



Práticas Reflexivas na Sala de Aula: Relato de uma experiência na formação de professores de Matemática

Alexandre Krüger **Zocolotti**

Instituto Federal do Espírito Santo - IFES

Brasil

akruger@ifes.edu.br

Maria Clara Rezende **Frota**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Brasil

mclarafrota@gmail.com

Resumo

O presente trabalho descreve uma atividade integrante de uma pesquisa que teve como foco investigar as potencialidades de estruturação e condução de uma disciplina com vistas a desenvolver os processos reflexivos e de autorregulação da aprendizagem por estudantes que cursavam a licenciatura em Matemática. Um estudo empírico, conduzido com dezoito estudantes, na disciplina Tópicos Especiais em Educação Matemática, permitiu elaborar e implementar atividades, desenhadas de forma a permitir que os alunos pudessem, além de estudar conteúdos matemáticos, vivenciar experiências metacognitivas através do uso da reflexão. Para a interpretação dos dados utilizou-se o modelo de análise das cognições de um professor, proposto por Alice Artz e Eleanor Armour-Thomas. Os resultados apresentados evidenciam uma evolução dos processos de reflexão dos participantes, tanto na aprendizagem do conteúdo matemático abordado, como no exercício, ainda que simulado, da função docente.

Palavras-chave: Metacognição, Reflexão, Formação de Professores de Matemática.

Abstract

This paper describes a research activity aiming to investigate the possibility of conducting a course to provide reflective processes of learning and self-regulation. An empirical study was conducted with eighteen prospective teachers, studying Special Topics in Mathematics Education. The intent was to elaborate and to implement special activities designed to enable students dealing with math concepts as well as having metacognitive experiences through reflective processes. Data were interpreted employing the model of analysis of cognitions of a teacher, proposed by Alice Artz and Eleanor Armour-Thomas. Results indicate progress of the participant's processes of reflection, both in learning mathematical contents and also as prospective teachers simulating teaching actions.

Keywords: Metacognition, Reflection, Formation of Teachers of Mathematics.

Introdução

A pesquisa desenvolvida e aqui relatada foi motivada por inquietações advindas de nossa prática e teve como objetivo investigar as possíveis contribuições da condução de uma disciplina, planejada e conduzida a partir de um enfoque metacognitivo, para a formação do professor de Matemática. A ideia era trabalharmos em um ambiente rico em possibilidades, com momentos de interação entre alunos, em que a reflexão fosse incentivada de tal modo que pudéssemos aliar conhecimento matemático e desenvolvimento de habilidades metacognitivas (aí incluídas, entre outras, a questão da autorregulação).

Mas, como fazer isso se as disciplinas normalmente já possuem um conteúdo programático pré-definido? Se a intenção era permitir que os alunos desenvolvessem habilidades de reflexão e pudessem fazer isso de modo cooperativo, entendíamos que era necessária uma liberdade que lhes possibilitasse escolher o que gostariam de estudar e, em alguns momentos, também sugerir como fazer para estudar determinado tópico. Consideramos ser essa uma forma de proporcionar um momento diferenciado na formação de nossos alunos: eles poderiam decidir o que gostariam de estudar, revendo conteúdos matemáticos ou pedagógicos. Seria a concretização de uma proposta que valorizaria a formação matemática, mas que também lhes permitiria enxergar a si mesmos como aprendizes, questionando seus saberes, buscando, principalmente, reconstruir conceitos e reforçar alguns pontos que considerassem necessários.

A pesquisa conduzida foi, então, norteadada pela seguinte pergunta: Quais as potencialidades de estruturação e condução de uma disciplina, no curso de licenciatura em Matemática, de forma a desenvolver processos metacognitivos de autorregulação da aprendizagem Matemática por parte dos futuros professores?

O trabalho integra o campo da pesquisa na formação de professores, tendo como foco os aspectos dessa formação que objetivam favorecer o desenvolvimento metacognitivo de professores, desde a formação inicial.

Perspectiva metacognitiva da formação de professores

A capacidade que uma pessoa pode apresentar de monitorar e controlar suas ações no contexto de uma atividade cognitiva (o que pode ser chamado de autorregulação), associada ao conhecimento que possui sobre si mesmo, compõe aquilo que chamamos de metacognição, conceito e terminologia propostos por Flavell (1979, 1987) na década de 70. Entendida como conhecimento sobre o próprio conhecimento, a metacognição envolve não apenas eventos cognitivos, mas também eventos de origem psicológica, tais como o conhecimento sobre suas próprias motivações, ou o controle motor, em atividades de habilidade motora, sejam encarados também como metacognição.

O conhecimento metacognitivo de uma pessoa faz parte de toda a gama de crenças e conhecimentos adquiridos ao longo da vida. Tais conhecimentos levam em conta os seres humanos como seres cognitivos, capazes de processar informações, de aprender, de construir ideias e que possuem sentimentos e afetos envolvidos de modo direto no processo amplo de conhecer. Podemos afirmar que “conhecer, num sentido metacognitivo, é integrar conhecimentos científicos, empíricos, emocionais, afetivos, entre outros” (FROTA, 2001, p.2).

Os conhecimentos metacognitivos compreendem conhecimentos sobre três categorias distintas: pessoas, tarefas e estratégias. Por exemplo, na busca por maior conhecimento de determinado assunto, uma pessoa procura informar-se sobre o tema através da leitura de um

texto. Essa iniciativa de buscar maiores informações é entendida como uma experiência cognitiva.

Entretanto, à medida que lê o texto, a pessoa percebe que precisa adotar outros procedimentos, pois acredita que apenas a leitura do texto não lhe permitirá fixar os pontos que julga importantes. Dessa maneira, opta por destacar alguns pontos do texto que, a seu ver, trazem informações relevantes. Para reforçar a compreensão, após a leitura de alguns trechos, procura fazer uma reflexão sobre o que significa aquilo que acabou de ler e de que maneira aquilo se associa a tudo que já foi lido.

Observa-se que o segundo bloco de ações não possui relação direta com a aquisição de conhecimento. Na verdade, esse conjunto de ações apenas ‘regula’, de forma consciente, o processo, verificando se aquilo que vem sendo feito está apresentando resultado satisfatório ou não. É esse tipo de episódio que pode ser classificado como experiência metacognitiva.

O desafio de formar professores requer propiciar experiências cognitivas e metacognitivas, de forma que ele possa construir um conjunto de saberes. Mas, o que deve saber um professor de Matemática?

Apesar das diferentes formas de se expressarem, Ponte (2002), Tardiff (2002) e Shulman (1986) convergem para uma resposta sobre os saberes de um professor englobando três pontos básicos: o saber da disciplina propriamente dita; o saber que envolve o estudo das contribuições da pedagogia e o saber que advém da experiência.

Parece ser evidente que um professor deve conhecer o assunto sobre o qual irá lecionar. Entretanto, o saber da disciplina é algo que precisa ser visto com bastante cuidado. No caso da Matemática, é óbvio que o professor deve saber Matemática de boa qualidade para o exercício de seu ofício. Mas, é preciso lembrar que um licenciado em Matemática não é um bacharel em Matemática, devendo ter, portanto, uma formação diferente. Como alertam Moreira e David (2007), a chamada Matemática Acadêmica ou Científica é um corpo de conhecimentos científicos, fruto do trabalho de matemáticos profissionais, enquanto a Matemática Escolar refere-se aos saberes (validados pela comunidade de matemáticos) destinados à formação em Matemática na educação básica. Como afirma Paiva: “A Matemática que se trabalha na escola possui características próprias...” (2006, p. 90). Por isso mesmo, “...nem sempre fazer, ou ter feito mais cursos de Matemática, ou mesmo possuir produção científica dentro desse campo, garante a qualidade da prática docente” (SZTAJN, 2002, p.18).

A afirmação “... que, hoje em dia, um professor é cada vez mais um educador e cada vez menos um simples instrutor” (PONTE, 2002, p. 4) fortalece a importância dos saberes ligados à pedagogia. Apesar das diferentes nomenclaturas usadas, esses saberes são aqueles que permitem ao professor transformar o conhecimento matemático em um elemento que pode ser ensinado e aprendido.

Entretanto, para que possa aplicar de modo mais adequado o seu saber pedagógico, torna-se desejável que o professor conheça o conteúdo disciplinar e as diferentes formas de abordar os vários tópicos matemáticos. Assim, de posse de diferentes possibilidades de abordagem de um mesmo assunto, caberá a ele decidir qual a melhor estratégia a ser adotada para cada situação em particular. Sztajn (2002, p. 19) destaca bem a importância desse saber: “É esse conjunto de saberes que distingue aquele que apenas sabe uma disciplina daquele que é capaz de ensiná-la”.

Muitos desses saberes são adquiridos ao longo da prática. São saberes da experiência, que permitem ao professor transformar os conhecimentos teóricos adquiridos em propostas de encaminhamento e condução da vida profissional cotidiana. Acreditamos tratar-se de um conhecimento único, que cada professor adquire a seu modo, de acordo com suas características pessoais.

Embora todas as recentes reestruturações dos cursos de licenciatura, alguns questionamentos permanecem em aberto. Existe, por parte do professor que ministra disciplinas de conteúdo específico, uma preocupação em capacitar seus alunos para que possam ministrar aulas dessas disciplinas? Ainda que se discutam questões de cunho pedagógico, procurando enfatizar modos variados de abordar aquele assunto nos mais diferentes níveis de estudo, costuma existir uma preocupação prioritária com o saber matemático, e pouca participação dos estudantes na proposição de tópicos a serem abordados ao longo da disciplina. Ao deslocarmos para o aluno algum poder de decisão, solicitando que ele decida o que e como fazer, colocamos em prática um processo que envolve a reflexão e o conhecimento metacognitivo. Cada decisão tomada está embasada em uma série de argumentos, que variarão de aluno para aluno. Uma pessoa não pode tomar tais decisões sem que conheça de fato suas próprias motivações e intenções, sem conhecer-se de maneira metacognitiva.

Enfatizamos que a formação de um professor de Matemática exige uma postura mais participativa e mais crítica por parte dos alunos. A metacognição pode e deve ser um foco para o desenvolvimento profissional do professor (Santos-Wagner, 1995; Ferreira, 2003). E, se queremos formar professores numa perspectiva metacognitiva, um pressuposto básico é a formação de professores reflexivos.

Refletir em educação parte da premissa básica que existe um problema a ser resolvido, pressuposto fundamental para o surgimento do pensamento analítico. Segundo Schön (2000), existem três diferentes tipos de reflexão: reflexão sobre a ação, reflexão-na-ação e reflexão sobre a reflexão-na-ação.

A reflexão sobre a ação pode acontecer em momentos distintos. A situação mais clássica é aquela em que a reflexão acontece em um momento posterior à ação. Em uma situação de tranquilidade, o momento do acontecimento da ação é reconstruído mentalmente, com o autor tentando recordar detalhes daquilo que aconteceu: eventos, ações, perguntas feitas, respostas recebidas. Essa reconstituição permitirá que o profissional investigue de que maneira o conhecer-na-ação pode ter interferido na produção de resultados adequados ou inadequados.

A reflexão sobre a ação também pode acontecer no momento da ação. O profissional, sem alterar os procedimentos programados - ainda no momento da execução - faz uma breve pausa e pensa sobre o que está acontecendo e quais motivos podem ter contribuído para aqueles resultados. Mesmo que suas percepções apontem uma necessária e possível mudança de estratégia ou de ações, ele deixa que as coisas prossigam da forma como estão, preferindo que essas percepções sejam usadas para uma atividade posterior.

Caso o andamento da atividade ainda permita essas modificações vislumbradas sejam colocadas em prática, essa reflexão - que acontece naquilo que SCHÖN (2000) descreve como o presente da ação - pode ser reclassificada como reflexão-na-ação. “A reflexão-na-ação tem uma função crítica, questionando a estrutura de pressupostos do ato de conhecer - na - ação” (SCHÖN, 2000, p.33). Nesse caso o conjunto de procedimentos - e que foram previamente planejados - não é interrompido. Caso o profissional perceba, via reflexão, a necessidade de

mudança de procedimentos, essa mudança deve, na medida do possível, ocorrer de modo sutil, buscando evitar maiores transtornos. Segundo Schön (2000), “o que distingue a reflexão-na-ação de outras formas de reflexão é sua imediata significação para a ação”. (p.34)

Um outro tipo de reflexão que pode surgir é a da reflexão sobre a reflexão-na-ação. Nessa situação, não só o momento da ação é reconstituído; a situação em que a reflexão aconteceu também é revisto, com o profissional recordando os fatos e os pensamentos que teve a esse respeito, bem como acrescentando outras observações que porventura julgue conveniente para aquele momento. Essa reflexão pode contribuir para a observação de novos problemas e de novas soluções. Os resultados produzidos poderão interferir direta ou indiretamente nas ações futuras. “A reflexão sobre a reflexão na ação é aquela que ajuda o profissional a progredir no seu desenvolvimento e a construir a sua forma pessoal de conhecer”. (OLIVEIRA e SERRAZINA, 2002, p. 32)

Um modelo para a formação de um professor de Matemática reflexivo

Artzt e Armour-Thomas (1999, 2002) apresentam uma proposta de formação do professor reflexivo. Para que os professores mudem suas posturas e passem para uma prática de ensino centrada no aluno, Artzt e Armour-Thomas (2002) propõem, em seu programa de Educação Matemática, que os professores utilizem os processos de reflexão e autoavaliação. A experiência que os professores podem acumular como agentes de sua própria aprendizagem durante esses programas de formação, na visão das responsáveis pelo programa, pode fazer com que desenvolvam atividades de aprendizagem centradas no aluno.

A visão de reflexão defendida pelas autoras diz que os professores devem analisar suas ações em três momentos distintos: antes, durante e depois da execução de uma lição. Já a autoavaliação, outra etapa enfatizada no programa de Artzt e Armour-Thomas (2002), compreende as perguntas que os professores fazem a si mesmos. Tais perguntas, que revelam como esses professores refletem nos momentos posteriores às aulas, são a peça-chave do processo autoavaliativo.

O programa de Educação Matemática proposto por Artzt e Armour-Thomas (2002) busca integrar a prática de ensino de um professor e as suas cognições. Para melhor analisar cada um desses aspectos, as pesquisadoras desenvolveram dois referenciais: o primeiro para análise das Dimensões e Fases da Lição e o segundo para análise das Cognições do Professor.

As Fases da Lição descrevem o desenrolar temporal de uma lição (Início, desenvolvimento e fim) e suas implicações para o aluno. As Dimensões das Fases da Lição compreendem as tarefas que permitem aos alunos a integração dos novos conceitos à sua estrutura cognitiva, o ambiente de aprendizagem e o discurso que revela o tipo de interação verbal que existe entre aqueles que constituem o coletivo da sala de aula. A maneira como um professor desenvolve cada uma dessas fases influencia a aprendizagem dos seus alunos.

Artzt e Armour-Thomas (2002) apresentam um referencial para análise das Cognições dos Professores, propondo um quadro que permite analisar o processo cognitivo dos professores e oferece também elementos capazes de auxiliar o professor em um processo de reflexão e aperfeiçoamento. O primeiro aspecto diz respeito ao que as autoras Artzt e Armour-Thomas chamaram de Cognições Abrangentes: uma rede dinâmica de saberes que norteiam as ações e os pensamentos dos professores no que se refere ao ensino. O segundo aspecto focaliza os

processos cognitivos dos professores, descritos e analisados em três momentos (fases) diferentes da aula:

- **Planejamento (Fase pré-ativa):** Apresenta quais são as intenções do professor para aquela aula. O planejamento inclui quais são os pensamentos do professor sobre as tarefas que pretende que sejam feitas naquela lição, o tipo de ambiente em que espera que ocorra a lição e o discurso que adotará. A qualidade do planejamento possui ligação direta com a qualidade da aula que será ministrada;
- **Monitoramento e Regulação (Fase Interativa):** Esse é um momento em que o conhecimento metacognitivo do professor pode auxiliar no seu desempenho. Com base nas informações que recebe durante o desenvolvimento da lição, o professor pode mudar a atividade para adequá-la aos objetivos pretendidos. Por outro lado, também pode também rever seus objetivos, caso perceba que as atividades preparadas caminham em uma direção diferente daquela pretendida. É uma situação bastante comum um professor mudar seus objetivos ou o próprio planejamento da aula. Por vezes, no momento do planejamento, o professor tem a intenção de caminhar com a aula até determinado assunto, pois acredita que a turma tem condições para isso. Porém, com o desenrolar das atividades, percebe que não terá condições de cumprir o planejamento. De maneira rápida, numa mistura que envolve os saberes da prática, o conhecer-na-ação e os conhecimentos metacognitivos, pode tomar a decisão de não fazer todos os exercícios que preparou para que possa levar a teoria mais adiante ou pode optar por resolver todos os exercícios que pretendia, não avançando tanto na teoria. Qual a melhor opção? Não existe uma resposta pronta: cada situação implica um cenário e atores próprios. Somente o professor, naquele momento (único) poderá tomar essa decisão usando aquilo que já citamos anteriormente.
- **Avaliação e Revisão (Fase Pós Ativa):** Trata-se do repensar se os objetivos traçados antes do início da lição foram alcançados. Caso tenham sido, foram alcançados de modo satisfatório? Caso não tenham sido alcançados, quais os motivos que não permitiram isso? Esse momento reflexivo é apontado como de fundamental importância para a evolução do professor como profissional engajado no processo de ensino-aprendizagem, pois lhe permitirá rever e corrigir atitudes e planejamentos que ele julgar inadequados. Também oferecerá elementos importantes que serão agregados ao seu conhecer-na-ação e ao seu conhecimento metacognitivo.

O trabalho que conduzimos objetivou o desenvolvimento metacognitivo dos alunos de um curso de licenciatura. A proposta de disciplina elaborada e conduzida apresenta semelhanças com o trabalho de Santos (1995) e também com o trabalho de Ferreira (2003) na medida em que apresenta uma proposta de engajamentos dos estudantes, num trabalho em grupo, cooperando uns com os outros na construção e reconstrução de algumas ideias matemáticas. Esperava-se também que o processo possibilitasse o desenvolvimento metacognitivo do pesquisador e professor envolvido no processo. Esse fato será objeto de uma reflexão posterior, feita ao final dessa dissertação.

Contexto da pesquisa

A busca de respostas à questão de pesquisa que indagava sobre as potencialidades de estruturação e condução de uma disciplina, em um curso de formação de professores de Matemática, de forma a desenvolver processos metacognitivos de autorregulação da

aprendizagem, levou-nos a repensar e a redesenhar a disciplina Tópicos Especiais em Educação Matemática, que integra a grade curricular do curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição particular do estado do Espírito Santo

Participaram do trabalho dezoito (18) alunos, sendo que dezesseis (16) estavam concluindo a licenciatura em Matemática; outros dois (2) eram alunos do quinto período (do mesmo curso de licenciatura) que por terem sido dispensados de disciplinas do referido período aproveitaram para cursar antecipadamente a disciplina Tópicos Especiais em Educação Matemática. A pesquisa e a condução da disciplina envolveram, além dos estudantes, o professor da disciplina – no caso, o mestrando – e sua orientadora.

Nas turmas anteriores à pesquisada, a ementa da disciplina também havia sido montada com a participação dos alunos, que opinaram diretamente sobre o que gostariam de estudar ou rever. Valendo-nos de tais características, adotamos um conjunto de procedimentos, de forma a garantir que a ementa pudesse ser montada coletivamente.

Como a disciplina, além de oferecer condições para que os alunos se desenvolvessem do ponto de vista metacognitivo, também tinha o objetivo de promover estudos de conteúdos matemáticos, materiais foram preparados, ou selecionados, entre os quais: textos teóricos sobre assuntos matemáticos escolhidos pelos participantes; sequências de atividades; listas de exercícios; tarefas a serem resolvidas com recursos computacionais. Em alguns momentos do curso, cabia ao professor a responsabilidade pela montagem do material utilizado; em outros, os próprios alunos montavam seu material de estudo, a partir de materiais de apoio que eles mesmos escolhiam.

A disciplina foi conduzida de forma a integrar, dinamicamente, as fases de planejamento (pré-ativa): monitoramento e regulação (interativa); e avaliação e revisão (pós-ativa), em conformidade com a proposta de formação de Artzt e Armour-Thomas (2002), referencial teórico do trabalho.

Os instrumentos de coleta de dados foram desenhados a partir dessa perspectiva teórica e da mesma forma foi feito o tratamento dos dados, objetivando tornar explícita a recursividade das três fases. Os instrumentos de coleta de dados da pesquisa consistiram em instrumentos também didáticos, que integraram a metodologia do curso e os registros escritos dos alunos, ao realizarem as várias atividades, constituíram a maior fonte de dados.

Neste artigo relatamos uma, dentre as vinte atividades desenvolvidas no curso. O conteúdo abordado foi o de Números Complexos, tópico indicado por 12 alunos, ao definirem de forma coletiva a ementa da disciplina.

A atividade proposta com foco no aluno e futuro professor

Relatamos a seguir uma atividade que desenvolvemos durante o curso. Tal atividade, desenvolvida logo no início do curso, envolveu o tópico Números Complexos.

Cada aluno teve acesso a um material, extraído de um texto didático¹. O intuito era que cada aluno explorasse esse material, estudando-o e levantando suas dúvidas e trabalhando para saná-las, recorrendo a uma bibliografia de apoio, a um colega ou ao professor. A atividade, nesse

¹ O material foi extraído dos livros Matemática: contexto e aplicações, de Luiz Roberto Dante e Matemática: ciência e aplicações, de Gélon Iezzi et al

primeiro momento, foi feita de forma individual. O objetivo de realizar esse estudo autônomo era incentivar o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem.

Julgamos ser importante o aluno assumir o controle do seu próprio processo de aprender; a mudança da frase “não entendi nada”, comum nas aulas de Matemática, para “eu não entendo essa passagem”, pode ser um indicativo de que o aluno começa a se perceber como um ser que possui particularidades ao aprender, o que entendemos como um sinalizador do processo inicial de desenvolvimento da metacognição.

O segundo momento foi conduzido em pequenos grupos e compreendeu três fases:

- 1) Elaboração de uma lista de exercícios feita em grupo;
- 2) Resolução da lista de exercícios propostos por outro grupo;
- 3) Correção da lista elaborada na primeira fase e resolvida na segunda fase, pelo grupo proponente da lista.

Após o estudo do material, os alunos se agruparam para a elaboração de uma lista de exercícios. A resolução da lista era feita por outro grupo e a lista resolvida retornava ao grupo original, para a correção e atribuição de uma nota, a critério do grupo formulador.

A dinâmica previu dois tipos de experiências: 1) dos estudantes enquanto alunos, envolvidos na aprendizagem de um conteúdo, cientes das dificuldades inerentes a esse processo; 2). dos professores em formação, aprendendo a atuar como um professor que planeja uma atividade para seus alunos e depois avalia.

Dessa forma, os futuros professores puderam vivenciar uma situação similar ao que Schön (2000) descreve como um ambiente favorável para o ensino prático:

Uma aula prática é um ambiente projetado para a tarefa de aprender uma prática. Em um contexto que se aproxima de um mundo prático, os estudantes aprendem fazendo, ainda que sua atividade fique longe do mundo real do trabalho. (SCHÖN, 2000, p. 40)

Ainda nesse momento de simulação da atuação docente, os alunos puderam vivenciar algumas das fases descritas por Artz e Armour-Thomas (2002):

- 1) A fase pré-ativa no momento de preparação da lista. Ao responder a perguntas como “Quais exercícios utilizar?” e “Quais são os meus objetivos com o uso desses exercícios?”, cada grupo pode vivenciar a atividade de planejamento exercida pelo professor;
- 2) Já a fase pós-ativa pode ser vivida no momento de devolução da atividade. Ao corrigir os exercícios podem avaliar se os mesmos foram adequados e quais os erros cometidos. Através de um procedimento cíclico, as análises feitas nessa fase alimentam uma nova fase pré-ativa que visa corrigir o que de errado foi visto anteriormente.

Não ficou muito evidente que os alunos vivenciassem a fase interativa, enquanto professores em formação. Entretanto, podemos perceber que, empenhados em resolver a lista de atividades que a eles foi designada, vivenciaram a fase como alunos.

Alguns resultados

Durante toda a atividade, que compreendeu duas aulas e da qual participaram 15 estudantes, os grupos permaneceram fixos. Para facilitar a análise optamos por numerar os grupos:

- Grupo 1: Carolina, Maitê e Marcelo;
 Grupo 2: Rita, Cíntia e Cássio;
 Grupo 3: Cíntia, Wilson e Alberto;
 Grupo 4: Antônio, Leandro e Letícia.
 Grupo 5: Pedro, Victor, Gisele e Aparecida.

A título de esclarecimento, os exercícios da lista elaborada pelo grupo podiam ser escolhidos ou adaptados de listas presentes em textos didáticos, que, por sua vez eram escolhidos pelos alunos e usados como material de apoio.

O Grupo 1, usando como bibliografia de apoio o livro Matemática - Ensino Médio, de Kátia Stocco Smolle e Maria Ines Diniz, montou uma lista de cinco exercícios, dentre os quais destacamos um que propunha:

$$\text{Calcule } i^{236} + i^{549} + i^{526} + i^{888}$$

Objetivo apontado: Verificar se o aluno generalizou que após i^4 as potências de i começam a se repetir de 4 em 4.

Apesar da redação confusa do objetivo do exercício, podemos observar a preocupação que os alunos expressavam com a questão das potências de i . O objetivo apontado pode revelar também uma descoberta própria do grupo, algo que os componentes gostariam que outros grupos conhecessem. Assim, a experiência é, por um lado cognitiva, trabalhar um novo conteúdo, e a reflexão sobre o ato de montar uma lista pode ser interpretada como uma experiência metacognitiva.

Lamentamos que, no segundo momento, o grupo não tenha aprofundado o trabalho de correção do exercício. O grupo 5, que resolveu esse exercício, cometeu um erro que foi apontado, mas que não foi comentado. Nossa proposta era que, em caso de erro, o grupo responsável pela confecção e correção comentasse o erro e também apontasse um encaminhamento de trabalho para a revisão do tópico. Esse trabalho, conduzido por completo, contemplaria as fases de planejamento, interação e revisão (ARZTZ e ARMOUR-THOMAS, 2002). Da maneira como o grupo terminou a atividade, entendemos que a etapa de revisão ficou incompleta: percebe-se o erro cometido, mas não se atua sobre o mesmo, de modo a propor soluções para o problema detectado.

Em um outro exercício o Grupo 1 solicitava:

Resolva, em \mathbb{C} , a equação e represente suas raízes no plano complexo:

$$2x^2 - 6x + 5 = 0$$

Objetivo: Resolver equação do 2º grau cuja solução não é real.

Entendemos que o Grupo 1 foi bastante feliz na escolha desse exemplo. Se recordarmos o trabalho normalmente proposto em nossas escolas de ensino fundamental, é comum encontrarmos alunos que afirmam que uma equação do segundo grau não possui raízes quando o discriminante, normalmente chamado delta, é negativo. Assim, quando o grupo propõe a retomada da equação do segundo grau, trabalhando com um discriminante negativo, abre-se a possibilidade de revisitar um conteúdo de forma a se entender, de fato, que uma equação do

segundo grau possui duas raízes, desde que seja considerado como conjunto universo o campo complexo.

Ainda sobre o exercício, a nota de ressalva, se assim podemos considerar, é o pedido que as raízes sejam representadas no plano complexo. Trata-se de uma ressalva no sentido de que o pedido não se enquadrava no material fornecido, algo que talvez pudesse representar um obstáculo para os alunos. Mas, também entendemos que esse pedido dos autores, mesmo que não intencionalmente, pode representar uma contribuição para os alunos que deveriam resolver a lista, já que eles estariam diante de um problema.

Essa ideia, de colocar os alunos frente a um conteúdo novo e que deveriam explorar de uma maneira autônoma, encaixa-se perfeitamente em nossa proposta de desenvolvimento metacognitivo. Entendemos que na prática cotidiana de um professor o uso de um desafio deve estar presente na sala de aula. Mas um desafio deve ser dosado, como propõem Polya (1995) e Schoenfeld (1987), de modo a atingir dois pontos básicos: ser motivador o suficiente para que os alunos sintam-se capazes de resolvê-lo e ser capaz de promover uma evolução do conhecimento desse aluno.

O Grupo que resolveu a lista conseguiu acertar todo o exercício, o que pode demonstrar, ou que o grupo já conhecia o assunto, ou que aceitou o desafio e buscou trabalhá-lo de modo independente

O Grupo 2 trabalhou com o livro Fundamentos da Matemática Elementar, de Gelson Iezzi, e um dos exercícios propostos foi o seguinte:

Identifique a parte real (Re) e a parte imaginária (Im) de cada um dos seguintes números complexos:

a) $4 + 5i$; b) $3i + 3$; c) $-7 - i$; d) $-\frac{1}{4} + \frac{1}{2}i$; e) $\frac{-2 + 5i}{2}$; f) $-8i$

Conhecendo um pouco os alunos componentes do grupo, como professor da turma, é possível perceber que a escolha reflete bem que esses alunos montaram a lista pensando em si mesmos. Dois deles, Rita e Cássio, solicitaram o estudo desse conteúdo, alegando que jamais o haviam estudado. Assim, ao proporem esse exercício, cremos que eles o utilizaram para a própria aprendizagem desse conteúdo.

Os alunos do Grupo 4, responsáveis pela resolução da lista que o Grupo 2 propôs, conseguiram, em seis pontos, um total de 3,9. Os erros cometidos foram dois: um erro de multiplicação e a não resolução de um produto notável. Mas o que desperta a atenção é a correção que os alunos do grupo 2 fizeram. O Grupo 4 respondeu corretamente que a parte imaginária do número $4 + 5i$ é 5; o Grupo 2, responsável pela resolução, considerou a resposta incorreta, indicando que o correto seria $5i$, cometendo um erro conceitual. Constatamos, assim, a importância de propiciar nos cursos de aperfeiçoamento e capacitação a revisão de conceitos matemáticos. Além disso, a atuação de um professor supervisor tornou-se fundamental, como nesse caso.

As demais listas apresentam exercícios similares aos que destacamos, com objetivos bem parecidos. De modo geral, os grupos pareciam preocupados com a fixação de alguns conceitos básicos, como a identificação das partes real e imaginária, e com alguma possibilidade de aplicação, casos em que a equação de segundo grau foi bastante empregada. Apesar de todos os

grupos terem feito a correção das tarefas, nenhum deles indicou o tipo de trabalho a ser feito para corrigir os erros encontrados. Em nosso entendimento, esse processo de análise dos erros poderia representar uma etapa marcante no trabalho de reflexão e atuação profissional, mas infelizmente essa não foi realizada a contento pelos participantes. Tomamos o cuidado para que, nas atividades seguintes, os alunos estivessem atentos aos erros cometidos e ao tratamento que davam a eles.

Algumas reflexões sobre a atividade

A pesquisa relatada procura trazer contribuições à formação do professor de Matemática. Especificamente, volta sua atenção para uma possibilidade de trabalho envolvendo o desenvolvimento dos processos de autorregulação e reflexão dos participantes.

O conceito de metacognição é um elemento central que reforça essa característica da pesquisa. Conhecer-se, de um ponto de vista metacognitivo, significa perceber-se, reconhecendo limites e possibilidades em termos de aprendizados e saberes.

Durante o processo de estudos para o desenho da pesquisa, a reflexão surgiu como uma opção a mais nesse processo de desenvolvimento. Ao sugerirmos diferentes atividades que utilizassem os tipos de reflexão propostos por Schön (2000), buscávamos reforçar o caráter de autoconhecimento – em termos de cognição e saberes próprios – que o curso possuía.

Enquanto pesquisadores, pudemos também vivenciar três etapas na condução do trabalho, relacionadas às três fases da formação de professores, propostas por Artz e Armour-Thomas (2002). Assim nos envolvemos primeiramente na seleção e/ou elaboração do material a ser utilizado com os alunos (fase pré-ativa), em que o que se pretendia era a reflexão para a ação, entendida como reflexão sobre a ação a ser realizada, ou seja, uma reflexão sobre a ação de um ponto de vista prospectivo. Numa segunda etapa (fase interativa), a reflexão pretendida foi a reflexão-na-ação conduzida pelo professor e pela orientadora, imediatamente após a ação, com o objetivo de tomada de decisão do tipo de atividade a ser aplicada na aula seguinte. A terceira etapa (fase pós-ativa), conduzida no ano seguinte à condução da disciplina, consistiu na reflexão sobre a reflexão-na-ação, uma análise detalhada do curso e de cada atividade, a partir dos objetivos de formação metacognitiva que pretendíamos.

Para futuras pesquisas, uma questão, ainda ligada à metacognição, desperta intensamente nossa curiosidade: como seria conduzir um curso como o proposto em uma turma de Ensino Médio? Sabemos que muitas ações que realizamos deveriam ser repensadas, adaptadas para esse nível. Mas cremos que um trabalho com essas características, adaptado a esse nível de ensino, possibilitaria uma experiência estudantil significativa para aqueles que estivessem diretamente envolvidos. Entretanto, pensamos que nossa crença carece de uma comprovação, demandando uma pesquisa que pode ser realizada no futuro.

Referências bibliográficas

- ARTZT, Alice F., ARMOUR-THOMAS, Eleanor. A Cognitive Model for Examining Teacher's Instructional Practice in Mathematics: A Guide for Facilitating Teacher Reflection. *Educational Studies in Mathematics*, 1999.
- ARTZT, Alice F., ARMOUR-THOMAS, Eleanor. Becoming a Reflective mathematics Teacher. *A Guide for Observations and Self-Assessment*. Lawrence Erlbaum, 2002.
- DANTE, Luiz Roberto. *Matemática – contexto e aplicações*. 2. ed. São Paulo, Ática, 2004.

- FERREIRA, Ana C. Metacognição e desenvolvimento profissional de professores de Matemática: uma experiência de trabalho colaborativo. 2003. 368 p. Tese (Doutorado) – *Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação*, Campinas.
- FLAVELL, John H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, [SI], v. 34, n. 10, p. 906 – 911, Oct 1979.
- FLAVELL, John H. Speculations About the Nature and Development of Metacognition. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. (Orgs.) *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1987, p. 1 - 16.
- FROTA, M. C. R. Estratégias Metacognitivas de Aprendizagem Matemática. In: *Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisas em Educação*, 24ª, 2001, Caxambu. Anais... Rio de Janeiro: ANPED, 2001. Disponível em <http://www.anped.org.br/reunioes/24/T1913259897533.doc> Acesso em 20 de setembro de 2007.
- IEZZI, Gelson *et al.* Matemática – ciência e aplicações. 4. ed. São Paulo, Atual, 2006.
- MOREIRA, Plínio C., DAVID, Maria M. M. S. *A formação Matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- OLIVEIRA, Isolina; SERRAZINA, Lurdes. A reflexão e o professor como investigador. In: GTI – Grupo de Trabalho de Investigação (org.) *Reflectir e Investigar sobre a Prática Profissional*. Portugal: APM, 2002, p. 29 – 42.
- PAIVA, Maria A. V. O professor de Matemática e sua formação: a busca da identidade profissional. In: NACARATO, Adair M.; PAIVA, Maria A. V. (orgs.) *A formação do professor que ensina Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 89 – 112.
- PONTE, João P. A vertente profissional da formação inicial de professores de Matemática. *Educação Matemática em Revista*, São Paulo, Ano 9, n. 11ª, p. 3 - 8, abril 2002.
- SANTOS-WAGNER, V.M.P. Matemática: conhecimento, concepções e consciência metacognitiva de professores em formação e em exercício. In *Anais do Seminário Internacional, Instituto de Matemática / Universidade Federal do Rio de Janeiro*, 1995, p.117-133.
- SCHÖN, Donald A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 256 p.
- SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *EUA: Educational Research*, 1986. v. 15(2) p. 4 – 14.
- SZTAJN, Paola. O que precisa saber um professor de Matemática? Uma revisão da literatura americana dos anos 90. *Educação Matemática em Revista*, São Paulo, Ano 9, n. 11ª, p. 17 - 28, abril 2002.
- TARDIF, Maurice. *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 5 ed. Petrópolis – RJ, Vozes, 2002.