matemática sustentadas por três professoras da 'junior high school' (4º ciclo do ensino fundamental). O Exame das relações entre concepções e prática mostrou que crenças, visões e preferências de professores a respeito da matemática e seu ensino tiveram um significativo, embora sutil, papel na formação de seu comportamento pedagógico. As diferenças entre as professoras, em suas concepções e práticas, são apresentadas seguidas por uma discussão das propriedades de seus sistemas conceituais.

* Artigo publicado originalmente em inglês na revista *Educational Studies in Mathematics* 15 (1984) pp. 105-127, publicada pela D. Reidel Publishing Company. A sua tradução para o português e a sua publicação neste número da Revista Zetetiké foram devidamente autorizadas pela responsável pelo Rights and Permissions Department da Kluwer Academic Publishers, Sra. Berendina van Straalen.

**Mestre pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Escola de Aplicação da UFAC. Integrante do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática- CEMPEM/PRAPEM.

***Doutorando da Universidade Estadual de Campinas. Professor Adjunto IV do Departamento de matemática da Univ. Fed. do Pará. Integrante do CEMPEM/PRAPEM.

**** Docente da Faculdade de Letras da USP

*****Docente da Faculdade de Educação - UNICAMP

INTRODUÇÃO

A maioria das pesquisas sobre as relações entre o desempenho e o conhecimento dos professores de matemática tem se concentrado no conhecimento matemático dos professores [BEGLE, 1972, 1978; EINSEBERG, 1977]. As questões sobre como os professores integram seu conhecimento matemático na prática pedagógica e que papel suas concepções de matemática podem ter no ensino, têm sido amplamente ignoradas. Em relação à pesquisa sobre ensino em geral, SHAVELSON e STERN (1981) observaram:

Muito pouca atenção tem sido dada para como o conhecimento de um conteúdo está integrado ao plano pedagógico e à ação pedagógica dos professores. Todavia, a estrutura do conteúdo e o modo como ele é ensinado [p. ex., com integridade ou improbabilidade, desprezo ou respeito; ver FENSTERMACHER, 1980] é extremamente importante para o que os estudantes aprendem e para suas atitudes com relação à aprendizagem e ao conteúdo [p. 491].

Os professores desenvolvem padrões de comportamento característicos de sua prática pedagógica. Em alguns casos, estes padrões podem ser manifestações de noções, crenças e preferências, conscientemente sustentadas, que agem como 'forças motrizes' na formação do seu comportamento. Em outros casos, as forças motrizes podem ser crenças ou intuições, inconscientemente sustentadas, que podem ter evoluído fora da experiência do professor.

Há uma forte razão para acreditar que em matemática, as concepções dos professores (suas crenças, visões e preferências) sobre o conteúdo e seu ensino desempenham um papel importante no que se refere à sua eficiência como mediadores primários entre o conteúdo e os alunos. Ainda muito pouco é conhecido sobre o papel que estas concepções podem exercer na formação das características da prática pedagógica dos professores. A pesquisa sobre este assunto reivindica um exame dos processos cognitivos e metacognitivos de professores durante a prática pedagógica. Entretanto, por várias razões, estes processos têm

sido tipicamente desprezados por pesquisadores que, em lugar de adotá-los, têm se concentrado largamente no desempenho do professor em classe (SHULMAN e ELSTEIN, 1975).

FENSTERMACHER (1978) apontou duas razões para o fato de o estudo sobre o ensino focalizar, na maioria das vezes, o comportamento do professor em oposição à sua cognição. A primeira razão é a crença de muitos pesquisadores educacionais de que o pensamento do professor '*não é objeto próprio de pesquisa empírica porque ele é acessível somente por inferência - um modo precário e impreciso de realizar pesquisa controlada*' (p. 173). O comportamento do professor, ao contrário, '*é diretamente acessível através de observação*', tornando-se o próprio objeto de estudo. A segunda razão tem a ver com a visão de causalidade externa, isto é, '*com a visão de que os fatores causais que explicam o comportamento pessoal, são externos à pessoa*.' De acordo com Fenstermacher, '*ambas as razões são parte do legado de fortes versões do behaviorismo*' (p. 173).

Recentemente, entretanto, a necessidade de estudar os processos mentais dos professores para buscar entender seu comportamento tem começado a receber maior atenção.

Embora seja possível e até mesmo popular, falar a respeito do comportamento do professor, é óbvio que o que os professores fazem é direcionado, e não em pequena escala, pelo que eles pensam (NACIONAL INSTITUTE OF EDUCATION, 1975, p. 7).

Vários pesquisadores que estudaram pensamentos e processos de 'tomada de decisão' dos professores durante a prática pedagógica têm questionado a racionalidade do comportamento dos professores, apontando descobertas que sugerem que seu comportamento é predominantemente *instintivo e intuitivo*, em oposição ao reflexivo e racional. (CLARK e PETERSON, 1976; JACKSON, 1968, MACKAY and MARLAND, 1978; MORINE-DERSHIMER and VALLENCE, 1975). Na medida em que o comportamento do professor é racional, é razoável assumir que suas concepções sobre o conteúdo e o seu ensino terão alguma influência em suas ações. Contudo, mesmo que o comportamento dos professores seja

predominantemente reflexivo e espontâneo, continua importante examinar suas concepções devido à influência *potencial* que estas podem ter na formação dos padrões de comportamento, os quais podem ter se tornado habituais.

Se os padrões característicos do comportamento dos professores são realmente uma função de seus pontos de vista, crenças e preferências sobre o conteúdo e seu ensino, então qualquer esforço para melhorar a qualidade do ensino de matemática deve começar por uma compreensão das concepções sustentadas pelos professores e pelo modo como estas estão relacionadas com sua prática pedagógica. A falha em reconhecer o papel que as concepções dos professores podem exercer na determinação de seu comportamento pode, provavelmente, resultar em esforços mal direcionados para melhorar a qualidade do ensino de matemática nas escolas.

Os objetivos do estudo relatado neste artigo foram investigar as concepções de matemática e ensino de matemática sustentadas por três professoras da 'junior high school' e examinar a relação entre as concepções de professores e sua prática pedagógica.

A investigação procurou responder a duas questões. Uma, se as crenças, pontos de vista e preferências professadas pelos professores a respeito da matemática e de seu ensino estavam refletidas em sua prática pedagógica. A segunda questão, se o comportamento dos professores era influenciado por suas concepções. Na busca de respostas a estas perguntas, as seguintes questões mais específicas foram investigadas:

1. Existem incongruências entre as características do comportamento pedagógico dos professores e suas concepções professadas sobre a matemática e sobre o ensino de matemática?
2. Como podem ser explicadas as incongruências entre as concepções professadas pelos professores e sua prática pedagógica?
3. Diferenças entre os professores nas características de sua prática pedagógica estão relacionadas com as diferenças em suas crenças e pontos de vista sobre a matemática e o ensino de matemática?

Além de investigar estas questões, uma análise de corte transversal procurou identificar as propriedades formais dos sistemas conceituais que poderiam ser melhor usadas para descrever diferenças entre os professores em suas concepções sobre a matemática e o ensino de matemática.

MÉTODO

O método de pesquisa usado foi o método do estudo de caso (ver STAKE, 1978). Três professoras de matemática da 'junior high school' participaram do estudo. Cada professora foi observada diariamente, ministrando uma aula de matemática, durante um período de quatro semanas. Durante as primeiras duas semanas, a investigação foi limitada a observações. Durante as duas últimas semanas, entrevistas foram realizadas, diariamente, seguindo a aula observada. Não houve tempo para comparar os estudos de caso - não foram realizados dois simultaneamente.

Havia muitas razões para limitar a fase inicial a observações. Uma razão foi a de familiarizar-se melhor com o contexto social antes de iniciar uma investigação mais direta nas entrevistas. Outra razão foi a de gerar conjecturas sobre quais poderiam ser as concepções das professoras, e então conseguir um melhor direcionamento nas investigações posteriores. A primeira fase permitiu inferências que induziram a uma tentativa de caracterização das concepções das professoras com base somente em suas aulas, sem entrar diretamente nas suas crenças e pontos de vista professados. Este procedimento pretendeu evitar a influência potencial que os pontos de vista professados pelas professoras pudesse ter sobre a sensibilidade do investigador para os diferentes eventos observados. As entrevistas criaram a oportunidade de testar a exatidão das inferências feitas pela coleta de informações relevantes. As concepções inferidas e as declaradas foram examinadas para consistência.

As aulas foram gravadas com duas finalidades: assegurar a gravação da aula para posterior análise e ser usada durante as entrevistas

como um auxílio para estimular a lembrança dos professores sobre os eventos da aula. As sessões de entrevista foram também gravadas para posterior análise. As entrevistas duraram 45 minutos, aproximadamente, apesar de, ocasionalmente, se estenderem por um tempo maior.

As questões da entrevista foram, na maior parte, relacionadas a eventos específicos da aula do dia. Entretanto, outras questões foram usadas para completar informações perdidas ou para testar conjecturas geradas a partir dos dados acumulados.

No decorrer do estudo, cada professora foi também solicitada a responder por escrito a seis tarefas ministradas em diferentes momentos do estudo de caso. Cinco tarefas pretendiam obter a visão das professoras acerca de vários aspectos do ensino da matemática. A informação buscada em cada tarefa lidava com as visões das professoras sobre: a importância relativa das várias metas do ensino de matemática; a ênfase relativa que poderia ser dada a vários objetivos pedagógicos; a importância relativa de várias práticas pedagógicas; as razões mais comuns para estudantes não fazerem progressos satisfatórios em matemática; e os mais valiosos tipos de informações, avaliando sua própria competência no ensino. A outra tarefa originou-se de um instrumento desenvolvido por CONFREY [1978] para verificar concepções de matemática de estudantes. Esta tarefa consistiu de seis dimensões bipolares que se pode usar para descrever a matemática. Ela foi usada para obter uma descrição sucinta das visões que tinham as professoras da matemática em termos das características qualitativas gerais da disciplina.

Ao final de cada dia, os dados obtidos naquele dia eram revisados. Os novos dados foram examinados à luz dos dados obtidos nos dias anteriores. Tentativa de hipóteses e inferências foram feitas a partir deles. À medida que cada estudo de caso continuou, as análises das anotações teóricas e observacionais acumuladas produziram novos focos para observações e entrevistas subseqüentes (ver SCHATZMAN e STRAUSS, 1974, para uma descrição detalhada da metodologia).

AS PROFESSORAS

As professoras que participaram deste estudo foram três, de um grupo de treze professores que tinham cooperado em um estudo piloto conduzido pela autora durante o ano escolar de 1979-1980. Não houve critérios específicos usados na seleção das três professoras, a não ser o fato de serem elas qualificadas como professoras de matemática do 'junior high school', com mais de três anos de experiência ensinando matemática nesse nível, e de terem manifestado interesse e disposição para participar do estudo.

As três professoras foram Jeanne, Kay e Lynn. Jeanne havia ensinado matemática na 'junior high school' por dez anos consecutivos e fora coordenadora de matemática na 'middle school' (ensino médio). Kay havia ensinado por cinco anos e era responsável pelos componentes matemáticos de um programa para estudantes 'superdotados' de sua escola. Lynn havia ensinado matemática no 'junior high school' por três anos e meio e fora também coordenadora de matemática na sua escola (middle school).

Jeanne e Lynn foram observadas ensinando matemática geral em uma classe de 8ª. série. A classe de Jeanne era bastante homogênea, consistindo, a grande maioria, do que ela descrevia como estudantes ligeiramente acima da média. Lynn descreveu sua classe como heterogênea, mostrando um alcance muito amplo na preparação e realização matemática. A classe de Kay era uma classe de 7ª. série de matemática geral constituída de estudantes superdotados (veja THOMPSON, 1982, para uma descrição minuciosa das professoras e suas classes).

OS ESTUDOS DE CASO

O que se segue é um resumo das concepções de matemática e ensino de matemática de cada professora, com uma discussão das relações entre as visões professadas pelas professoras e seu comportamento docente. A seguir, é feita uma análise em corte transversal das concep-

ções das professoras, que será usada como uma base para explicar diferenças-chave entre as professoras, no que se refere às suas concepções da matemática e de seu ensino.

JEANNE

O ensino de Jeanne refletiu uma visão da matemática como uma coleção coerente de conceitos e procedimentos interrelacionados. Embora ela não tenha se referido explicitamente às suas visões da matemática ao ensinar, muitos episódios de ensino pareceram indicar que ela considerava a matemática como uma disciplina consistente, livre de ambigüidades e arbitrariedades. Esta visão pôde ser inferida a partir de sua tendência acentuada de frisar o significado dos conceitos ensinados, em termos de suas relações com outros conceitos matemáticos, e de enfatizar as razões ou lógica subjacentes aos procedimentos matemáticos usados em classe. Uma visão da atividade matemática como uma espécie de jogo de símbolos usados de acordo com regras, cujas justificativas são uma parte essencial do jogo, pareceu estar implícita no modo de ela tratar o conteúdo. Embora de modo não rigoroso, sua abordagem do conteúdo foi formal. Em suas explicações, ela normalmente confiava nos símbolos matemáticos e, freqüentemente, fazia referências às propriedades estruturais da matemática. Raramente apelava para a intuição, sua ou dos estudantes, e não fazia alusão ao significado prático dos tópicos estudados.

As observações de Jeanne nas entrevistas indicavam, consistentemente, que ela identificava a matemática com a matemática do currículo escolar. Chegou a admitir que raramente pensava sobre a matemática como uma disciplina científica.

Em meu mundo agora; eu não tenho pensado sobre como enquadrar a figura da matemática como uma... como uma... ciência. Eu não vejo como enquadrar aquela figura. Eu vejo frações e decimais, aquelas pequenas coisas. Meu alcance é muito limitado.

Claramente, ela assumiu duas visões separadas e não relacionadas da matemática, que pareceram ser o resultado de duas experiências distintas em seu estudo da disciplina. Uma foi uma visão positiva que pareceu ter sido influenciada por uma experiência favorável em relação à matemática escolar. A outra visão pareceu estar relacionada com uma experiência desagradável em relação à matemática de nível superior - especificamente em relação ao cálculo e à álgebra linear.

Ela comentou: *'Pela primeira vez em toda minha vida, eu sentei em uma classe e ouvi a professora explicar alguma coisa e não tinha idéia a respeito do que ela estava falando...'*

Esta experiência pareceu provocar em Jeanne um questionamento sobre sua habilidade matemática, a qual ela concebeu como não sendo muito forte.

A visão de matemática professada por Jeanne pode ser resumida pelas seguintes declarações:

- a) A Matemática é um sistema organizado e lógico de símbolos e procedimentos que explicam idéias presentes no mundo físico.
- b) A Matemática é uma criação humana, mas idéias matemáticas existem independentemente da habilidade humana para descobri-las. Devido a isto, a matemática é mais que apenas um simples sistema de símbolos, ela é a idéia, também.
- c) A Matemática é misteriosa - seu extenso campo de ação e a abstração de alguns de seus conceitos, tornam-na impossível para uma pessoa compreendê-la completamente.
- d) A Matemática é acurada, precisa e lógica
- e) A Matemática é consistente, certa e livre de contradições e ambigüidades.
- f) O conteúdo da matemática é fixo e predeterminado, uma vez que é ditado pelas idéias presentes no mundo físico.
- g) O conteúdo da matemática é coerente. Seus tópicos estão inter-relacionados e logicamente conectados com uma estrutura organizacional ou 'esqueleto'.

h) Mudanças no conteúdo de matemática ocorrem somente na pior das hipóteses, uma vez que ela continua a expandir-se.

O interesse que a matemática despertava em Jeanne repousava nas inter-relações lógicas de seus tópicos e na organização inerente à sua estrutura subjacente. Embora ela estivesse ciente de sua utilidade prática, esta, admitia ela, não tinha sido uma característica que havia contribuído para que ela gostasse de matemática ou para a qual ela fizesse alusão ao ensinar. A não ser pelo fato de ensinar, a matemática manteve pouca relevância na vida de Jeanne.

Uma vez, enquanto discutiam percentagens menores que um por cento, um estudante indicou que tais percentagens freqüentemente apareciam em taxas de juros e relatórios de bolsas de valores. Em resposta à observação do estudante, Jeanne disse: *'Eu não sei muito sobre isto, porque meu marido é que cuida destas coisas em nossa casa.'*

As concepções sobre o ensino de matemática de Jeanne podem ser caracterizadas em termos da sua visão sobre o seu papel no ensino da disciplina e sobre o papel dos estudantes em aprendê-la. Uma análise cuidadosa revela que:

- a) O professor deve estabelecer e manter uma atmosfera de ordem, respeito e cortesia em sala de aula.
- b) A função do professor é apresentar o conteúdo de maneira clara, lógica e precisa. Para executar isto, ele deve enfatizar as razões e a lógica subjacente às regras e procedimentos matemáticos e enfatizar as relações lógicas entre os conceitos [para estabelecer seu significado matemático].
- c) É responsabilidade do professor dirigir e controlar todas as atividades pedagógicas, incluindo o discurso de sala de aula. Para este fim, ele precisa ter um plano claro para o desenvolvimento da lição.
- d) O professor tem uma tarefa a cumprir - apresentar a lição planejada - e deve verificar se ela é cumprida sem digressões ou mudanças ineficientes dentro do plano.

e) A função dos estudantes é assimilar o conteúdo. 'Assimilar' significa que os estudantes 'devem ver' as relações entre o novo tópico e aqueles já estudados e explicados pelo professor.

f) Os estudantes aprendem melhor prestando atenção às explicações do professor e respondendo às suas perguntas.

g) Os estudantes não deveriam ficar satisfeitos em apenas conhecer como usar os procedimentos matemáticos; eles deveriam buscar entender a lógica existente por detrás de tais procedimentos.

A maioria das visões inferidas do comportamento pedagógico de Jeanne se manifestou igualmente nas observações feitas por ela durante nossas conversas ou nas respostas que dava às tarefas escritas. Por exemplo, ela expressou uma forte crença na importância de estabelecer e manter relações positivas entre professor e aluno. Esta crença foi consoante com a atmosfera de cortesia e respeito que prevaleceu em sua classe, apesar de sua relação com os estudantes não ter sido amigavelmente aberta e calorosa.

Algumas das crenças e visões professadas por Jeanne sobre o ensino de matemática, embora não fossem incongruentes com seu ensino, não foram aparentes na sua prática pedagógica. Entretanto, o contraste mais marcante entre as visões declaradas por Jeanne e sua prática foi evidenciado pela sua observação de que é importante para o professor encorajar a participação dos estudantes em classe e estar alerta para os indícios dos estudantes, a fim de ajustar a aula às suas necessidades. Apesar de Jeanne ter conduzido a classe no modelo pergunta - e - resposta, não houve sinais observáveis de que ela estivesse fazendo esforço para encorajar discussões entre os estudantes ou entre eles e ela própria. Os estudantes normalmente limitavam-se a responder suas questões as quais, na maioria das vezes, eram tentativas para extrair respostas pequenas e simples, e ela tinha uma tendência a desconsiderar as sugestões dos estudantes e a não prosseguir com as suas idéias. Embora freqüentemente parecesse desconsiderar as dificuldades individuais dos estudantes em responder às suas questões em classe, ela inferia as necessidades e dificuldades que emergiram dos trabalhos

escritos, funcionando estes como fonte primária de dados para ajustes nas aulas subsequentes.

Além da falta de atenção e da motivação pobre, Jeanne atribuiu o desempenho sofrível dos estudantes nos testes à sua falha em reter o material ensinado no início do ano e à sua preparação insuficiente em séries anteriores. Além disso, ela não pareceu relacionar as dificuldades dos estudantes em aprender matemática a dificuldades inerentes ao conteúdo ou ao seu ensino; ela indicou que seu desempenho bem sucedido nas provas foi um sinal valioso de sua própria eficiência ao ensinar.

KAY

Entusiasmo pela matemática foi evidente na prática de Kay. Seu gosto pela matemática foi mais claramente manifestado durante as sessões freqüentes de resolução de problemas, que ela conduzia em suas aulas. Em várias ocasiões, ela comentou com os estudantes sobre a satisfação e o entusiasmo derivados do tratar com problemas e conseguir resolvê-los. Sempre que os estudantes faziam comentários brilhantes sobre o tópico em questão ou obtinham sucesso ao fazer uma descoberta, Kay partilhava de seu entusiasmo e os encorajava neste tipo de atividade.

O ensino de Kay refletiu mais a abordagem de um processo orientado do que a abordagem de conteúdo orientado. Uma visão da matemática como disciplina que permite a descoberta de propriedades e relações através da investigação pessoal pareceu subsidiar sua abordagem de ensino. Sua prática pedagógica sugeriu que a matemática é mais uma disciplina de idéias e processos mentais que uma disciplina de fatos; a matemática pode ser melhor compreendida pela redescoberta de suas idéias; descoberta e verificação são processos essenciais da matemática; o principal objetivo do estudo da matemática é desenvolver habilidades de raciocínio que são necessárias para resolver problemas; esquemas de matemática 'notacional' não são verificáveis, eles são mais ou menos determinados arbitrariamente e adotados convencionalmente; a natureza da prova matemática é tal que conclusões precisam

ser derivadas apenas de dados ou por informações logicamente (não empiricamente) substanciadas; a matemática é uma ferramenta útil para o estudo da ciência; o conhecimento matemático é necessário e útil em muitas profissões.

A visão de matemática de Kay, revelada em seus comentários durante as entrevistas, foram as seguintes:

- a) A proposta primeira da matemática é servir como ferramenta para a ciência e outros campos da atividade humana.
- b) O conteúdo matemático origina-se de duas fontes: das necessidades da ciência e de outras necessidades práticas, e da própria matemática.
- c) A matemática é uma disciplina desafiante, rigorosa e abstrata, cujo estudo provê a oportunidade de um amplo espectro da atividade mental de alto nível.
- d) O estudo da matemática estimula a singular habilidade de raciocinar logicamente e rigorosamente.
- e) Exceto em estatística, conclusões e resultados em outros ramos da matemática são exatos.
- f) A validade de proposições e conclusões matemáticas é estabelecida pelo método axiomático.
- g) A matemática está continuamente expandindo seus conteúdos e sofre mudanças para acomodar novos desenvolvimentos.

Kay assumiu uma visão 'ativa' da matemática. Ela considerou a matemática, primeiramente, como uma disciplina estimulante que proporciona a oportunidade para o trabalho mental de alto nível. E não foi o valor prático da matemática que a tornava interessante para ela. Ao contrário, seu interesse pela matemática se explica pelo desafio colocado pelos problemas, pela qualidade estética de suas teorias e pelos efeitos disciplinares de seu estudo. Seu prazer pela matemática foi derivado das muitas oportunidades que seu estudo lhe proporcionou para exercitar habilidades de raciocínio e criatividade e da satisfação própria decorrente do sucesso na realização de tarefas consideradas difíceis para muitos.

Os pontos de vista a respeito da matemática professados por Kay mostraram-se consistentes com sua ação pedagógica. Além disso, esses pontos de vista pareceram exercer uma forte influência nas decisões pedagógicas que ela tomou. A abordagem heurística, que ela muitas vezes usou na apresentação do conteúdo, e nas freqüentes sessões de resolução de problemas conduzidas por ela em classe, foi consistente com sua visão da matemática como uma disciplina estimulante e desafiadora. Ela freqüentemente encorajava os estudantes, em um tom bastante persuasivo, a imaginar, fazer conjecturas, e raciocinar por eles próprios, explicando-lhes a importância destes processos na aquisição do conhecimento matemático.

A visão de matemática de Kay, como uma disciplina formal, foi manifestada em discussões sobre provas geométricas, envolvendo triângulos congruentes. Nessa ocasião, ela insistia sobre a importância de derivar conclusões somente a partir de informações estabelecidas e não a partir do que aparentava ser verdade através de uma inspeção de figuras e desenhos. Em outros contextos, entretanto, sua abordagem pedagógica foi mais empírica e intuitiva do que formal. Ela explicou que, devido ao nível da classe, freqüentemente necessitou ajustar o rigor em favor da intuição, de modo a tornar o material mais significativo.

Kay mostrou-se confiante em seu conhecimento de matemática e em sua habilidade em ensiná-la. Esta confiança ficou evidente em suas observações, como em seu comportamento instrucional. Esta confiança parecia resultar de sua experiência bem sucedida no estudo da matemática, o que ela atribuía, em parte, a uma tendência natural para o pensamento analítico e raciocínio lógico.

Vários aspectos básicos das concepções de ensino de matemática de Kay poderiam ser inferidos a partir das características de sua prática pedagógica. A concepção de seu próprio papel como professora, que estava refletido em seu ensino, pode ser resumido nas seguintes concepções:

- a) O professor precisa criar e manter uma atmosfera aberta e informal na sala de aula, para assegurar a liberdade dos estudantes em responder questões e expressar suas idéias.

b) O professor precisa ser receptivo às idéias e sugestões dos estudantes e deve valorizá-las.

c) O professor deve encorajar os estudantes a fazer suposições e conjecturas e deve permitir que raciocinem sobre coisas deles próprios, ao invés de mostrar-lhes como alcançar uma solução ou uma resposta. O professor precisa desempenhar uma função de suporte.

d) O professor deve apelar à intuição e às experiências dos estudantes ao apresentar o material, de modo a produzir significados.

e) O professor deve sondar as falsas concepções dos alunos e usá-las cuidadosamente, mostrando exemplos e contra-exemplos.

As práticas que Kay identificou como essenciais no ensino de matemática foram: usar uma variedade de abordagens para estimular o interesse dos estudantes e combinar os diferentes tópicos; questionar freqüentemente; encorajar os estudantes a questionar, fazer suposições, teorizar e errar; usar exemplos e contra - exemplos apropriados; proporcionar uma variedade de justificativas; mostrar aplicações de tópicos ensinados, tanto práticas quanto matemáticas; e usar jogos e quebra-cabeças como dispositivo de motivação.

Além disso, Kay expressou uma forte crença no conhecimento e no entusiasmo como qualidades necessárias de um bom professor. Ela expressou uma preocupação pelas atitudes positivas dos estudantes com relação à matemática e uma crença na importância da habilidade do professor em transmitir aos estudantes seu entusiasmo pela disciplina, sua habilidade 'para vender' a matemática.

Kay freqüentemente refletiu sobre questões metodológicas. Embora, na teoria, tivesse se mostrado favorável ao uso de métodos de descoberta, e freqüentemente os tivesse usado em seu ensino, ela mostrou-se ciente da deficiência potencial em sua implementação. Seus comentários, neste sentido, revelaram uma visão de ensino como uma tarefa não-prescritiva, na qual o professor, freqüentemente, tem que tomar difíceis decisões metodológicas. Para ela, não havia um método único mais eficiente para ensinar matemática. Seu julgamento foi o de que a

adequação de um método foi altamente circunstancial e geralmente imprevisível. Ela explicou que as dificuldades vividas, às vezes, por alguns estudantes causaram-lhe o comprometimento de suas crenças nos benefícios da descoberta. Apesar destes comentários, ela pareceu não incluir em sua visão a importância de conceder aos estudantes a oportunidade de pensar por eles próprios.

As questões que Kay fez aos estudantes em classe, seus itens de teste e alguns de seus comentários na entrevista indicaram que sua visão da compreensão em matemática evidenciava-se por intermédio das habilidades dos estudantes para identificar os atributos relevantes dos conceitos matemáticos; do significado e lógica das regras, fórmulas e procedimentos; e na habilidade dos estudantes para integrar isto no processo mais geral de resolução de problemas.

Ao discutir as dificuldades dos estudantes, Kay geralmente as atribuía às dificuldades inerentes aos conteúdos ou a um descuido de sua parte na apresentação destes conteúdos. Chegou a expressar a crença de que as razões mais comuns para um progresso insuficiente dos alunos seriam: uma fraca formação anterior, mau comportamento e falta de atenção ou de motivação. À parte, Kay expressou a opinião de que, em geral, meninas eram menos motivadas que meninos ao enfrentar e perseverar em tarefas de desafios matemáticos, tais como quebra-cabeças e problemas. Por outro lado, ela expressou a crença de que as meninas tendiam a ser mais conscientes sobre o seu trabalho escolar e, conseqüentemente, no desempenho escolar global tendiam a ser melhores do que os meninos.

Um aspecto da personalidade de Kay que pareceu contribuir para a consistência entre suas concepções professadas e sua prática foi sua tendência para refletir sobre suas ações pedagógicas em relação ao progresso aparente de seus alunos. Mediante reflexão sobre suas próprias ações e seus efeitos sobre os estudantes, ela desenvolveu suas próprias concepções sobre a eficiência das diferentes abordagens e práticas pedagógicas. Do mesmo modo, ela obteve avanços significativos sobre as origens das dificuldades de seus alunos na aprendizagem de conteúdos que a auxiliaram a antecipar seus problemas potenciais e a planejar as lições de acordo com eles.

Houve somente uma inconsistência entre as crenças declaradas de Kay e seu ensino: sua visão com relação ao valor prático da matemática - o papel instrumental que ela desempenha no estudo da ciência e em outros campos da atividade humana - não foi refletido em seu ensino. Apesar de, em várias ocasiões, ter-se referido a isto em classe, ela o fez, de modo geral, sem referência a aplicações práticas de um tópico específico da matemática.

LYNN

O ensino de Lynn refletiu uma visão da matemática como uma ciência essencialmente prescritiva que consiste de uma estática coleção de fatos, métodos e regras necessários para encontrar respostas a tarefas específicas. Seus comentários e respostas durante as sessões de entrevista foram, na maioria das vezes, coerentes com este tipo de visão. Suas concepções professadas sobre a matemática podem ser resumidas do seguinte modo:

- a) A matemática é uma disciplina exata - livre de ambigüidades e de interpretações conflitantes.
- b) Certeza é uma qualidade inerente à atividade matemática. Os procedimentos e métodos usados em matemática garantem respostas corretas.
- c) O conteúdo da matemática é imutável. A matemática oferece poucas oportunidades para o trabalho criativo.
- d) A matemática desenvolve-se em resposta a necessidades básicas que surgem em situações do cotidiano.
- e) A matemática é previsível, absoluta e fixa. O conteúdo matemático não tem mudado muito em seu passado recente.
- f) A matemática é lógica e livre de emoções. Seu estudo treina a mente para raciocinar logicamente. A atividade matemática é como uma calistenia mental.

Uma visão da matemática como exata e certa prevaleceu nos comentários de Lynn. Ela assinalou que, quando estudante, seu prazer pela matemática originara-se do fato de que havia respostas corretas

que lhe proporcionavam retorno imediato sobre a precisão de seu trabalho. Embora indicasse repetidamente que a matemática a agradava pela sua exatidão e certeza, ela percebeu que não era a aplicação mecânica de regras e procedimentos que lhe agradava na matemática. Ela manifestou uma preferência por atividades matemáticas do tipo que convida ao raciocínio lógico em relação a outras que são mecanicamente realizadas sem requerer muito pensamento – especificamente cálculo e atividades de treinamento. Seu ensino ainda estava caracterizado por uma abordagem prescritiva cujo objetivo era, claramente, fazer os estudantes memorizarem procedimentos específicos.

Consistente com esta abordagem, foi sua observação de que a matemática forneceu poucas oportunidades para o trabalho criativo. Ela comentou que: '*A matemática é um conhecimento estabelecido e não-sujeito a controvérsias. Esta é a resposta. Ao seguir tal procedimento, esta deve ser a resposta*'. Estes comentários descrevem acuradamente a maneira pela qual ela apresentou o conteúdo. Embora o ensino de Lynn estivesse em contraste acentuado com sua preferência declarada por atividades envolvendo trabalho mental, ela foi, todavia, coerente com suas concepções da matemática como um conhecimento 'estabelecido e não-sujeito a controvérsias', permitindo poucas oportunidades para o trabalho criativo.

O fato de Lynn não ter ensinado de maneira a encorajar os estudantes para raciocinar e questionar poderia ser explicado por suas concepções do conteúdo curricular como algo não-apropriado para o atingimento de tais objetivos. Contudo, seu comportamento pedagógico pareceu ser mais influenciado por suas baixas expectativas em relação aos estudantes e por sua preocupação perceptível em levar até o fim a lição do dia, de modo a minimizar o comportamento potencialmente indisciplinado do estudante.

Os comentários de Lynn sobre matemática durante as sessões de entrevista foram breves, simplistas e de alguma forma vagos, refletindo uma visão bastante estreita da abrangência da matemática e da atividade matemática. Em nenhum de seus comentários e respostas, ela referiu-se a um ramo particular da matemática ou forneceu exemplos de seu conteúdo para esclarecer e ampliar suas observações.