



## Abordagem Investigativa em Aulas de Matemática: Princípios Balizadores para Ações de Formação de Professores

### I Investigative Approach in Mathematics Classes: Guiding Principles for Teacher Training Actions

Denise Knorst da Silva<sup>1</sup>

David Antônio da Costa<sup>2</sup>

#### RESUMO

Este estudo integra uma pesquisa de doutoramento cuja temática é a abordagem investigativa em aulas de Matemática. O objetivo é explicitar princípios para uma ação de formação de professores orientada para a compreensão dessa abordagem e investigar a relação desse construto na mobilização do conhecimento matemático para o ensino. A metodologia tem por referência o exercício da prática reflexiva pela pesquisadora/formadora sobre processos formativos de sua trajetória profissional e se desenvolve pela revisão bibliográfica sobre temas relacionados às investigações e aos conhecimentos matemáticos para o ensino. Sustenta-se que ações de formação com base nos princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática podem mobilizar a constituição de conhecimento matemático para o ensino. Esses princípios têm a atenção sobre: i) concepções sobre ensino e aprendizagem de Matemática; ii) propósitos da abordagem investigativa; iii) posturas investigativas dos sujeitos; iv) gestão investigativa do trabalho pedagógico; v) avaliação na perspectiva investigativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Formação de Professores. Abordagem investigativa. Conhecimento Matemático para o Ensino. Educação Matemática.

#### ABSTRACT

This study integrates a PhD research whose theme is the investigative approach in mathematics classes. The objective is to explain principles for a teacher education action oriented to the understanding of this approach and to investigate the relationship of this construct in the mobilization of mathematical knowledge for teaching. The methodology has as reference the exercise of reflective practice by the researcher / trainer about formative processes of her professional career and is developed by the bibliographical review on themes related to research and mathematical knowledge for teaching. It is argued that principles-based training for an investigative approach in mathematics classes can mobilize the constitution of mathematical knowledge for teaching. These principles focus on: i) conceptions of mathematics teaching and learning; ii) purposes of the investigative approach; iii) investigative postures of the subjects; iv) investigative management of pedagogical work; v) evaluation from the investigative perspective.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Erechim/RS. [denise.silva@uffs.edu.br](mailto:denise.silva@uffs.edu.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis/SC. [david.costa@ufsc.br](mailto:david.costa@ufsc.br).

**KEYWORDS:** Teacher Training. Investigative approach. Mathematical Knowledge for Teaching. Mathematical Education.

### Uma conversa inicial

Nas últimas décadas, a Educação Matemática tem disseminado metodologias de ensino que se diferenciam das formas tradicionais, cuja ênfase está na exposição do conteúdo pelo professor e da resolução de exercícios pelos alunos. Dentre essas metodologias diferenciadas estão aquelas pautadas num fazer investigativo, a exemplo das investigações matemáticas, e que têm sido pesquisadas quanto à forma de integração na formação de professores e na prática das salas de aula.

Alguns resultados de pesquisa evidenciam dificuldades dessa integração. Nessa direção, os autores Wichnoski e Klübler (2016), em suas reflexões acerca da formação de professores sob a perspectiva das investigações matemáticas, destacam a necessidade de extrapolar a experiência com o “fazer Investigação Matemática”, em direção a um fazer permanente que se refaz constantemente na ação, e para o qual se impõe a necessidade de reflexão, enquanto objeto de estudo da prática e, portanto, ao fazer inclui-se o (re)fazer.

Essa questão das dificuldades de integração de metodologias investigativas na prática docente motivou a pesquisa de doutorado de Silva (2018), autora deste artigo, cuja investigação se deu sobre a busca de um construto teórico-prático da abordagem investigativa como orientador de ações de formação de professores e como potencializador da integração de metodologias investigativas no ensino de Matemática. A pesquisa se desenvolveu sobre uma ação de formação na perspectiva de favorecer reflexões e (re)construções de conhecimento pelo professor sobre/na/para suas práticas de ensino.

O presente estudo é um recorte da referida pesquisa e visa a explicitação da abordagem investigativa em aulas de matemática e dos princípios para uma ação de formação de professores nessa perspectiva. A questão norteadora do estudo pode ser sintetizada por: quais princípios são relevantes em ações de formação de professores para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática e para a mobilização do conhecimento matemático para o ensino?

A questão suscita dois olhares, fortemente articulados, sobre a abordagem investigativa: a) a abordagem investigativa em aulas de Matemática – com ênfase no próprio construto teórico-prático, pela caracterização do trabalho do professor em sala de aula quando orientado

por metodologias investigativas; b) abordagem investigativa na formação de professores – com ênfase nos princípios que orientam ações de formação de professores que objetivam a compreensão da abordagem investigativa e a sua integração na prática.

A seguir, apresenta-se o texto que está estruturado em três partes: i) possibilitar ao leitor um entendimento da abordagem investigativa, pela apresentação do construto teórico-prático feito em Silva (2018); ii) discutir os princípios balizadores para ações de formação de professores na abordagem investigativa, que tem por referência os pressupostos do exercício da prática reflexiva e a revisão bibliográfica na literatura da Educação Matemática desenvolvidos pela pesquisadora; iii) analisar possibilidades de mobilização de conhecimentos matemáticos para o ensino mediante a aproximação teórica dos princípios balizadores e da teoria do conhecimento matemático para o ensino de Débora Ball e pesquisadores (2008).

### **O construto teórico-prático da abordagem investigativa em aula de Matemática**

A abordagem investigativa em aulas de Matemática, no contexto da pesquisa desenvolvida, se coloca como um construto teórico-prático norteador da prática do professor que se propõe à prática com metodologias investigativas. A ênfase está em eleger elementos que possibilitem compreensões dessa abordagem pelos professores, em um processo de reflexão e mobilização de conhecimentos matemáticos para o ensino.

A busca desses elementos para o construto abordagem investigativa em aulas de Matemática pressupõe a reflexão sobre o que é relevante, para o professor, ao planejar e desenvolver suas aulas de Matemática de modo que extrapolem padrões convencionais de aulas expositivas, ou de resolução de exercícios, ou seja, considera a necessidade da reflexão sobre questões como: que aspectos são prioritários para que sua abordagem de ensino seja considerada investigativa? O que precisa ser valorizado pelo professor? Qual a característica da tarefa? Qual será o papel do aluno no processo de aprendizagem? Qual será o papel do professor? Como se caracteriza a comunicação entre os sujeitos? Essas questões, a exemplo de outras que poderão ser consideradas, estão relacionadas à complexidade da prática com metodologias investigativas e podem gerar reflexões e construção de conhecimentos em uma ação de formação de professores organizada com essa orientação.

O exercício da prática reflexiva pela pesquisadora, tomando ações de formação de professores desenvolvidas ao longo da sua trajetória profissional, atuando com metodologias investigativas, no planejamento de ações formativas motivadas também por questões como as

acima, bem como a pesquisa com temáticas investigativas, legitima a proposição dos seguintes elementos para a abordagem investigativa em aulas de Matemática: tarefa investigativa, atividade matemática investigativa, comunicação pelo diálogo.

A abordagem investigativa em aulas de matemática com ênfase na sua caracterização foi foco de outros estudos da pesquisadora (SILVA; COSTA, 2018; 2019), nos quais foi discutida a relevância do reconhecimento dessa abordagem, especialmente para a tomada de consciência de sua complexidade didático-pedagógica e implicação para sua compreensão. Esses estudos, sem a pretensão de criar novos conceitos, etapas/momentos ou definições para ações didáticas relacionadas às investigações, foram desenvolvidos a partir da aproximação de referenciais da literatura da Educação Matemática relacionados ao tema em questão – investigar em matemática. O detalhamento da revisão teórica que conduziu a caracterização da abordagem investigativa em aulas de Matemática foi feito em Silva (2018), nesse estudo é apresentada somente a síntese que segue:

- i) *tarefas investigativas*, entendidas como situações ou problemas abertos, por isso menos estruturadas e que permitem a resolução por diferentes caminhos, na busca por uma das suas soluções;
- ii) *atividade matemática investigativa*, conjunto de processos mobilizados pelo aluno para aprendizagem pelo fazer e pensar matematicamente, que envolve investigar relações e elaborar questionamentos, pela conjecturação, argumentação e fundamentação de ideias e conclusões;
- iii) *comunicação como diálogo*, em que prevalecem atos dialógicos como forma de interação entre professor e alunos, engajados em um processo que visa à aprendizagem e que por isso valoriza a participação ativa do aluno, compartilhando e discutindo ideias.

Diante da definição desses elementos, entende-se que a prática do professor de Matemática que adota a abordagem investigativa é constituída por tarefas investigativas que promovem o desenvolvimento da atividade matemática investigativa e que possam estabelecer uma comunicação na perspectiva do diálogo entre professor e alunos. A ênfase sobre essa abordagem na ação de formação de professores tem o propósito de promover reflexões e mobilizações de conhecimentos sobre a prática docente, considerando a complexidade, as implicações pedagógicas, as dificuldades e as potencialidades relacionadas ao fazer, como fazer e porque fazer mediado por metodologias investigativas.

Na sequência, a ação de formação de professores será considerada na perspectiva do desenvolvimento profissional e do professor reflexivo. Os princípios balizadores serão

discutidos para essa ação pela reflexão sobre a prática e pela revisão teórica, com o objetivo de promover a compreensão da abordagem investigativa pelo professor mediante reflexões e (re)elaborações da sua prática.

### **Construindo os princípios para uma ação de formação de professores na e para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática**

Os aportes teóricos da formação de professores, que sustentam o estudo, estão na perspectiva do professor reflexivo e desenvolvimento profissional (SCHÖN, 1983; NÓVOA, 1992; ZEICHNER, 1995; PERRENOUD, 1993; GARCIA, 1999, entre outros). Nesse viés, a defesa é do processo de aprendizagem da docência em interação com o contexto profissional, no qual o professor, de forma individual e coletiva, se coloca como agente da sua formação, numa atitude permanente de reflexão e indagação, investigando e buscando soluções para problemáticas que promovam compreensões e que possam gerar mudanças na prática docente.

Essa concepção, que valoriza a reflexão em ações coletivas do professor sobre a sua prática e o questionamento sobre ela, é referência da ação de formação na e para a abordagem investigativa em aulas de Matemática, esta que precisa considerar aspectos - princípios balizadores - do processo reflexivo e investigativo necessários à compreensão da abordagem investigativa pelo professor.

A construção dos princípios balizadores da ação de formação de professores para a abordagem investigativa considera a problemática do distanciamento entre ações de formação de professores pautadas em metodologias investigativas e a integração dessas na prática do professor. O indicativo é para uma maior articulação entre as ações e processos de formação de professores e os estudos e pesquisas na área da Educação Matemática.

O ponto de partida dessa construção é o exercício da prática reflexiva, ou seja, as ações de formação da trajetória profissional da pesquisadora/formadora constituem um arcabouço para análise e para a sinalização de aspectos relevantes a novas propostas. Dessa forma, a reflexão sobre ações de formação com metodologias investigativas revela aspectos que podem ser considerados em novas ações de formação na perspectiva investigativa, a saber:

I- o professor de Matemática, ou futuro professor, em processo de formação, quando é convidado a utilizar uma metodologia de ensino, “nova” para ele ou não, investigativa ou não, a utiliza na mesma concepção de ser professor de Matemática que defende/construiu. A questão

que se coloca é sobre a atenção, a influência dessa *concepção de ensinar e aprender Matemática* sobre a prática desse professor;

II- os passos/momentos/fases que constituem uma metodologia de ensino, durante o processo de formação, de algum modo são o foco da atenção do professor (aprendizagem), direcionando a ênfase da ação de formação para o “como fazer”; dessa forma, o “porque fazer” e “para que fazer”, no sentido de entender os propósitos da utilização de metodologias investigativas – *propósitos da abordagem investigativa*, ainda precisam de um espaço específico na formação;

III- a postura do professor, conduzindo o processo de ensino e orientando a aprendizagem, assumindo determinados papéis na interação com os alunos, tende a não sofrer mudanças ainda que diante de metodologias investigativas, ou seja, muitas vezes, o professor utiliza uma “nova” metodologia sem mudar de postura ou possibilitar mudança na participação do aluno. O questionamento é sobre o papel dos sujeitos no processo de ensino e de aprendizagem e a necessária *postura investigativa* do professor e dos alunos em atenção a determinados propósitos educacionais;

IV- a organização da sala de aula - tempos, orientações, questionamentos, sistematizações, formalizações, avaliação - se apresentam sob nova perspectiva na utilização de metodologias investigativas, no entanto, sua relevância, muitas vezes, não é reconhecida pelo professor ou, quando reconhecida, é de difícil condução. A atenção ao aspecto da *gestão investigativa do trabalho pedagógico* coloca-se como uma questão relevante;

V- a forma de avaliação, no contexto de metodologias investigativas, sofre questionamentos em ações de formação de professores, com manifestações acerca de como realizar uma *avaliação na perspectiva investigativa*.

Esses aspectos, oriundos da prática docente com metodologias investigativas e da reflexão sobre essa prática, podem ser tomados como *uma* forma ou caminho para planejamento de ações de formação para a abordagem investigativa em aulas de Matemática. O planejamento de uma ação de formação de professores apresenta essa característica da autoria, e acontece a partir das experiências quando tomadas para reflexão. Assim, os aspectos enumerados podem se traduzir em princípios balizadores da ação de formação, ou seja, o formador assume as tarefas de planejar, organizar, desenvolver, refletir e avaliar a ação de formação de professores na e para a abordagem investigativa.

Contudo, com o propósito de desenvolver uma ação de formação de professores que possibilite a compreensão da abordagem investigativa em aulas de Matemática, pela reflexão e

mobilização de conhecimentos sobre a prática docente, argumenta-se pela atenção do professor formador sobre princípios balizadores. O entendimento é que tais princípios favoreçam uma ação com a ênfase na reflexão sobre a ação de fazer, sobre todo o processo pedagógico, sobre as implicações, possibilidades e dificuldades para os sujeitos, num olhar sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática no contexto investigativo.

Os princípios, sistematizados da prática da pesquisadora e formadora, serão tomados para análise nesse ensaio teórico, primeiramente para explicitação na ação de formação para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática e, posteriormente, para investigação das possíveis relações com a mobilização de conhecimentos matemáticos para o ensino. Nesse sentido, a opção foi pelo trabalho de Ball, Thames e Phelps (2008), em que os autores sistematizam diversos resultados de pesquisas, obtidos anteriormente pelo grupo liderado por Deborah Ball, na Universidade de Michigan.

### **A formação de professores e a definição de princípios**

Na intencionalidade de defender uma abordagem investigativa para aulas de Matemática, a partir de ações de formação de professores, argumenta-se pela atenção a cinco princípios balizadores para essa abordagem, cuja construção será objeto desse item: *i*) concepção de ensinar e aprender Matemática; *ii*) propósitos da utilização da abordagem investigativa em aulas de Matemática; *iii*) posturas investigativas; *iv*) gestão investigativa do trabalho pedagógico; *v*) avaliação investigativa.

#### *Concepção de ensinar e de aprender Matemática*

A ação de formação de professores, além de partir das experiências dos professores e das suas práticas de sala de aula, precisa considerar as suas concepções sobre como ensinar e sobre como aprender Matemática, ou seja, a clareza sobre essas concepções do professor e da sua influência na prática docente são relevantes ao planejamento da ação.

Alguns pesquisadores defendem que as concepções sobre ensino permeiam a construção da identidade profissional do professor de Matemática e que influenciam a sua prática. Para Thompson (1997), uma concepção é uma construção processual e temporal acerca das coisas, em que os elementos que a caracterizam se relacionam com um emaranhado de significados. Essa autora defende que as concepções do professor constituem uma “filosofia particular”, relacionando esses significados, filtrando e formatando seus pensamentos e suas ações.

Guimarães (1988) atribui ao termo filtro um modo próprio de olhar o mundo, a Matemática nesse caso específico, a sua aprendizagem e o seu ensino.

Thompson (1997) considera, ainda, que as concepções apresentam um duplo papel na interpretação e na condução das situações de ensino – “interação” e “mediação”. O papel da interação é visualizado quando as concepções interagem com os fatores situacionais de forma a reforçar ou atenuar os seus efeitos na ação do professor, conforme seja mais ou menos compatível com esses fatores, ou seja, em se tratando de metodologias de ensino, as concepções podem influenciar deixando o professor mais ou menos receptivo a elas. A mediação surge na relação entre o professor e a situação como que se interpondo entre um e outra, interferindo, assim, no modo como o professor a percebe e a interpreta. Segundo Thompson (1997):

A percepção que o professor tem da situação [que enfrenta], elaborada através do filtro das suas concepções, dará origem a expectativas consideravelmente bem estabelecidas, embora inconscientes, relativamente a situações que venham na sua sequência (apud GUIMARÃES, 1988, p. 82).

Daí a atenção sobre essas concepções, promovendo formas de conhecê-las e de conduzir o professor à reflexão sobre elas, será essencial na ação de formação de professores para a abordagem investigativa. Entende-se esse princípio, da concepção de ensinar e aprender Matemática, como uma forma de questionamento que integra o planejamento da ação de formação, mobilizando os professores para reflexões acerca das suas concepções de ensino e de aprendizagem, em resposta a questões relacionadas a: como ensino Matemática? Como acredito que o meu aluno aprende Matemática? Quais as principais características da minha prática de ensinar? Que elementos da minha postura docente considero potenciais para ensinar Matemática? Que elementos da postura do aluno nas aulas considero que contribuem para a aprendizagem?

A reflexão sobre essas e outras questões pode ocorrer a partir do relato sobre situações desenvolvidas pelo professor em sua prática, com socializações mediadas pelo questionamento no coletivo, bem como a troca de experiências e a possibilidade de analisar episódios de sala de aula elaborados a partir da caracterização da abordagem investigativa. Ou seja, partindo-se da reflexão e de questionamentos acerca da prática do professor, consideram-se suas concepções, num processo de problematização que é potencializado pela caracterização da abordagem investigativa em aulas de Matemática.

Contudo, entende-se que a ação de formação de professores para a abordagem investigativa é influenciada por concepções de ensino e de aprendizagem de Matemática do



professor. Além disso, conhecê-las e refletir sobre elas é fundamental quando se pretende mobilizar conhecimentos sobre a prática docente.

### *Propósitos da abordagem investigativa*

A possibilidade de um ensino de Matemática sob novas perspectivas metodológicas e da aprendizagem dos alunos, muitas vezes, direcionam o foco das ações de formação e os anseios dos professores para estratégias de ensino que possam de alguma forma atrair a atenção dos alunos e oportunizar a aprendizagem, a exemplo das metodologias investigativas.

Nessa busca, por vezes, o foco das ações está em compreender como implementar essas metodologias investigativas, sendo a atenção reduzida aos passos/momentos/fases que constituem esse fazer. A complexidade do trabalho pedagógico com tais metodologias, muitas vezes não merece a devida atenção e não contempla discussões e compreensões quanto aos propósitos educacionais associados a esse processo e a sua importância em processos de aprendizagem dos alunos.

Esse princípio, propósitos da abordagem investigativa, que envolve compreensões quanto ao *porque investigar* e *para que investigar*, ainda que articulado a fase do como implementar ou fazer, é entendida de especificidade relevante à ação de formação de professores por contemplar as implicações e possibilidades pedagógicas dessa abordagem. Ou seja, entende-se como necessária a construção de uma argumentação pelos professores acerca da relevância dessa abordagem, afinal, em muitos casos envolve a (re)elaboração de concepções de aprendizagem do professor.

A argumentação quanto aos propósitos para a adoção da abordagem investigativa pode se dar a partir de fontes teóricas das investigações matemáticas, uma vez que essas fontes fundamentam a própria abordagem. Ou seja, os argumentos podem ser construídos pelos professores ao refletirem sobre a prática pedagógica com tarefas investigativas que oportunizam atividade matemática numa relação de ensino e de aprendizagem pautada pela comunicação, pelo diálogo entre os sujeitos.

De modo geral, os argumentos para a utilização das investigações matemáticas em aulas se relacionam ao desenvolvimento do pensamento matemático pelo aluno, a realização de atividade matemática pelo aluno, à reflexão crítica, ao desenvolvimento de capacidades de comunicação, perseverança, curiosidade e interesse, à argumentação e produção de significados

para a Matemática, entre outros. O leitor pode encontrar em Silva (2018) uma argumentação mais detalhada quanto aos propósitos da abordagem investigativa.

Contudo, na ação de formação de professores orientada para a abordagem investigativa há que valorizar os propósitos de uma prática docente sob essa orientação, destacando os argumentos em favor da aprendizagem do aluno, das capacidades desenvolvidas, do diferencial na formação do aluno, das potencialidades. Ou seja, é importante atentar aos aspectos formativos e pedagógicos da abordagem investigativa, para além do como investigar, favorecendo outros olhares sobre suas potencialidades, podendo contribuir com reflexões quanto ao ensino e a aprendizagem nessa perspectiva e ao entendimento acerca do por que e para que investigar.

### *Postura investigativa dos sujeitos*

A prática docente orientada pela abordagem investigativa apresenta características diferenciadas quanto aos papéis dos sujeitos (professor e aluno) no processo de ensino e de aprendizagem. No desenvolvimento de uma tarefa investigativa – elemento integrante da abordagem investigativa, por exemplo, o professor é chamado a intervir em diversas situações, sendo solicitado pelos alunos na validação de suas ideias, ou na certificação do caminho a seguir na investigação.

Nesses, e outros momentos que possam surgir, há necessidade de uma preparação do professor para o incentivo aos alunos à superação de bloqueios e dificuldades, com o cuidado para que a autoria do processo de investigação permaneça com o aluno. Para tal, a postura investigativa do professor é de extrema importância, com uma atitude questionadora perante as solicitações dos alunos a fim de permitir a eles confirmar ou não suas conjecturas, convidando-os para descobrir relações entre conceitos, levantar hipóteses, testar conjecturas e propor questões.

Nesse contexto, a comunicação entre os alunos precisa ser estimulada pelo professor e, num processo de mediação, os alunos conduzidos para uma síntese de suas ideias, fazendo com que estes apresentem os resultados e argumentações dos principais resultados de todo o processo da investigação realizada.

No trabalho de Ponte (2003, p. 46), é relatada a questão da confiança do professor relativamente às investigações matemáticas. Para ele, esse problema se coloca em dois planos: “ao lidar matematicamente com este tipo de atividade e ao gerir a situação de ensino-

aprendizagem na sala de aula”. Segundo o autor, no desenvolvimento do trabalho investigativo, pretende-se que os alunos adquiram uma atitude investigativa. Para tal, a característica das aulas deve centrar-se na atividade dos alunos e num ambiente de envolvimento e estímulo ao pensar, ao questionamento, fatores que contribuem para o sucesso da tarefa. Nesse ambiente, diferente de outros em que é considerado o agente centralizador do processo de ensino e aprendizagem, o professor assume o papel de coordenador e mediador do processo.

Em ambientes investigativos, de abordagem investigativa, o professor tem um papel determinante no levantamento de propostas de investigação e na condução de aulas em que os alunos se empenham nesse tipo de atividade. O estudo de Ponte *et al.* (1998) indica que o professor é chamado a desempenhar seis papéis fundamentais numa aula em que os alunos realizam atividades de investigação. Um deles é pensar matematicamente “em frente” aos seus alunos, de modo a mediar a atividade. Dois outros papéis são fornecer informação e promover a reflexão. Os três papéis restantes são desafiar os alunos, apoiá-los e avaliar o seu progresso. O professor exerce papel de orientador da atividade, o decorrer da aula depende, em grande parte, das indicações que fornece sobre o modo de trabalhar e do tipo de apoio que presta no desenvolvimento das investigações.

Para Fiorentini, Fernandes e Cristóvão (2006), o uso de tarefas investigativas na sala de aula de Matemática pode colaborar para o ensino, não se perdendo de vista a função do professor no processo de investigação. Como atores fundamentais do processo educativo, são de extrema relevância ao êxito das atividades as atitudes do professor, manifestadas em relação às atividades de investigação matemática, o seu conhecimento profissional sobre essa atividade, a importância que atribui a ela, o estilo e condução do trabalho influenciam no sucesso dessa atividade em termos do envolvimento dos alunos.

A utilização de investigações matemáticas em aulas, sem a devida atenção à postura dos sujeitos, pode implicar no ato de investigação pelo professor, ou seja, o professor “faz a investigação”, utilizando uma tarefa com grande potencial investigativo sem que atinja o objetivo esperado. A atenção ao princípio da postura investigativa pelos sujeitos, professor e aluno, cuja construção se dá pela ruptura de práticas consolidadas num fazer pedagógico em que o professor “dá aulas” e em que a postura do aluno é a de ouvinte.

Essas posturas investigativas, do professor e do aluno, estão implicadas com a comunicação como diálogo, necessária para a abordagem investigativa, ou seja, a comunicação que valoriza a participação ativa do aluno, compartilhando e discutindo ideias, exige uma

interação entre alunos e professor mediante posturas adequadas e que favoreçam o processo de investigação.

Assim, a postura investigativa dos sujeitos é um princípio para a ação de formação de professores, pois está implicada no reconhecimento da especificidade das interações que se estabelecem e como se estabelecem, entre alunos e professor, e na comunicação como diálogo. Dessa forma, esse princípio está relacionado à própria compreensão da abordagem investigativa em aulas de Matemática, uma vez que a comunicação como diálogo é um elemento integrante da caracterização dessa abordagem.

### *Gestão investigativa do trabalho pedagógico*

A adoção de uma abordagem investigativa exige preparação pelo professor, mediante um planejamento que atente para os elementos que caracterizam a abordagem. A começar pela tarefa investigativa, que envolverá um processo de seleção, adaptação ou mesmo construção, com a finalidade de atingir o desenvolvimento matemático dos alunos.

Assim, mais do que uma pesquisa, o professor precisará recorrer à criatividade para dar forma à tarefa, adaptando as situações, reconstruindo as questões da maneira que melhor servir aos seus objetivos. De acordo com alguns autores, (VARANDAS, 2000; BRUNHEIRA, 2000), a capacidade de criar tarefas de investigação para uso em sala de aula é uma habilidade demorada, por isso existe a necessidade de se fazer uma preparação cuidadosa desse tipo de aula. Além de organizar a tarefa, é preciso pensar na estrutura das aulas, por exemplo, o modo de trabalho com os alunos (organização individual ou em grupo) e a opção de materiais a serem utilizados.

Outro desafio para o professor é a condução da tarefa de forma a favorecer a atividade matemática investigativa pelo aluno, promovendo o pensar e o fazer matemática, colocando-o no centro do processo de aprendizagem, sendo coerente com uma visão de que é através de atividades matemáticas intencionais e das experiências vivenciadas que se dá a produção de conhecimento matemático. Esses aspectos constituem uma gestão da sala de aula com especificidade própria da abordagem investigativa, que merece a atenção do professor ao optar por uma prática nessa perspectiva.

Essa gestão exige a colaboração e a cooperação entre professor e aluno e o êxito da investigação está relacionado ao desempenho consciente dos papéis de cada sujeito no processo de ensino e de aprendizagem. O professor, entre outras questões, precisa ter clareza de que os

trabalhos realizados evidenciam um conjunto de cuidados na apresentação da tarefa, na sua interação com os alunos no decorrer da realização e na fase de discussão e partilha de resultados, caracterizando um processo de especificidade própria, uma gestão investigativa da aula.

Enfim, o planejamento é fundamental – não diferente de toda ação pedagógica - contemplando questões quanto à escolha da tarefa, sua condução, sobre os papéis dos sujeitos, sobre avaliação, entre outros. A gestão investigativa do trabalho pedagógico é, então, um princípio para a ação de formação de professores, pois o planejamento e a proposição da tarefa, à condução da atividade matemática, à organização do tempo pedagógico para a investigação, à comunicação entre os sujeitos etc., impõe a necessidade de reconhecer e compreender as características investigativas da abordagem em questão.

#### *Avaliação na perspectiva investigativa*

A avaliação por si só se constitui em um processo complexo, nas diferentes dimensões necessárias ao fazer pedagógico – avaliação da aprendizagem, avaliação do ensino, avaliação no contexto das reflexões e autoavaliações do aluno e do professor, avaliação das estratégias, entre outras. No que tange à prática docente na abordagem investigativa, a complexidade é ainda maior, tendo em vista os elementos que a caracterizam: tarefas investigativas, atividade matemática investigativa e comunicação como diálogo. A avaliação é sobre um processo de natureza aberta, que busca o desenvolvimento do pensar e fazer matemática e a valorização da participação ativa do aluno, compartilhando e discutindo ideias num processo de interação entre alunos e professor.

Nesse contexto, a expectativa é por uma avaliação coerente com essa abordagem, que considere o processo dinâmico que se estabelece a partir da tarefa investigativa, os aspectos relacionados à condução da atividade, as reações e o envolvimento dos alunos, a familiaridade com tais atividades, enfim, considere os fatores que poderão determinar novos encaminhamentos pelo professor, ao observar que as informações foram demasiadas ou insuficientes, que os alunos mostram dificuldades que os impedem de realizar as suas investigações, que há necessidade de o professor incentivar a autoconfiança e a reflexão dos alunos, entre outros.

No percurso da investigação, cabe ao professor dar um retorno aos alunos quanto ao seu desempenho, atendendo a expectativa em ver como está o seu trabalho em relação ao esperado pelo professor, aos objetivos da atividade e a própria avaliação. Do mesmo modo, ao final do

trabalho, é esperado que o professor oportunize um diálogo com os alunos enquanto estes estão executando a atividade e encorajando-os a discutir com outros grupos em sala de aula, numa forma de partilhar o conhecimento produzido, individualmente ou em grupo. Esse aspecto também atribui um caráter diferenciado à avaliação na abordagem investigativa.

A perspectiva de avaliação é investigativa, ou seja, considera a natureza do processo de ensino e de aprendizagem estabelecido, que envolve a investigação, com a valorização de apresentação de resultados, discussões e reflexões sobre o trabalho realizado. As informações para a avaliação são oriundas da atividade matemática investigativa, esperada do aluno, ao participar ativamente da tarefa investigativa em comunicação com os colegas e com o professor, desenvolvendo ações de discussão, questionamento, comprovação de ideias, argumentação, socialização, num trabalho coletivo de partilhar ideias e significar a Matemática. Esse contexto, entendo como profícuo para uma avaliação na perspectiva investigativa - princípio a ser considerado na ação de professores para a abordagem investigativa em aulas de Matemática.

### **Conhecimento matemático para o ensino**

Os estudos de Ball e colaboradores, fundamentados na elaboração teórica de Shulman (1986), referem-se à noção de Conhecimento Matemático para o Ensino. Ball, Thames e Phelps (2008), sem a pretensão de apresentar outra teoria em substituição ao “conhecimento pedagógico do conteúdo” proposto por Shulman, fundamentam esse construto com o objetivo geral de construir uma teoria sobre o conhecimento matemático para o ensino, tomando por base a prática dos professores. Nessa busca, definiram o conhecimento matemático dos professores para o ensino como o conhecimento matemático necessário para realizar as tarefas recorrentes de ensinar Matemática para os alunos.

Os avanços nas pesquisas de Ball, Thames e Phelps (2008) apontaram para a existência de aspectos do conhecimento do conteúdo – além do conhecimento pedagógico do conteúdo – a serem descobertos, mapeados, organizados e incluídos nos Cursos de Matemática para professores. Com isso, conjecturam que (1) o conhecimento do conteúdo (SHULMAN, 1986) poderia ser subdividido em CCK (conhecimento comum do conteúdo) e SCK (conhecimento especializado do conteúdo); (2) o conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 1986) poderia ser subdividido em KCS (conhecimento do conteúdo e de estudantes) e KCT (conhecimento do conteúdo e de ensino).

O conhecimento comum do conteúdo é o conhecimento do conteúdo disciplinar ensinado pelos professores e que outros profissionais também possuem. Ele inclui saber resolver exercícios e problemas, saber utilizar notações e termos corretamente, saber identificar definições incorretas, assim como respostas incorretas dos exercícios. Os pesquisadores esclarecem que “comum” não está sendo utilizado para sugerir que todos possuem esse conhecimento, mas para explicitar que esse é um tipo de conhecimento utilizado em outras situações que não somente a de ensinar.

O conhecimento especializado do conteúdo é um conhecimento do conteúdo que é específico para o ensino, a exemplo daquele necessário ao trabalho com os erros dos alunos, às estratégias utilizadas, às ideias matemáticas que apresenta, aos questionamentos e intervenções, as escolhas e formas de abordar conteúdos e ensinar, as adequações de material, modificações e avaliação, entre outros. Conhecimento relacionado a tarefas executadas diariamente pelos professores e que demandam uma compreensão e raciocínio matemáticos específicos.

Além disso, de acordo com Ball e seus colegas (2008), os professores devem ser capazes de antecipar o que é possível que os alunos pensem sobre o que está sendo ensinado e o que eles acharão confuso; de prever o que os alunos acharão interessante ou motivador ao escolher um exemplo, assim como prever o que eles serão capazes de fazer com facilidade e com dificuldade ao propor uma atividade. Cada uma dessas habilidades exige uma interação entre a compreensão dos conteúdos matemáticos específicos e familiaridade com a maneira de pensar matematicamente dos alunos. Na interpretação dos autores, “o conhecimento dos alunos e do conteúdo é um amálgama, envolvendo uma ideia matemática ou um procedimento específico e a familiaridade com o que os alunos normalmente pensam ou fazem” (BALL, THAMES, PHELPS, 2008, p. 401).

Ao conhecimento do conteúdo e do ensino combina o conhecimento sobre ensinar e conhecimento sobre Matemática. Para ensinar um conteúdo específico, os professores usualmente utilizam sequências de ensino, escolhem quais devem ser os exemplos para iniciar o conteúdo e quais são mais propícios para aprofundamento. Eles também avaliam vantagens e desvantagens na utilização de determinadas representações e analisam as contribuições que diferentes métodos e procedimentos proporcionam para a aprendizagem. Cada uma dessas tarefas requer interação entre compreensão Matemática dos conceitos específicos envolvidos e estratégias pedagógicas que influenciam a aprendizagem pelos alunos. De acordo com Ball, Thames e Phelps (2008), o conhecimento do conteúdo e do ensino também está relacionado à

tomada de decisões quanto a valorização, profundidade e momento de acolhida das contribuições dadas pelo o aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Em síntese, os autores exemplificam: reconhecer uma resposta errada é um conhecimento comum do conteúdo; dimensionar rapidamente a natureza de um erro, especialmente aqueles que não são familiares, é um conhecimento especializado do conteúdo; ter familiaridade com os erros comuns e saber por que diversos alunos os cometem é um conhecimento de conteúdo e de estudantes; selecionar uma abordagem de ensino que seja eficiente para superar certas dificuldades e/ou explorar certos aspectos de um conteúdo é um conhecimento do conteúdo e de seu ensino.

Os argumentos de Ball, Thames e Phelps (2008), em ampliação à ideia originalmente proposta por Shulman, é de que existe uma forma de conhecimento matemático específico para o ensino, sendo necessário, mas não suficiente, aos professores saber/conhecer o assunto (conteúdo) que ensinam, mas também uma preparação/formação para conhecerem e ser capazes de usar a Matemática que é necessária no trabalho de ensinar.

### **Abordagem investigativa e mobilização do conhecimento matemático para o ensino**

Em consideração ao proposto por Ball e seus colaboradores (2008), de que é necessário um conhecimento matemático ao professor para realizar as tarefas recorrentes de ensinar Matemática para os alunos e que esses conhecimentos precisam ser construídos na formação de professores, nesse item faz-se uma defesa da abordagem investigativa como possibilidade de constituição dos conhecimentos indicados pela teoria dos autores. A investigação sobre essa possibilidade é desenvolvida utilizando-se dos princípios para uma ação de formação de professores para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática, numa aproximação teórica com o que os autores estabelecem para a respectiva construção/constituição desses conhecimentos.

O conhecimento comum do conteúdo, em ações de formação que se pautam em princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática, surge pelo domínio dos conceitos necessários ao professor para o desenvolvimento das atividades investigativas, desde o planejamento das tarefas, sua execução e avaliação. Essa necessidade surge em relação a conceitos associados às tarefas planejadas, na gestão da sala de aula, e outros que podem surgir no desenvolvimento da atividade, tendo em vista a clareza sobre os propósitos da atividade investigativa e as posturas dos sujeitos envolvidos nessa atividade. Ainda, a abordagem



investigativa traz a necessidade de extrapolar o conhecimento do conteúdo em direção aos conhecimentos para o trabalho de ensinar, diferente daquele necessário aos demais profissionais que utilizam a Matemática. O reconhecimento dessa questão perpassa a concepção de ensino e de aprendizagem desse professor, caracterizando-se uma questão relevante para a reflexão.

O conhecimento especializado do conteúdo é mobilizado em ações de formação pautadas nos princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática. Os professores, ao analisarem e refletirem sobre a especificidade da ação de investigar, no viés do ensino e da aprendizagem, podem perceber características quanto à estratégia de ensino em si, quanto à postura dos alunos e a potencialidade quanto ao desenvolvimento de habilidades de argumentação, busca por estratégias, desenvolvimento da autonomia, entre outras; bem como da necessidade de assumir uma postura coerente com o processo que se estabelece, ou seja, postura investigativa. Nesse sentido, um processo de ensino e de aprendizagem em uma perspectiva dinâmica é construído, implicado em posturas condizentes e ações peculiares de uma aula de Matemática, e o domínio desse fazer é um processo gradativo e que exige uma formação pertinente.

O conhecimento do conteúdo e dos alunos é proposto por Ball e colaboradores num entendimento sobre a relevância de acompanhar e conhecer o fazer e o pensar matemático do aluno, sobre seus conhecimentos prévios, as estratégias propostas, como está familiarizado com a atividade em si. A ação de formação de professores pautada nos princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática sinaliza a participação do aluno na atividade, assumindo papéis e posturas que o colocam como sujeito ativo, que revela formas de agir, pensar e fazer, e que necessitam do professor formas específicas de ensinar, esse movimento envolve o fazer matemática pelo aluno com a mediação e condução na abordagem investigativa.

O planejamento, a execução e a avaliação da atividade investigativa estão relacionados com os cinco princípios apontados, envolve concepções, propósitos, posturas dos sujeitos, gestão do trabalho e avaliação propriamente dita; além disso, mobiliza o conhecimento do conteúdo e do ensino, conforme indicado por Ball e colaboradores. A tomada de decisão sobre a tarefa de investigação, quais conceitos abordar, quais poderão surgir, qual a ênfase, a valorização das contribuições dos alunos, o tempo pedagógico para cada momento da atividade investigativa, a sistematização do processo e formalização de conceitos etc., requer uma combinação de conhecimentos sobre ensinar e conhecimentos sobre Matemática. A reflexão sobre essas e outras questões, suscitando a construção de conhecimento do conteúdo e do

ensino, podem ser possíveis em ações de formação de professores pautadas nos princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática.

A aproximação teórica desenvolvida, entre os princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática e o conhecimento de matemática para o ensino, evidencia uma possibilidade de constituição desse conhecimento na formação de professores mediante ações pautadas nesses princípios. Desse modo, para além da valorização do conhecimento comum do conteúdo, o acervo de conhecimento do professor é ampliado com conhecimentos necessários ao trabalho de ensinar Matemática, sobre as especificidades da disciplina, das questões relacionadas aos alunos e ao ensino.

### **Considerações finais**

A pesquisa permitiu construir um referencial para a abordagem investigativa, orientador para a prática docente ao definir elementos que a constituem – tarefas investigativas, atividade matemática e comunicação pelo diálogo; e da formação de professores ao definir princípios balizadores de ações na e para a abordagem investigativa. Assim, a prática do professor de Matemática que adota a abordagem investigativa é constituída por tarefas investigativas que promovem o desenvolvimento da atividade matemática investigativa pelo aluno e que possam estabelecer uma comunicação na perspectiva do diálogo entre professor e alunos. A compreensão dessa perspectiva e a sua integração na prática docente envolve uma ação de formação capaz de promover (re)elaborações a partir da reflexão sobre a prática e pode ocorrer ao se considerar como princípios balizadores aqueles que mobilizam: a concepção de ensinar e aprender Matemática; os propósitos de metodologias investigativas; as posturas investigativas - do professor e dos alunos; a gestão investigativa do trabalho pedagógico; a avaliação na perspectiva investigativa.

Sustenta-se, ainda, que ações de formação com base nos princípios para uma abordagem investigativa em aulas de Matemática podem mobilizar a constituição de conhecimento matemático para o ensino, de acordo com o modelo teórico proposto por Ball e colaboradores: conhecimento comum do conteúdo, conhecimento especializado do conteúdo, conhecimento do conteúdo e dos alunos, conhecimento do conteúdo e do ensino, ou seja, ações de formação de professores que valorizem os princípios de uma abordagem investigativa em aulas de Matemática suscitam conhecimentos necessários ao trabalho de ensinar Matemática, sobre as especificidades da disciplina, das questões relacionadas aos alunos e ao ensino.

Esse estudo, ao apresentar a abordagem investigativa em aulas de Matemática com um construto teórico-prático norteador de ações de formação na perspectiva da integração de metodologias investigativas na prática docente, não tem a pretensão de esgotar o debate e/ou limitar a caracterização dessa abordagem. O movimento está, justamente, na direção de contribuir com propostas de formação de professores orientadas por e para abordagens investigativas em aulas de Matemática, que possam favorecer reflexões e (re)construções de conhecimento de professores sobre/na/para suas práticas de ensino.

## Referências

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, New York, v. 59, n. 5, p. 389 - 407, nov./dez. 2008.

BRUNHEIRA, L. O conhecimento e as atitudes de três professores estagiárias face à realização de actividades de investigação na aula de matemática. **Dissertação de mestrado**, Univ. de Lisboa. Lisboa: APM, 2000.

FIORENTINI, D. FERNANDES, F. e CRISTÓVÃO E. Um estudo das potencialidades pedagógicas das investigações no desenvolvimento do pensamento algébrico. **Seminário Luso-brasileiro de Investigações matemáticas no currículo e na formação de professores**. Lisboa, 2006.

FONSECA, H. Os processos matemáticos e o discurso em atividades de investigação na sala de aula. Lisboa, 2000, 209 f. **Dissertação (Mestrado em Educação)** – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://ia.fc.ul.pt>. Acesso em: agosto de 2017.

GARCIA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

GUIMARÃES, H. M. Ensinar matemática: concepções e práticas. **Dissertação de Mestrado em Educação**. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1988, 290p, Lisboa/1988.

NÓVOA, A. A formação de professores e profissão docente. In: Nóvoa, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

OLIVEIRA, H.M. Actividades de Investigação na aula de matemática: aspectos da prática do professor. Lisboa, 1998, 271 f. **Dissertação (Mestrado em Educação)** – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://ia.fc.ul.pt>. Acesso em: agosto de 2017.

PONTE, J. P. Investigar, ensinar e aprender. In: **Actas do ProfMat 2003**. Lisboa: APM, 2003. Disponível em: < <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/03-Ponte%28Profmat%29.pdf> >. Acesso em: abril de 2018.

PONTE, J. P.; FERREIRA, C.; VARANDAS, J.M.; BRUNHEIRA, L.; OLIVEIRA, H. **A relação professor-aluno na realização de investigações matemáticas**. Lisboa: Projecto MPT e APM, 1998.

PERRENOUD, P. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas**. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

SCHÖN, D. **The reflective practitioner**. London: Temple Smith, 1983.

SILVA, D. K. Uma ação de formação de professores na e para a abordagem investigativa em aulas de Matemática. **Tese** (doutorado). Florianópolis: UFSC, 2018. 314 p.

SILVA, D.K.; COSTA, D. A. Abordagem investigativa em aulas de Matemática: uma investigação com casos de ensino na formação de professores. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 21, p. 160-179, 2019.

SILVA, D.K.; COSTA, D. A. O conhecimento da abordagem investigativa em aulas de Matemática na Formação de Professores. **REVEMAT**, v. 13, p. 295-309, 2018.

SHULMAN, L.S. Those Who Undersland: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, p. 4-14, 1986. Disponível em:

[http://fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/pdf/Shulman\\_1986.pdf](http://fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/pdf/Shulman_1986.pdf). Acesso em: julho de 2017.

THOMPSON. A.G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. **Zetetiké**, v.5, n.8, p. 11-43, 1997.

VARANDAS, J. M. Avaliação de investigações matemáticas. Uma experiência. (**tese de Mestrado**, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM, 2000.

WICHNOSKI, P. KLÜBER, T. E. A pesquisa em investigação matemática: sobre a formação de professores nas produções brasileiras. **Revemat**. Revista eletrônica de educação matemática. Florianópolis (SC), v. 11, n.1, 2016, p. 1-15.

ZEICHNER, K. M. A formação reflexiva de professores: Idéias e Práticas. Lisboa: **Educa Professor**, 1993.

**Submetido em Fevereiro de 2018**

**Aprovado em Outubro de 2019**