

CONCEPÇÕES DE MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DE ALUNOS DE ENGENHARIA

FROTA, Maria Clara Rezende – PUCMinas

GT: Educação Matemática /n.19

Agência Financiadora: Não contou com financiamento.

Introdução

Abordagens de ensino variadas - tradicional, tecnicista, construtivista, sócio-cultural, entre outras - traduzem concepções de homem, sociedade e de aprendizagem. As concepções de aprendizagem matemática e de matemática podem ser fatores determinantes no processo de construção do conhecimento matemático e portanto no ensino/aprendizagem de matemática. Tal hipótese tem orientado uma série de pesquisas que buscam uma resposta estudando as concepções de matemática e de ensino de matemática de professores e a repercussão das mesmas na prática docente (Thompson, 1992,1997; Fiorentini, 1995) ou buscam tal respostas junto a alunos, analisando a existência de correlações entre concepções de matemática e aprendizagem matemática de estudantes e o desempenho dos mesmos, as abordagens de estudo adotadas (Segurado e Ponte, 1998; Cury, 1996; Cury e Pinent, 2000; Schoenfeld, 1992).

O presente trabalho relata resultados de uma pesquisa que investigou as concepções de aprendizagem matemática, de matemática e do pensar matemático de alunos de Cálculo de cursos de engenharia, de uma universidade particular, indagando sobre a possibilidade da influência de tais concepções nas estratégias de aprendizagem desses alunos. Os resultados são parte de um estudo mais amplo que teve por focos de observação motivações, expectativas e atitudes metacognitivas, além de concepções e estratégias de aprendizagem.

Referenciais teóricos

Muitas pesquisas em concepções de aprendizagem dos alunos foram desenvolvidas, ainda que não tenham sido especificamente no domínio da matemática. A pesquisa, que talvez seja a precursora de todas, de Säljö (1979)¹, citada em Marton e Booth (1997), identificou categorias de concepções de aprendizagem dos alunos, que

¹ SÄLJÖ, R. Learning in the learner's perspective. In: Some commonsense conceptions. Reports from the Department of Education. Göteborg University N° 76, 1979.

foram posteriormente validadas por Marton et al. (1993). Outros trabalhos como os de Rossum e Schenk (1984); Prosser et al.(1994) apresentam similaridades com tais estudos.

Segundo Säljö e, também, Marton e colaboradores, as concepções dos estudantes sobre aprendizagem podem ser classificadas em dois grupos: *aprendizagem como reprodução*, ou seja, aprendizagem que se reduz a acumular, memorizar, reproduzir ou aplicar a informação; *aprendizagem transformadora*, que considera aprender como compreender, ver além, ultrapassar a tarefa proposta, quanto aos objetivos que a princípio a constituíram, mudar como pessoa. Tais grupos de concepções são hierárquicos, podendo ser o segundo classificado como de ordem superior ao primeiro, do ponto de vista cognitivo.

Tinjälä (1997), por sua vez, investigou a influência do ambiente de aprendizagem nas concepções de alunos sobre o processo de aprendizagem. Os estudantes de psicologia educacional, sujeitos da pesquisa, apresentaram sete concepções diferentes do processo de aprendizagem: um evento/processo externamente determinado; o desenvolvimento de um processo; uma atividade do estudante; estratégias, estilos e abordagens; o processamento de informações; um processo interativo; um processo criativo. Os resultados da análise fenomenográfica conduzida por Tinjälä diferem dos resultados de Marton, na medida em que as categorias de concepções, embora num certo sentido constituam uma hierarquia, não formam um sistema hierárquico fechado, possibilitando trocas, articulação de várias concepções, ou seja, o estudante não está preso a uma única uma dessas concepções, mas pode exibir um leque delas, segundo os domínios ou. como tem sido comum referir-se, apresentam um perfil de concepções.

Minha investigação beneficiou-se dos estudos de Crawford, Gordon, Nicholas e Prosser (1994, 1998a, b). Os autores têm realizado trabalhos, utilizando as metodologias quantitativa e qualitativa, para investigar as concepções de matemática de alunos recém-ingressos na universidade, especulando sobre a influência dessas concepções nas abordagens de estudo matemático desses alunos, entendidas como as intenções dos alunos ao estudarem matemática e as estratégias utilizadas para tal fim.

As abordagens de aprendizagem matemática detectadas por esses pesquisadores foram: (i) aprendizagem por rotina e memorização, com a intenção de reproduzir conhecimento e procedimentos; (ii) aprendizagem através da resolução de muitos exemplos com a intenção de obter um entendimento relacional da teoria e dos conceitos;

(iii) aprendizagem através da resolução de problemas difíceis, com a intenção de estabelecer um entendimento relacional de toda a teoria e interligado com conhecimentos anteriores; (iv) aprendizagem com a intenção de obter um entendimento relacional da teoria e buscando situações onde ela possa ser aplicada.

Pode-se perceber que tais categorias de abordagem de aprendizagem aproximam-se das categorias de aprendizagem matemática propostas por Marton e Booth (1997), o que talvez possa ser interpretado como um indício de que alunos cuja meta pretendida é de uma aprendizagem reprodutora, têm uma abordagem de aprendizagem superficial e se a sua meta é de uma aprendizagem que faça sentido na sua totalidade e do ponto de vista de explicação do mundo adotam uma abordagem profunda.

Embora tenha me inspirado nos trabalhos de Crawford, Gordon, Nicholas e Prosser e ter como um dos focos da minha pesquisa as concepções de aprendizagem matemática de alunos de engenharia, optei por adotar uma outra categorização de tais concepções, em aprendizagem matemática *instrumental* ou *relacional*, fundamentando-me em Skemp (1976). A primeira concepção conduz à aprendizagem da matemática instrumental, que consiste no domínio de um conjunto de planos pré-definidos e fixos para realizar tarefas matemáticas, planos que prescrevem procedimentos passo a passo. A aprendizagem de matemática relacional está voltada para a construção de estruturas conceituais, a partir das quais passam a ser exploradas possibilidades distintas para a realização de uma mesma tarefa.

As concepções de matemática foram, também, objeto de minhas investigações.

Embora meus estudos tenham sido desenvolvidos junto a alunos, os trabalhos de Mura (1993, 1995), cujos sujeitos de pesquisa foram professores, foram relevantes na elaboração de um questionário, que teve como um dos objetivos mapear as concepções tanto de aprendizagem matemática, quanto de matemática entre alunos de engenharia.

Mura investigou as concepções de matemática adotadas por professores universitários de ciências matemáticas e por educadores matemáticos, a partir das respostas dos mesmos a duas questões: como você define matemática e quais as obras de maior influência no campo. A autora sistematizou as respostas das “definições” de matemática em 14 categorias: (i) a criação e o estudo de sistemas axiomáticos formais, de estruturas e objetos abstratos, de suas propriedades e relações; (ii) lógica, rigor, precisão, raciocínio, especialmente raciocínio dedutivo, a aplicação de leis e regras; (iii) uma linguagem, um conjunto de notações e símbolos; (iv) desenho e análise de modelos

abstraídos da realidade e suas aplicações, uma maneira de entender fenômenos e fazer previsões; (v) redução da complexidade à simplicidade; (vi) resolução de problemas; (vii) o estudo de padrões; (viii) pensamento indutivo, exploração, observação, generalização; (ix) uma arte, uma atividade criativa, um produto da imaginação, harmonia e beleza; (x) uma ciência; a mãe, a rainha, uma ferramenta das outras ciências; (xi) verdade; (xii) conteúdo culturalmente determinado (etnomatemática); (xiii) referência a tópicos matemáticos específicos (número, quantidade, espaço, álgebra, etc); (xiv) outras (dificuldade, impossibilidade, futilidade de definir matemática, delimitações circulares, etc).

Crawford et al.(1994) investigaram também as concepções de matemática de alunos recém-ingressos na universidade, apresentando a seguinte categorização das concepções de matemática dos alunos: (i) matemática são números, regras e fórmulas; (ii) matemática são números, regras e fórmulas que podem ser aplicadas para resolver problemas; (iii) matemática é um sistema lógico complexo, uma maneira de pensar; (iv) matemática é um sistema lógico complexo que pode ser usado para resolver problemas complexos; (v) matemática é um sistema lógico complexo que pode ser usado para resolver problemas complexos e possibilita novos “insights” para entender o mundo. Os autores agruparam tais categorias em dois grupos correspondendo a uma concepção de matemática fragmentada (i e ii) e outra coesa (de iii a v). Essa foi a classificação por mim adotada, a partir de análises das entrevistas e análises estatísticas da questão de conglomerados e de componentes principais, que apontaram dois fatores que interpretei caracterizarem duas visões distintas da matemática, similares às concepções de matemática coesa e fragmentada.

Investiguei, ainda, o que significa para um aluno de engenharia pensar matematicamente. Os resultados permitiram que as respostas fossem reunidas em dois grupos denominados pensar matemático *exato* e pensar matemático *especulativo*, conforme as colocações dos alunos evidenciassem uma crença no pensamento matemático como aquele pensar exato, no sentido de isento de erro ou incerteza, ou uma visão do pensamento matemático como propulsor do pensamento investigativo.

Desde o início da pesquisa pude perceber que os termos concepções, crenças, visão eram, por vezes empregados como sinônimos, quer em alguns textos teóricos estudados, quer entre os alunos entrevistados. Assim, o construto que investigava “concepções” deveria ser adotado num sentido amplo, que congrega os construtos

crenças, visão e modelo, à semelhança de Ernest (1989, 2001), ou que incorpora o sistema de crenças, conforme Thompson (1992).

O construto concepção - de matemática, de aprendizagem matemática, de pensamento matemático - decorre da história vivida de cada aluno e traz implícitos, ou mesmo explícitos, crenças conscientes ou não, idéias próprias ou emprestadas de outros, valores internamente desenvolvidos ou aparentemente repetidos, transparecendo uma visão de mundo, de homem, de sociedade.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida mesclou metodologias qualitativa e quantitativa no sentido de mapear as concepções de alunos de engenharia, indagando sobre a possível influência das concepções, entre outros fatores, na determinação das estratégias de aprendizagem matemática dos estudantes.

A pesquisa compreendeu estudos qualitativos consistindo em entrevistas clínicas, com um total de 19 alunos. O estudo quantitativo teve como instrumento básico de coleta de dados um questionário, aplicado a uma população de 735 alunos de engenharia, cursando as disciplinas Cálculo II ou III, vindo a constituir uma amostra representativa de 529 casos para análise, ou seja 72% da população amostrada.

Durante as entrevistas os alunos foram indagados sobre o que entendiam por matemática, o que significava para eles aprender matemática e pensar matematicamente. As respostas foram analisadas, com vistas a identificar similaridades e diferenças e subsidiaram, juntamente com resultados de pesquisas semelhantes, a elaboração do questionário “Motivações, concepções e estratégias de estudo/aprendizagem dos alunos”.

Na parte quantitativa da investigação, a amostra de 529 casos foi subdividida em duas amostras iguais, uma de 264 casos, utilizada para uma análise exploratória dos dados, através de múltiplos recursos de análise multivariada. A segunda amostra, compreendendo os 265 casos restantes, excluídos os casos da amostra exploratória, foi utilizada para uma análise confirmatória dos resultados.

As análises exploratórias foram feitas trabalhando-se cada questão isoladamente, utilizando-se o padrão de: estudo da matriz de correlação dos itens; análise de conglomerados das variáveis (itens da questão); análise fatorial (análise dos componentes principais de cada questão); exclusão de itens a partir de ponderações

teóricas ou estatísticas; análise de confiabilidade dos itens mantidos (coeficiente α de Cronbach).

Procedi assim à definição de *indicadores* dos construtos, desenvolvendo para cada um deles análises estruturais confirmatórias e análises de validação interna, através da técnica de “bootstrapping”, buscando verificar a estabilidade dos mesmos.

Estudos de regressão linear foram desenvolvidos no sentido de verificar a inter-relação dos indicadores, ou seja, de indagar sobre a possibilidade de que a concepção de matemática adotada, ou a concepção de aprendizagem matemática, além de outros indicadores de motivação para os estudos, ou de desenvolvimento metacognitivo, fossem preditores estatisticamente adequados, na configuração de estratégias de aprendizagem ou do que defini como um estilo de aprendizagem dos alunos pesquisados.

Resultados

A análise das entrevistas conduzidas com os 19 alunos permitiu identificar sinalizadores textuais das concepções de aprendizagem matemática, das concepções de matemática e de pensar matemático, classificados segundo os critérios e referenciais teóricos expressos.

As concepções de aprendizagem matemática evidenciaram a predominância de aspectos principalmente *instrumentais* ou *relacionais*. As expressões (i) dar conta de resolver exercícios, (ii) saber a aplicação, (iii) saber calcular e (iv) saber aplicar fórmulas foram considerados sinalizadores de uma concepção de aprendizagem matemática *instrumental*. Uma concepção de aprendizagem matemática *relacional* é sinalizada por afirmativas do tipo: (i) aprender matemática é relacionar teoria e prática; (ii) evitar fórmulas; (iii) ler e imaginar soluções das questões; (iv) saber o significado, interpretar; aprender a pensar; (v) enxergar de modo diferente; (vi) desenvolver coisas novas, desafios; (vii) fazer associações com coisas já estudadas; (viii) aplicar fora do contexto; (ix) saber o quê, o como, o porquê e o para quê; (x) descobrir novas relações entre tópicos de matemática.

Leonardo, um do alunos entrevistados, pareceu considerar que aprender matemática é estabelecer relações:

Eu vi aquilo eu estudei, e que eu consigo associar com uma situação real, fora do contexto de sala de aula.. então não estou tendo aula daquela matéria mais, nem faço curso de Cálculo mais, mas se um dia eu precisar de recorrer àquilo que eu aprendi, eu consigo me lembrar e consigo sentar, abrir um livro, e

resolver; eu consigo associar, é sempre com associações. Eu acho que aprendi, então até com relações em outras disciplinas, se eu consigo associar com uma coisa que eu estou vendo que é fora daquele contexto de sala de aula, eu consigo recorrer, é (assim) que eu consigo aprender.

Camilo, embora tenha colocado que aprender traz satisfação, explicitou uma concepção de aprendizagem instrumental, decorrente da exercitação:

Bom, eu pego o caderno, tenho as anotações em sala de aula, mas normalmente não temos livros específico. Vou na matéria para ver o que está sendo estudado, dou uma lida no conteúdo, na parte teórica, uma coisa ou outra que chama atenção e que a gente destaca mais e depois exercícios e aí eu nem me preocupo mais com a parte teórica porque é só fazendo exercício que a gente consegue aprender.

Uma concepção de matemática *fragmentada* pôde ser identificada pela presença das seguintes expressões na fala dos alunos: (i) matemática são números e operações; (ii) uma linguagem para explicar e comunicar; (iii) para lidar com o cálculo e outras coisas ligadas a ele; (iv) desenvolver a abstração e atenção; (v) lidar com números, figuras e fórmulas. Uma concepção de matemática *coesa* é sinalizada pelas tentativas de definições da matemática como: (i) resolução de problemas; (ii) descrição de fenômenos; (iii) entendimento de como as coisas funcionam; (iv) modelamento de situações reais; (v) simplificação de um sistema complexo; (vi) para lidar com o mundo; (vii) entendimento do porquê das fórmulas; (viii) algo a ver com a vida; (ix) aplicação a situações do dia a dia; (x) linguagem universal.

Para Lucas, por exemplo a matemática:

É (para) tentar entender o mundo, como funcionam as coisas.. através de expressões, equações.

Marina, por sua vez, apresenta, como Lucas, uma visão mais relacional da matemática, mas parece levantar dúvidas quanto ao fato da permanência desse enfoque:

O que é matemática? Matemática é muito linda, sei lá a matemática tem a ver com tanta coisa... eu vejo os professores dando tanto exemplo de uma coisa que está tão ligada à matemática, ao cálculo pelo menos... tudo tá envolvido com a matemática...(mas) às vezes um exercício de matemática, você só vê número, você não vê aquela aplicação.

Alguns dos alunos entrevistados tiveram dificuldades em expressar o que entendiam por matemática e também sobre o que seja pensar matematicamente. Transpareceram, por vezes, uma visão do pensar matemático como um pensar exato, a exemplo de Paulo:

Pensar matematicamente, pensar exato... muitas coisas você pensa mas... quando você pensa matematicamente, pensa uma coisa desse tipo assim, exata.

Essa concepção do pensar matemático como pensar de modo exato e da própria matemática como conhecimento exato, no sentido de isento de erros ou vícios, parece se configurar como uma crença, cultivada por Paulo ao longo de anos de estudo.

Acho que isso vem desde o primário... prova de matemática $2 + 2 = 4$. Faz uma equação o x tem que dar isso, se não deu você errou... então é uma coisa exata... não é igual história... você escreve um texto de 15 linhas, pra você tirar zero é muito difícil... porque por mais que você desvie o assunto, você pega uma parte que está certo... mas matemática toda vida é isso... quanto deu seu resultado... tanto... ah acertou... e o seu... tanto... você errou... é uma coisa precisa... no colégio, é isso...

Segundo Paulo, na universidade, também, a matemática é encarada de modo muito exato.

Com certeza, tipo assim... tudo é muito exato, tudo tem uma fórmula... você usa essa fórmula... por que você tem que usar isso... ah... você tem que usar isso... tem que dar isso, se não der você errou. Igual, quando eu conversava com outros amigos que fazem outros cursos, engenheiro é aquele que... tem que dar exato... engenheiro é um cara exato...

Entretanto foi curioso constatar que a concepção de aprendizagem de Paulo pressupõe o entendimento, caracterizando-se como uma concepção de aprendizagem relacional:

Aprender, significa você entender e evitar o máximo possível usar fórmula, tem de entender desde a raiz do negócio... mesmo que você faça altas contas, ao invés de você usar uma fórmula, vai deduzindo aos poucos... aí seu raciocínio... você vai fazendo aos poucos.

Percebe-se, assim, que a crença de que pensar matematicamente é pensar de modo exato, sem rodeios, desvios ou deslizes, não necessariamente está associada a uma visão de matemática fragmentada ou a uma concepção de aprendizagem instrumental.

Os estudos quantitativos permitiram generalizar os resultados obtidos nas entrevistas. Três das questões do questionário “Motivações, concepções e estratégias de estudo/aprendizagem dos alunos” (anexo) buscaram mapear as concepções desses alunos acerca da matemática, da aprendizagem matemática e do pensar matemático. Os indicadores de concepções dos alunos foram obtidos a partir da análise multivariada dos dados.

Procedimentos de análise de componentes principais e análise de conglomerados da questão 4 permitiram identificar dois indicadores que denominei *concepção coesa*, definido pelos itens 2, 7,8, 11, 14 e15 e *concepção fragmentada* constituído pelos itens 1, 4, 5, 9 e10. Os itens 3, 6, 12 e 13 da questão foram excluídos por apresentarem um

peso inferior a 0,40, critério estatístico básico para exclusão desses itens e de outros em outras questões, aliado a uma análise teórica da pertinência da exclusão.

As concepções do que é matemática podem, assim, representar uma visão mais coesa e holística da matemática, ou uma visão mais fragmentada. Um escore alto no indicador *concepção coesa* significa a concordância com afirmativas do tipo, matemática é “um conjunto de modelos desenvolvidos ao longo dos anos para explicar as coisas do mundo”, ou “como uma linguagem universal que permite às pessoas se comunicarem e entenderem o universo, estabelecendo fórmulas e aplicando-as às situações do dia a dia, podendo gerar conhecimentos novos”. Um escore alto no indicador *concepção fragmentada*, ao contrário, pode transparecer uma concepção da matemática como, por exemplo, “um conjunto de fórmulas e equações”, “procurar respostas para o estudo dos números e fórmulas”, ou, “o estudo dos números e a solução de problemas numéricos”.

Análises estatísticas conduzidas com a questão 5, permitiram verificar que os itens 5, 6, 8, 9 e 14 se agrupavam constituindo um conglomerado, ou definindo um dos fatores da análise de componentes principais, que denominei concepção de *aprendizagem relacional*. Igualmente agrupados foram os itens 3, 7, 11 e 12, da questão 5, definindo o indicador de concepção de *aprendizagem instrumental*.

As concepções de aprendizagem matemática, detectadas através de análises desenvolvidas com a questão 5, podem traduzir uma visão mais relacional, ou instrumental, detectada através do escore dos indicadores *aprendizagem relacional*, que pressupõe “saber como as coisas funcionam”, “relacionar a teoria e a prática”, ou *aprendizagem instrumental*, que visa à exercitação, por exemplo, “fazer muitos exercícios”, “ler e depois exercitar”, “dar conta de fazer exercícios e aplicar”.

A concepção do que os alunos entendem por pensar matematicamente foi objeto de investigação a partir da questão 6. Foram detectados dois modos distintos de conceber o pensamento matemático, que nos levaram a dois indicadores denominados *pensar exato*, congregando os itens 2, 4, 5, 6, 11 e 15 e *pensar especulativo* determinado pelos itens, 3, 7, 9 e 14. *Pensar exato* evidencia a concordância com afirmativas que pensar matematicamente é “pensar de forma racional, direta, sem margem de interpretação”, “seguir um caminho lógico, obtendo resultados próximos do real, do perfeito”. *Pensar especulativo* significa uma concepção de que pensar matematicamente é pensar utilizando a abstração, a transformação da linguagem em símbolos, a exploração, para, talvez, desenvolver coisas novas.

As análises estatísticas exploratória e confirmatória que levaram à construção dos indicadores das concepções de matemática e aprendizagem matemática parecem confirmar os resultados de Crawford et al.(1994, 1998a,b).

Um estudo de correlações, realizado nas amostras exploratórias e confirmatória, permitiu ainda verificar se uma concepção de matemática coesa, não poderia estar associada a uma concepção de aprendizagem relacional ou a um pensar matemático mais especulativo. A correlação de Pearson entre *concepção coesa* e *aprendizagem relacional* foi de 0,480, significativa ao nível de 1%. A correlação entre os dois indicadores, controlados pela variável *pensar especulativo* foi de 0,334, sendo a diferença estatisticamente significativa, com $\sigma=0,0617$, $z=2,9205$, com probabilidade bilateral $p=0,003$. Assim, pode-se dizer que o efeito da variável de controle *pensar especulativo* sobre as outras duas é significativo, estatisticamente falando.

Análises semelhantes não possibilitaram que se evidenciasse um possível efeito do indicador *pensar matemático exato* sobre uma concepção de *matemática fragmentada*, ou de *aprendizagem instrumental*. A correlação entre os indicadores *concepção fragmentada* de matemática e *concepção de aprendizagem instrumental*, controlados pela variável *pensar matemático exato* não apresentou resultados estatisticamente significativos, generalizando resultados decorrentes das entrevistas com o grupo menor de estudantes.

Os dados coletados possibilitaram, ainda, caracterizar a população de estudantes de Cálculo II e III da instituição pesquisada. Segundo inferências estatísticas, uma proporção situada entre 45,5% e 54% dos alunos concorda que a matemática consiste em um conjunto de modelos para explicar as coisas do mundo, entre outros itens que integram o indicador de uma concepção de matemática coesa. Foi também significativa a proporção de estudantes, entre 34,2% e 42,5%, que concordam que pensar matematicamente seja pensar de modo especulativo, entre outras coisas, pensar fazendo explorações e observações. Uma proporção entre 28,5% e 36,5% considera que aprender matemática é estabelecer relações entre a prática e a teoria, entendendo como as coisas funcionam.

Desenvolvi também estudos de regressão para investigar sobre uma possível influência dessas concepções, entre outros fatores, tais como motivações e atitudes metacognitivas, na determinação de estratégias de aprendizagem mais ou menos teóricas.

Os resultados das análises de regressão indicam que as concepções de matemática e aprendizagem matemática parecem não se destacar como fatores importantes, por exemplo, entre alunos que apresentaram uma ênfase mais teórica de aprendizagem.

Estratégias de aprendizagem com *ênfase prática*, que passam pela resolução de vários exercícios, são correlacionadas a atitudes de *autocontrole*, a *expectativas de não obrigatoriedade* com relação à matemática e ao cálculo e a uma concepção de *aprendizagem matemática instrumental*.

O uso de *estratégias gráfico-numéricas* é influenciado por atitudes de *autocontrole*, bem como por *motivação para a engenharia* e por uma *concepção de matemática coesa*.

Os resultados obtidos permitiram obter evidências de que concepções de matemática, aprendizagem matemática e pensar matematicamente podem, entre outros fatores como motivações, expectativas e atitudes metacognitivas, contaminar as estratégias, ou melhor dizendo, os estilos de aprendizagem da matemática e do Cálculo, adotados pelos alunos.

Conclusão

Que sentido, ou mesmo valor educacional, poderiam ter os resultados da pesquisa desenvolvida?

De modo geral o professor de matemática reflete pouco sobre a sua prática e quase nada sobre as suas concepções de matemática e de aprendizagem matemática. Que tipo de matemática pretende veicular e efetivamente veiculamos na sala de aula? Uma matemática fragmentada ou coesa? As atividades matemáticas que efetivamente propõe estão conduzindo a uma aprendizagem instrumental ou relacional? Tais atividades induzem um pensar matemático apenas exato, que pressupõe o rigor, mas também a busca da resposta única, ou um pensar matemático especulativo, que admite buscas através de métodos variados, indagando por múltiplas possibilidades de solução?

Inicialmente destaco que a construção de indicadores das concepções dos alunos, que sejam confiáveis e de fácil uso, pode ser um instrumental para a adoção de metodologias de ensino mais adequadas. Meus resultados, como os de Crawford e colaboradores (1994, 1998a, b), indicam que as concepções podem influenciar na aprendizagem matemática. Na minha investigação obtive algumas evidências que suportam a afirmativa de que as concepções dos alunos sobre a matemática, sobre o

pensar matemático e sobre a aprendizagem matemática influenciam nas suas condutas de estudo, nas suas escolhas de estratégias de aprendizagem e em seus estilos de aprendizagem de cálculo. Ainda que eu não tenha investigado especificamente a influência das concepções dos professores relativas aos mesmos temas, na literatura há um razoável consenso de que elas são determinantes das concepções dos alunos, e se assim o for, as concepções dos professores e seus estilos de ensino podem estar contribuindo para disseminar entre os estudantes concepções que favorecem o desenvolvimento de um estilo de aprendizagem mais prático e a adoção de estratégias de estudo mais reprodutoras.

Assim, o trabalho desperta para a importância de que, como professores, estejamos atentos para trabalhar com os alunos suas concepções de matemática e de aprendizagem matemática, desenvolvendo estratégias de ensino que conduzam a uma aprendizagem matemática relacional, a uma forma de pensar investigativa, de tal forma que as concepções de matemática e de conhecimento matemático deixem de constituir uma visão fragmentada da ciência.

Referências bibliográficas

CRAWFORD, Kathryn et al. Conceptions of mathematics and how it is learned: the perspectives of students entering university. ***Learning and Instruction***, v.4, p. 331-345,1994.

CRAWFORD, Kathryn et al. Qualitatively different experiences of learning mathematics at university. ***Learning and Instruction***, v. 8, n. 5, p.455-468, 1998a.

CRAWFORD, K. et al. University mathematics students' conceptions of mathematics. ***Studies in Higher Education***, v. 23, n.1, p. 87-94, 1998b.

CURY, Helena N. Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significado dos termos utilizados. ***Bolema***,v.12, n.13, p.29-43, 1999.

CURY, Helena N.; PINENT, Carlos E. C. Análises de atitudes de calouros de engenharia em relação às ciências e à matemática. ***Revista da Abenge***, v.19, n.1, p.47-54, 2000.

ERNEST, Paul. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model, ***Journal of Education for Teaching***, v.15, n.1, p.13-33, 1989.

ERNEST, Paul. The Impact of Beliefs on the Teaching of Mathematics. In:ERNEST, P. (ed.) ***Mathematics teaching: the state of the art***, London, Falmer Press, 1989, p.249-254.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil. ***Zetetiké***, n.4, p.1-37, 1995.

MARTON, Ference; BOOTH Shirley. ***Learning and awareness***. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1997. 224p.

MARTON, Ference et al. Conceptions of learning. *International Journal of Educational Research*, v.19, p.277-300, 1993.

MARTON, Ference; SÄLJÖ, R. On qualitative differences in learning: I – outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, v.46, p.4-11, 1976a.

MARTON, Ference; SÄLJÖ, R. On qualitative differences in learning: II – outcome as a function of the learners conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, v.46, p.115-127, 1976 b.

MURA, Roberta. Images of mathematics held by university teachers of mathematical sciences. *Educational Studies in Mathematics*, v. 25, n.4, p.375-385,1993.

MURA, Roberta. Images of mathematics held by university teachers of mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, v. 28, n. 4, p.385-399,1995.

PROSSER, Michael.; TRIGWELL, K.; TAYLOR, P. A phenomenographic study of academic's conceptions of science learning and teaching. *Learning and Instruction*, v. 4, p. 217-231, 1994.

ROSSUM, E. J.; SCHENCK, S. M. The relationship between learning conception, study strategy and learning outcome. *British Journal of Educational Psychology*, v.54, p.73-83, 1984.

SEGURADO, Irene; PONTE, João Pedro da. Concepções sobre a matemática e trabalho investigativo. *Quadrante*, v.7, n.2, p.5-40, 1998.

SCHOENFELD, Alan H. Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In: GROUWS, D. A. (Ed). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan, 1992. p. 334-370.

SKEMP, Richard. R. Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, v. 77, p.20-26, 1976.

THOMPSON, Alba G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. *Zetetiké*, v.5, n.8, p.9-44, 1997.

THOMPSON, Alba G. Teachers'beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In: GROUWS, D. A. (Ed). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan, 1992. p.127,146.

TINJÄLÄ, Paivi. Developing education student's conception of the learning process in different learning environments. *Learning and Instruction*, v.7, n.3, p. 277-292, 1997.

Anexo

Questionário: Motivações, concepções e estratégias de estudo/aprendizagem dos alunos

Construto: Concepção – questões 4,5,6

OBS: Para cada item os alunos deveriam assinalar uma das opções: (1) discordo fortemente;(2) discordo; (3)não discordo, nem concordo; (4)concordo; (5) concordo fortemente.

4. A meu ver a Matemática é:	
1	um conjunto de fórmulas e equações
2	um conjunto de axiomas e propriedades que você constrói para trabalhar com as situações do mundo
3	abstrair coisas do mundo, axiomatizar algumas, gerar propriedades e teoremas
4	o estudo dos números
5	procurar respostas para o uso dos números e fórmulas
6	algo através do qual podemos gerar conhecimentos novos
7	como uma linguagem universal que permite às pessoas se comunicarem e entenderem o universo
8	estabelecer fórmulas e aplicá-las às situações do dia a dia
9	ciência que lida com números, figuras e fórmulas
10	o estudo dos números e a solução de problemas numéricos
11	um conjunto de modelos desenvolvidos ao longo dos anos para explicar as coisas do mundo
12	não é só números... mas não sei explicar direito o que é
13	um conjunto de sistemas lógicos
14	números e operações e com essas duas coisas você explica fatos, prova acontecimentos
15	uma linguagem para descrever fenômenos e solucionar problemas
16	uma ciência construída pelas pessoas e que tem características que dependem de cada povo

5. Aprender Matemática é:	
1	entender a teoria(definições, teoremas, aplicabilidade)
2	saber usar a fórmula certa, no momento certo
3	fazer muitos exercícios
4	ser capaz de usar o que aprendeu em situações novas
5	saber para que serve e como fazer
6	evitar fórmulas, saber deduzir
7	dar conta de fazer qualquer exercício
8	entender como as coisas funcionam
9	saber aplicar os conhecimentos matemáticos em situações do dia a dia
10	ser capaz de desenvolver coisas mais avançadas
11	ler e depois exercitar
12	dar conta de fazer exercícios e aplicar
13	aprender uma linguagem
14	relacionar a prática e a teoria
15	não é só dar conta de fazer uma boa prova
16	entender a lógica que está por trás

6. Considero que pensar matematicamente é:	
1	pensar de modo exato
2	desenvolver o raciocínio
3	seguir um caminho lógico
4	ser capaz de abstrair
5	transformar a linguagem em símbolos
6	ter uma intuição inicial e então desenvolver um raciocínio
7	pensar de forma racional, direta, sem margem de interpretação
8	ser capaz de resolver problemas
9	obter resultados próximos do real, do perfeito
10	fazer generalizações
11	ser capaz de desenvolver coisas novas
12	fazer muito esforço para entender as coisas
13	ser capaz de acompanhar desenvolvimentos teóricos que outras pessoas fizeram
14	pensar através de padrões
15	pensar fazendo explorações, observações
16	ser capaz de simplificar coisas complicadas