

# Oportunidades de aprendizagem profissional de professores dos anos iniciais no ensino de álgebra: um estudo sobre as práticas de um formador

Miriam Criez Nobrega Ferreira <sup>a</sup>

João Pedro da Ponte <sup>a</sup>

Alessandro Jacques Ribeiro <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, Portugal.

<sup>b</sup> Universidade Federal do ABC (UFABC), Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática, Santo André, SP, Brasil.

*Recebido para publicação 1 set. 2022. Aceito após revisão 9 fev. 2023*

*Editor designado: Claudia Lisete Oliveira Groenwald*

## RESUMO

**Contexto:** Os processos formativos influenciam diretamente a qualidade do ensino e, de forma indireta, a aprendizagem dos alunos, o que leva o formador de professores a assumir um papel preponderante na elaboração e condução destes processos, o que justifica estudos aprofundados sobre suas ações. **Objetivo:** Compreender de que forma as ações e práticas desenvolvidas por um formador de professores, durante a orquestração de discussões coletivas, contribuem para a criação de oportunidades de aprendizagem profissional acerca do conhecimento matemático e da prática educativa, no que se refere ao trabalho com o pensamento algébrico voltado para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Design:** Trata-se de um estudo qualitativo-interpretativo nos moldes de uma pesquisa de intervenção. **Cenário e participantes:** Participaram do estudo um formador e 14 professores que lecionavam nos 3<sup>os</sup>, 4<sup>os</sup> e 5<sup>os</sup> anos em uma mesma rede de ensino em um município do estado de São Paulo, Brasil. **Coleta e análise dos dados:** Os dados foram coletados nos momentos de discussões coletivas e registrados por meio de duas câmeras, uma voltada ao formador e outra aos professores. **Resultados:** Os resultados indicam que o formador de professores utilizou um conjunto de ações e práticas de forma a conduzir as discussões coletivas. **Conclusões:** As práticas do formador que levam os professores a refletir sobre sua própria prática são as que mais propiciam oportunidades de aprendizagem profissional ainda que outras práticas sejam imprescindíveis na criação de um ambiente promotor das discussões coletivas.

**Palavras-chaves:** Formador de professores; Aprendizagem profissional do professor; Ensino de álgebra; Anos iniciais; Discussão coletiva.

---

Autor correspondente: Miriam Criez Nobrega Ferreira. E-mail: [criezmiriam@gmail.com](mailto:criezmiriam@gmail.com)

## Professional learning opportunities for teachers in elementary years of algebra teaching: a study on the practices of a teacher educator

### ABSTRACT

**Context:** Teacher education processes influence directly the quality of teachers and, indirectly, students' learning, which leads the teacher educator to assume a central role in the development and leading of these processes, justifying in-depth studies about their actions. **Objective:** To understand how the actions and practices developed by a teacher educator, during the orchestration of collective discussions, contribute to the creation of professional learning opportunities about mathematical knowledge and educational practice, with regard to working with the algebraic thinking aimed at elementary school teachers. **Design:** This is a qualitative-interpretive study along the lines of an intervention research. **Settings and Participants:** The study included the teacher educator and 14 teachers who taught in grades 3-5 in the same teaching network in a municipality in the state of São Paulo, Brazil. **Data collection:** The data were collected through recordings of the moments of collective discussions with two cameras, one directed at the teacher educator and the other at the teachers. **Results:** The results indicate that the teacher educator used a set of actions and practices in order to conduct the collective discussions. **Conclusions:** The teacher educator's practices that lead teachers to reflect on their own practice are the ones that most provide professional learning opportunities, even though other practices are essential in creating an environment that promotes collective discussions.

**Keywords:** Teacher educator; Teacher professional learning; Teaching of algebra; Early years of elementary school; Collective discussion.

### INTRODUÇÃO

A necessidade de uma educação de alta qualidade tem impulsionado uma série de pesquisas que tratam, entre outros aspectos, os conhecimentos, habilidades e crenças dos professores uma vez que “a qualidade do professor é a variável escolar mais importante que influencia o desempenho dos alunos e melhora a qualidade da escola” (Sancar, Atal & Deryakulu, 2021, p. 2).

Os processos formativos, ao terem por objetivo levar os professores a avançar em seus conhecimentos e adotarem rotinas pedagógicas que possibilitem aos alunos ricas oportunidades de aprendizagem (Gibbons & Cobb, 2017), influenciam diretamente a qualidade dos professores e, de forma indireta, a aprendizagem dos alunos (Ping, Schellings & Beijaard, 2018). Apesar do muito trabalho realizado, pesquisas adicionais sobre as práticas eficazes de formação precisam ser desenvolvidas (Borko, Jacobs, Seago & Mangram, 2014).

No que se refere especificamente ao papel do formador de professores é inegável sua importância na elaboração e condução dos processos formativos (Borko, Jacobs, Seago & Mangram, 2014), dado que “[a] forma como os formadores de professores facilitam esses ambientes de aprendizagem profissional é fundamental para apoiar com sucesso a aprendizagem de professores” (Gibbons, Lewis, Nieman & Resnick, 2021, p. 1).

Neste artigo centramos a nossa atenção na prática de um formador de professores, constituída em “algo que se faz, não apenas se sabe” (Krainer, Even, Rogers & Berry, 2021, p. 11), em alternativa a muitos estudos que têm por foco o conhecimento dos formadores (Escudero-Ávila, Monte & Contreras, 2021; Masingila, Olanoff & Kimani, 2018; Zopf, 2010). Neste sentido, o objeto do presente estudo recai na prática de orquestrar discussões coletivas em um processo de formação continuada para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, visando o trabalho com o pensamento algébrico. A importância de pesquisar o momento das discussões coletivas se justifica na medida em que estudos vêm demonstrando que é nesta fase do processo formativo que “acontece o ponto máximo das negociações de significado” (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação) e em que ocorre a maioria das oportunidades de aprendizagem profissional (Elliott et al., 2009). Por outro lado, “pouco se sabe sobre como facilitar tal discussão” (Zhang, Lundeberg & Eberhardt, 2011, p. 343).

Baseado em trabalho anterior de Ferreira, Ponte e Ribeiro (em publicação), que apresentou um quadro de referência que associa características específicas das ações do formador na orquestração de discussões coletivas a práticas gerais, nosso estudo buscou aprofundar esta investigação ao ter por objetivo *compreender de que forma as ações e práticas desenvolvidas por um formador de professores, durante a orquestração de discussões coletivas, contribuem para a criação de oportunidades de aprendizagem profissional acerca do conhecimento matemático e da prática educativa, no que se refere ao trabalho com o pensamento algébrico voltado para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Para tal buscamos responder às seguintes questões: Como se caracterizam as ações e práticas de um formador de professores ao orquestrar discussões coletivas? Como as ações e práticas de um formador de professores contribuem para a criação de oportunidades de aprendizagem profissional acerca do conhecimento matemático e da prática educativa? Assim, este trabalho busca ampliar a constituição de um corpo de conhecimentos necessários ao formador no sentido de orientar o design e a condução de processos formativos.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Conhecimento matemático e conhecimento da prática educativa

Procurando compreender o conhecimento necessário à docência do professor que ensina matemática, Ponte (2012) considera quatro dimensões: (i) conhecimento da matemática para o seu ensino, envolvendo os conceitos e procedimentos matemáticos, suas especificidades e conexões internas e externas, (ii) conhecimento do aluno e da aprendizagem, de forma a compreender como o aluno aprende matemática, (iii) conhecimento da prática educativa, constituído como o núcleo do conhecimento do professor, incluindo os planejamentos, a elaboração de tarefas matemáticas, a avaliação e a regulação da aprendizagem, e (iv) conhecimento do currículo, abrangendo sua disposição ao longo da escolaridade e os materiais necessários para desenvolver a aprendizagem dos alunos.

O foco deste artigo recai nos conhecimentos matemáticos e da prática educativa, em que o conhecimento matemático necessário à docência da álgebra nos anos iniciais advém daqueles conteúdos que os alunos precisam aprender: aritmética generalizada ou pensamento relacional (Molina, 2009), pensamento funcional e diferentes interpretações do sinal de igual (Hohensee, 2015). Considerando a importância da álgebra para esta etapa da escolaridade, defendemos que seu desenvolvimento vem ao encontro de uma reformulação da prática letiva já existente, agregando ao trabalho realizado com a aritmética, oportunidades de construção de padrões, generalizações e justificativas matemáticas (Mestre & Oliveira, 2011; Molina, 2009). Isso leva a uma perspectiva de integrar o pensamento algébrico ao planejamento das aulas, indo além do trabalho com os algoritmos (Blanton, 2008), em que a generalização assume um papel significativo, uma vez que se constitui como característica chave da álgebra (Kieran, Pang, Schifter & Ng, 2016).

Na prática educativa, Ponte (2005) distingue duas abordagens: o ensino direto e o ensino exploratório. Estas diferem na forma pelas quais as informações são apresentadas bem como pela natureza das tarefas e atividades que decorrem do envolvimento dos alunos na sua realização. O tipo de ensino no qual o professor dá as ferramentas para a resolução de determinados problemas e depois apresenta aos alunos situações análogas é chamado por Skovsmose (2001) como o ensino tradicional da Matemática, designado por Ponte (2005) como um ensino baseado numa abordagem direta.

Já numa abordagem exploratória, evidencia-se um forte componente de discussão, de argumentação matemática, no qual o trabalho de descoberta e de

construção do conhecimento matemático é salientado, apresentando um nítido corte com uma forma tradicional de ensinar Matemática. O ensino exploratório pressupõe momentos de discussão coletiva entre os alunos, privilegiando a comunicação amparada pelo discurso argumentativo (Boavida, Gomes & Machado, 2002). Um dos principais aspectos organizadores deste tipo de abordagem prevê que a aula de matemática seja desenvolvida em fases: introdução da tarefa matemática, realização e discussão coletiva (Stein, Engle, Smith & Hughes, 2008). Ponte, Quaresma, Mata-Pereira e Baptista (2015) referem que, a partir desta abordagem, o professor tem um papel na “seleção de tarefas, a antecipação das possíveis estratégias e dificuldades dos alunos, a organização do trabalho da aula, e a condução da respetiva realização” (p. 114). Para tanto, consideram necessário que o professor tenha conhecimentos específicos que o capacite a conduzir o ensino exploratório em sua sala de aula. No entanto, afirmam que o ensino tradicional ou direto é, ainda, o estilo mais adotado nas escolas assumindo “um primeiro momento de explicação e questionamento do professor, seguido por trabalho individual do aluno em exercícios de papel e lápis” (Ponte, Quaresma & Branco, 2012, p. 68-69).

### **Oportunidades de Aprendizagem Profissional**

Para discutir a aprendizagem profissional de professores, recorremos a Hernandez (1998) que afirma haver aprendizagem (qualquer que seja ela) quando um indivíduo consegue transferir para uma nova situação algo que foi assimilado por meio das experiências ao longo da vida, em situações de aprendizagem (formais ou não) e também na interação com outros. Neste sentido, a questão que se coloca é de que forma um processo formativo, mais especificamente, as ações impetradas pelo formador, pode contribuir para a aprendizagem do professor?

Ao analisar diferentes estudos que apontam quais os aspectos que influenciam a aprendizagem profissional de professores, foi possível perceber aspectos semelhantes: a importância das experiências e conhecimentos prévios dos professores; a reflexão sobre a prática; o papel da prática profissional; a interação entre os professores; a importância dos conflitos cognitivos.

Baseados na perspectiva teórica da complexidade, Opfer e Pedder (2011) entendem que a aprendizagem profissional de professores se dá a partir de suas experiências e conhecimentos prévios. Por outro lado, para Webster-Wright (2009), somente a experiência não é suficiente para a aprendizagem, delegando à reflexão o papel transformador da experiência em aprendizagem,

o que é corroborado por outros autores (Bransford, Brown & Cocking, 1999; Ponte, Mata-Pereira, Quaresma & Velez, 2017). Ou seja, tanto adultos quanto crianças aprendem pela reflexão realizada a partir da atividade prática (Ponte, 2005). Schön (1983) defende que a reflexão sobre situações de práticas reais deve fazer parte da formação do (futuro) profissional, de forma que este possa se sentir capaz de enfrentar as situações sempre novas e diferentes com que vai se deparar na vida real e de tomar as decisões apropriadas nas zonas de indefinição que caracterizam a prática profissional.

Associada à reflexão, está o papel da prática como importante componente da aprendizagem profissional do professor. Webster-Wright (2009) considera que os profissionais aprendem a partir da experiência prática, da reflexão e que tal aprendizagem é contextualmente mediada. Ball e Cohen (1999) também enfatizam o papel da prática e a importância das interações e situações imprevisíveis que surgem na sala de aula como elementos de investigação e reflexão, nas quais o professor analisa seu próprio ensino.

Um outro aspecto influenciador da aprendizagem do professor é a interação com outros professores (Ball & Cohen, 1999; Bransford, Brown & Cocking, 1999) em que os professores aprendem uns com os outros, rompendo assim com o isolamento tradicional de seu trabalho, ampliando suas oportunidades de aprender de forma coletiva (White, Jaworski, Agudelo-Valderrama & Gooya, 2013).

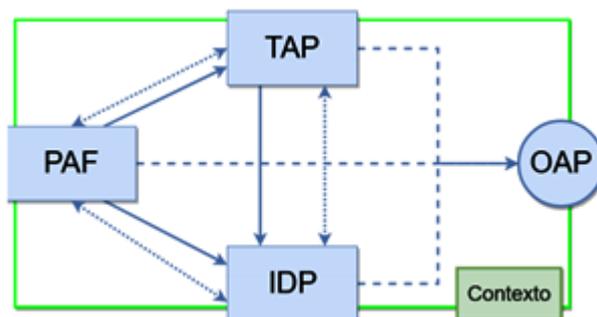
Além destes elementos, vários são os autores que se referem ao papel que o conflito cognitivo desempenha na aprendizagem profissional do professor. Usando o termo “desequilíbrio”, Ball, Ben-Peretz e Cohen (2014) enfatizam que este elemento leva a aprendizagem, podendo se manifestar por meio da surpresa que o professor tem diante de uma situação não observada anteriormente e que a capacidade de se surpreender é a chave para poder aprender por meio da experiência.

Conjugando todos os aspectos acima apresentados, van Es, Tunney, Goldsmith e Seago (2014) sugerem que “a aprendizagem de professores é mais provável de acontecer quando grupos de professores se envolvem em desequilíbrio produtivo por meio de autorreflexão, diálogo colegiado e análise contínua da prática de ensino e da aprendizagem dos alunos” (p. 343). Por fim, para Hiebert et al. (1997), a compreensão é resultado de conexões e relações que o indivíduo estabelece com as práticas sociais por meio de sua participação (Lave & Wenger, 1991) sendo retratada nas mudanças nas ações, registros e falas dos professores (Watson & Mason, 2007).

Considerando os aspectos que influenciam a aprendizagem do professor e as características dos processos formativos de alta qualidade (Desimone, 2009), diversos estudos vêm propondo modelos que podem contribuir para o desenho, a condução e a avaliação de processos formativos. Um exemplo é fornecido por Ribeiro e Ponte (2020), por meio do modelo “Oportunidades de Aprendizagem Profissional para Professores” (PLOT) (Fig. 1).

**Figura 1**

*Modelo das Oportunidades de Aprendizagem Profissional para Professores.*  
(Ribeiro & Ponte, 2020)



Este modelo apresenta três domínios, observados a partir de um todo organicamente complexo: Papel e Ações do Formador (PAF), Tarefas de Aprendizagem Profissional (TAP) e Interações Discursivas entre os Participantes (IDP). Este modelo parte do princípio de que a aprendizagem do professor se situa em sua prática diária, na troca entre os pares e a partir de tarefas preparadas especificamente para sua formação.

### **Práticas e ações do formador de professores**

Da mesma forma que, a partir de um ensino exploratório da matemática, o professor tem um papel fundamental na condução das discussões coletivas junto aos alunos da educação básica, o formador de professores exerce influência similar ao orquestrar discussões coletivas, no sentido de promover oportunidades de aprendizagem profissional. Assim, alguns estudos vêm apontando ações que o formador pode efetivar de forma a contribuir para que

os professores estabeleçam relações entre seus conhecimentos prévios e os novos desafios (Elliott et al., 2009; van Es, Tunney, Goldsmith & Seago, 2014; Zhang, Lundeberg & Eberhardt, 2011).

No que se refere especificamente à orquestração das discussões coletivas, Elliott et al. (2009) distinguem algumas ações do formador: direcionar a discussão ao objetivo traçado; apoiar o envolvimento dos professores com as tarefas, favorecendo que os professores questionem uns aos outros; propiciar momentos em que os professores expliquem e justifiquem suas ideias; moderar a discussão para envolver o grupo nas ideias matemáticas.

Ao analisar vídeos de sala de aula, van Es, Tunney, Goldsmith e Seago (2014) forneceram uma estrutura conceitual para que os participantes de um processo formativo desenvolvessem um discurso crítico acerca do pensamento dos alunos e das ideias matematicamente importantes, a partir de quatro práticas: *Orientar o grupo para a tarefa de análise de vídeo*; *Sustentar uma postura de investigação*; *Manter o foco no vídeo e na matemática*; *Apoiar a colaboração do grupo*. Similar a esta pesquisa estão os estudos de Zhang, Lundeberg e Eberhardt (2011) que apontaram ações de formadores experientes para promover discussões entre professores de Ciências: questionar, expressar, fazer conexões, esclarecer, reformular, resumir, dramatizar, meta-conversar e modelar.

O trabalho de Ferreira, Ponte e Ribeiro (em publicação) apresenta um quadro de referência em que identifica cinco práticas centrais de um formador de professores em um processo formativo, que, ainda que consistente com pesquisas anteriores (van Es, Tunney, Goldsmith & Seago, 2014; Zhang, Lundeberg & Eberhardt, 2011) ampliam a literatura analisada “na medida em que fornecem uma estrutura específica para a orquestração das discussões coletivas, a partir de um ensino exploratório, voltado para professores dos anos iniciais que ensinam matemática” (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação). A prática de *estabelecer uma comunidade de aprendizagem* tem por objetivo encorajar o grupo de professores a se envolver nas discussões coletivas (Gibbons & Cobb, 2017; Zhang, Lundeberg & Eberhardt, 2011). Para tanto cabe ao formador favorecer a construção de um clima relacional em que, além dos professores se sentirem confortáveis e seguros para expor suas ideias, possam também se sentir encorajados a falar a partir de sua própria perspectiva. A prática de *interpretar as interações com os professores e entre os professores* envolve a compreensão do contexto, da fala e das atitudes dos professores (Elliott et al., 2009), se consubstancializando em intervenções do formador no momento das discussões. Considerando que a aprendizagem é construída por

meio do estabelecimento de relações (Hiebert et al., 1997), a prática de *estabelecer conexões* requer que o formador leve os professores a estabelecer relações (Escudero-Ávila, Monte & Contreras, 2021), tanto com elementos externos ao processo formativo como a prática diária dos professores, como com elementos da própria formação, como assuntos discutidos anteriormente. A prática de *desafiar os professores a avançar em seus conhecimentos* se refere aos momentos em que os professores são confrontados e provocados em suas ideias, o que resulta na reflexão e busca por argumentos sobre essas mesmas ideias (Gibbons, Lewis, Nieman & Resnick, 2021). Por fim, a prática de *sistematizar aprendizagens* tem por objetivo retomar os principais temas da discussão, sintetizando os conhecimentos que se relacionam ao objetivo do encontro (Ferreira, Ponte & Ribeiro, 2022).

## METODOLOGIA

Este estudo segue uma abordagem qualitativa e interpretativa (Bogdan & Biklen, 1994), porquanto busca estudar a prática de um formador de professores enquanto orquestrava discussões coletivas em uma formação continuada, em que participaram 14 professores que lecionavam nos 3<sup>os</sup>, 4<sup>os</sup> e 5<sup>os</sup> anos em uma mesma rede de ensino em um município do estado de São Paulo, Brasil. Por questões de ética e confidencialidade os nomes dos participantes foram trocados<sup>1</sup>.

O processo formativo, inspirado pelo modelo PLOT (Ribeiro & Ponte, 2020), utilizou tarefas de aprendizagem profissional (TAP) cuidadosamente planejadas, com objetivos específicos, se valendo de registros de prática (Ball, Ben-Peretz & Cohen, 2014). Utilizou também a abordagem exploratória como condução, sendo composta por uma organização em três fases (Stein, Engle, Smith & Hughes, 2008): (i) introdução, momento em que a TAP é apresentada e os conhecimentos prévios dos professores são levantados; (ii) realização, que envolve o trabalho em pequenos grupos em que os professores resolvem a TAP; (iii) discussão coletiva, em que os professores apresentam suas resoluções ao grupo todo, cabendo ao formador gerenciar este momento e fazer a sistematização das aprendizagens. O processo formativo teve por objetivo que os professores compreendessem (i) a necessidade de trabalhar com o

---

<sup>1</sup> Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo a pesquisa aprovada pela Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e pela Universidade Federal do ABC (UFABC) com o número 3.233.148.

pensamento algébrico nos anos iniciais do Ensino Fundamental, considerando sua recente inclusão no currículo nacional brasileiro (Brasil, 2017); (ii) os conteúdos matemáticos necessários ao seu desenvolvimento – a aritmética generalizada, o pensamento funcional e as diferentes interpretações do sinal de igual (Hohensee, 2015); e, (iii) o conhecimento da prática educativa, objetivando sua operacionalização em sala de aula (Ponte, 2012). Contou com uma carga horária de 64 horas, distribuídas em 32 horas presenciais (8 encontros semanais de 4 horas) e 32 horas de trabalho autônomo, tendo por formador a primeira autora deste artigo, contando, na TAP *Sinal de igual*, com a participação do formador Vitor, membro do grupo de pesquisa ForMatE.

Os dados foram recolhidos nos momentos de discussão coletiva que foram filmados com duas câmeras, uma voltada ao formador e outra aos professores, de modo a caracterizar o processo de comunicação dialógica entre professores e formador.

A análise dos dados foi realizada em quatro fases. Na primeira, foi feita a transcrição dos vídeos do processo formativo, com a produção de relatórios. Na segunda fase, identificamos as ações do formador durante as discussões coletivas (definidas como o posicionamento do formador e a consequente interação dialógica com os professores), de acordo com as categorias de práticas do formador indicadas na Tabela 1. Nesta identificação, algumas ações poderiam ser enquadradas em ações e/ou práticas distintas, o que nos levou a adotar o critério de definir as ações a partir do objetivo que o formador demonstrava ter com aquela ação.

**Tabela 1**

*Práticas e ações do formador de professores durante a orquestração de discussões coletivas.* (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação)

<b>Práticas do formador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Ações do formador</b>
<b>Estabelecer uma comunidade de aprendizagem</b>	Proporcionar um ambiente em que os professores se sintam seguros e encorajados a compartilhar suas ideias e práticas	Elogiar e incentivar Brincar Apoiar Compartilhar experiências pessoais Convidar  Validar

<b>Interpretar as interações com os professores e entre os professores</b>	Atribuir significado e sentido às interações dos e entre os professores	Parfrasear ( <i>revoicing</i> ) Estender/Ampliar Solicitar esclarecimentos Ouvir Esclarecer/explicar
<b>Estabelecer conexões</b>	Estabelecer relações com elementos internos e externos ao processo formativo	Relacionar Retomar
<b>Desafiar os professores a avançar em seus conhecimentos</b>	Lançar questões desafiando os professores a avançar em seus conhecimentos	Contrapor Questionar
<b>Sistematizar aprendizagens</b>	Fazer uma síntese das discussões e conhecimentos relacionando com os objetivos da formação	Resumir os tópicos principais da discussão Recuperar os conhecimentos prévios

Na terceira fase de análise, as ações foram categorizadas quanto ao tipo de conhecimento envolvido na discussão: conhecimento matemático para o ensino e conhecimento da prática educativa. Na quarta fase de análise, observamos de que forma as ações e práticas do formador se estabeleceram com vistas à criação de oportunidades de aprendizagem profissional, considerando os aspectos que influenciam a aprendizagem profissional de professores: (i) reflexão sobre a prática, (ii) papel da prática profissional, (iii) conflitos cognitivos (iv) experiência e conhecimentos prévios dos professores, e (v) interação entre os professores.

A seguir apresentamos episódios que representam diferentes práticas e ações do formador quando orquestrava discussões coletivas. Primeiramente é apresentada a TAP *Sinal de Igual*, que versa sobre o conhecimento matemático e, em seguida, a TAP *Analizando uma aula de matemática* que foca o conhecimento da prática educativa. Por fim discutimos a TAP *Generalização*, que aborda os dois tipos de conhecimento. É importante notar que, embora os episódios estejam divididos em conhecimentos matemáticos e da prática educativa, em que os dados evidenciam um ou outro conhecimento, os objetivos das TAP abrangem os dois tipos de conhecimento, uma vez que defendemos, em um processo formativo, a sua indissociabilidade (Ribeiro &

Ponte, 2020). As práticas e ações do formador, categorizadas segundo a Tabela 1, são apresentadas em itálico.

## RESULTADOS

### Conhecimento matemático

A TAP *Sinal de igual* tinha por objetivo que os professores compreendessem o significado do sinal de igual na perspectiva de equivalência e sua importância para o desenvolvimento do pensamento algébrico, bem como, a necessidade de trabalhar este conteúdo já nos anos iniciais do Ensino Fundamental, planejando situações didáticas. Após os professores realizarem a TAP em subgrupos, em que um dos tópicos era o levantamento das possíveis respostas dos alunos à sentença  $8 + 4 = \square + 5$ , o formador perguntou aos professores *Por que o conceito de igualdade, na perspectiva de equivalência, é crucial para o desenvolvimento do raciocínio algébrico?* Diante de respostas pouco precisas, o formador *convidou* os professores a resolverem juntos a equação  $4x + 27 = 87$ :

*Professores: Joga o 27 para lá.*

*Formador: O que eu joga para lá?*

*Camila:  $4x$  é igual a 87 menos 27.*

O formador escreveu na lousa o que Camila falou ( $4x = 87 - 27$ ).

*Formador: O que permite eu fazer isso aqui: colocar o 27 aqui [do lado do 87] e ainda por cima negativo?*

*Adriana: Ah, o professor que ensinou.*

*Eliana: Você tinha  $4x + 27$ , você tirou e ficou só  $4x$ . Você tirou deste lado e vai tirar do outro lado também.*

*Formador: Como Eliana? Explica melhor...*

*Eliana: Você tinha  $4x + 27$ , você tirou e ficou só  $4x$ .*

*Formador: Você tirou como?*

*Eliana: Você tirou deste lado e vai tirar do outro lado também.*

Neste trecho é possível perceber a combinação de quatro ações do formador: (i) a ação de *convidar*, buscando a participação dos professores na

resolução da equação; (ii) a ação de *solicitar esclarecimentos* levando os professores a refletir e explicar melhor suas falas acerca do procedimento da resolução da equação; (iii) a prática de *desafiar*, por meio de *questionamento*, propiciando que os professores justificassem o porquê era possível colocar o  $-27$  do lado direito do sinal de igual; e, novamente, (iv) a ação de *solicitar esclarecimentos*, considerando que havia clarificações a fazer, tendo em conta que o verbo “tirar” precisaria ser melhor esclarecido, certificando o entendimento comum da ideia. Tal combinação de ações, e mais especificamente as ações de *questionar* e *solicitar esclarecimentos*, desafiaram os professores a buscar justificativas, criando oportunidades de reflexão acerca do procedimento de resolução da equação que, embora interiorizado em seu formato procedimental, poderia não estar devidamente sedimentado na sua compreensão conceitual.

Em continuação à discussão e diante da afirmação pertinente de Eliana em tirar o  $-27$  dos dois lados, o formador começou a registrar na lousa a representação da resolução da equação. Quando o formador escreveu  $4x + 27 - 27$ , os professores não concordaram com esta representação, uma vez que o verbo “tirar” usado por Eliana não se associava, necessariamente, a operação de subtração dos dois lados do sinal de igual:

*Eliana: Não [não é assim]. Fica  $4x$  é igual a  $87 - 27$ .*

*Formador: Como a gente escreve isso aqui, então?*

*Paula: Você apaga o 27, você tira.*

*Adriana: Você apaga.*

Embora o procedimento da resolução da equação apresentada pelos professores estivesse correto, eles não concordavam com a representação de colocar  $-27$  dos dois lados. Tal fato evidencia o desconhecimento acerca da necessidade de realizar a mesma operação dos dois lados do sinal de igual, mas também, e principalmente, o não entendimento de que colocar  $-27$  do “outro lado” é sustentado matematicamente pela justificativa do sinal de igual no sentido de equivalência. Ao longo do debate que ocorreu em seguida, provocados pela situação, os professores refletiam e buscavam argumentos e/ou justificativas para a resolução da equação, o que levou o formador a decidir não se manifestar, *ouvindo* os professores e proporcionando oportunidades para que eles pudessem trocar impressões entre si, favorecendo a interação. Depois de um tempo em que não foi possível perceber avanços nas justificativas, o formador indicou uma possibilidade de representação:

*Formador: Será que não poderia ser assim [escreveu na lousa  $4x + 27 - 27 = 87 - 27$ ]?*

*Camila: Você colocou o  $-27$  dos dois lados! Para dar o equilíbrio!*

*Adriana: Algebricamente.*

*Formador Pode ser assim?*

*Eliana: Sim.*

É possível perceber que somente a partir da representação que o formador fez da situação matemática de colocar  $-27$  em ambos os lados, *estendendo/ampliando* o conhecimento dos professores no que se refere a compreensão do fenômeno matemático, é que Camila justificou que deve haver um “equilíbrio” entre os dois lados da equação. A manifestação de surpresa de Camila diante de uma situação não observada anteriormente, indica a criação de oportunidades de aprendizagem considerando o desequilíbrio posto pela informação dada pelo formador. Quase na finalização da discussão, o formador *esclareceu/explicou*, explicitando a resolução da equação:

*Formador: O que possibilita a gente fazer esta etapa aqui é que você faz dos dois lados do sinal de igual a mesma operação, na perspectiva da equivalência [do sinal de igual]. Quem de vocês lembrava disso?*

*Adriana: Acho que eu nem aprendi.*

*Paula: Não [sabia].*

No sentido de *sistematizar as aprendizagens*, o formador Vitor resumiu os tópicos principais, *retomando* uma das questões feitas pelo formador:

*Vitor: Ali no  $4x + 27$  quando você coloca o 27 para lá ficou menos. Aí qual é a pergunta? Por que o número que está do lado esquerdo positivo que é o  $+ 27$ , foi para o outro lado e negativo? Muitos alunos fazem, mas eles não sabem porquê.*

*Camila: Porque o professor ensinou a aplicar a regra.*

*Vitor: Mas quando faz isso [subtrair de um lado e do outro] precisa escrever dos dois lados. Não basta dizer somente na linha de cima  $87 - 27$ .*

*Adriana: Por que é uma equivalência?*

*Vitor: Porque é uma equivalência. É como lá no final. O final fica  $4x = 60$ . Se a gente for buscar respostas para esse  $x$  a gente está sempre pensando na operação inversa. O que se costuma fazer? Pega o 4 e passa dividindo por 60: por que um número que está multiplicando o  $x$ , passou para o outro lado dividindo? Quando os alunos fazem [a equação] os alunos não sabem porque fazem, porque eles não compreendem a equivalência do sinal de igualdade.*

Além de *resumir* os tópicos principais discutidos, Vitor *relacionou* o que estava sendo discutido com a prática do professor. Isso favoreceu a criação de oportunidades de aprendizagem profissional, notadamente no que se refere ao conhecimento dos alunos, que muitas vezes não compreendem porque a operação inversa é utilizada na resolução de uma equação, o que é ressaltado por Camila como um problema do processo de ensino que prioriza o conhecimento procedimental. Por fim, o formador *estabeleceu uma conexão* entre a pergunta inicialmente feita com a resolução da equação:

*Formador: Olha onde começa a noção de equivalência [aponta para  $8 + 4 = \square + 5$ ]. Olha a relação disso [aponta para  $8 + 4 = \square + 5$ ] com isso [aponta para  $4x + 27 = 87$ ]. As crianças precisam compreender que a igualdade é uma relação que fala que duas expressões matemáticas têm o mesmo valor.*

Neste trecho, ao *retomar* a pergunta inicial, o formador mostrou a necessidade de fazer um fechamento da questão apontada anteriormente, evidenciando a importância e a necessidade de se trabalhar com os alunos o sinal de igual no sentido de equivalência, uma vez que este sentido é fundamental para o trabalho futuro com a álgebra, que se traduz, entre outras situações, na compreensão das equações. Muito embora os professores soubessem os procedimentos para a resolução de equações, tinham pouca clareza que a igualdade é uma relação de equivalência entre duas sentenças numéricas, o que foi evidenciado por Adriana quando afirmou que nunca tinha aprendido.

Por fim Rosana testemunhou o estabelecimento de uma relação entre o que estava sendo debatido na discussão e sua prática de sala de aula:

*Rosana: Como eu estou vendo pela primeira vez [os sentidos do sinal de igual], o que eu cheguei à conclusão foi o [termo] equivalente. Porque quando eu falo da equivalência aqui [do lado esquerdo do sinal de igual] e aqui [do lado direito do sinal*

de igual] e chego ali no  $x$ , ali eu vou fazer a interligação que é uma equivalência, que a gente ensina equivalência só na fração.

*Camila: Frações equivalentes, é verdade!*

*Rosana: Fração equivalente, foi aí que eu fiz esta relação agora. Porque eu vou ter que ensinar fração equivalente. Está ali a equivalência [na equação] e está numa fração.*

Ao proporcionar situações em que os professores possam refletir, levando a *estabelecer relações*, foram criadas oportunidades de aprendizagem, retratadas na relação que Rosana conseguiu estabelecer com a sua prática, com o ensino que já desenvolvia com os alunos. Frações equivalentes são indicadas usando o sinal de igual, não na perspectiva da busca de resultado, mas no sentido de equivalência. Não é possível definir que práticas e ações do formador contribuíram para que Rosana conseguisse estabelecer uma relação entre um dos sentidos do sinal de igual e sua prática do trabalho com frações. No entanto, podemos afirmar que o conjunto de ações, como *convidar, solicitar esclarecimentos, questionar, ouvir, estender/ampliar, resumir, esclarecer/explicar, relacionar*, orquestradas pelo formador, contribuíram para que Rosana estabelecesse relações com sua própria prática, dado afirmar ter visto os sentidos do sinal de igual pela primeira vez, configurando a criação de oportunidades de aprendizagem profissional.

Considerando que um dos papéis fundamentais do formador é tomar decisões no momento em que decorre a discussão coletiva, alicerçado pela prática de *interpretar*, este pode perder oportunidades de fazer aprofundamentos contingentes à situação dada, por conta da imprevisibilidade da prática. Quando Adriana identificou como algébrica a colocação de  $-27$  dos dois lados da equação, o formador poderia solicitar a justificativa para tal afirmação, contribuindo para esclarecer melhor o pensamento da professora e trazendo mais elementos para a discussão.

### **Conhecimento da prática educativa**

A TAP *Analisando uma aula de matemática* tinha por objetivo que os professores analisassem com profundidade as fases de uma aula de matemática considerando a abordagem de ensino exploratório. No que se relaciona a fase da introdução de uma tarefa matemática, o formador apresentou um vídeo em

que a professora (do vídeo) fez a introdução da tarefa matemática, junto aos seus alunos da educação básica. Em seguida, os professores, em subgrupos, discutiram os aspectos principais da introdução de uma tarefa matemática e, em seguida, teve lugar a discussão coletiva em que os professores foram chamados a comentar as suas observações:

*Marina:* [na fase de introdução da tarefa] *O professor precisa perguntar [aos alunos] se entenderam realmente [a tarefa matemática]. Pedir para a criança explicar, se ela entendeu o que é para fazer na atividade porque normalmente a gente atropela. Porque como eles não leem [o que precisa ser feito], eles já pegam os números e já vão fazendo as contas, então antes de fazer: Eu quero saber o que você precisa fazer. Aí vai mudando o comportamento [dos alunos].*

*Formador:* [se dirigindo ao grupo todo] *Por que isso que a Marina falou é importante?*

Ao interpretar o posicionamento de Marina, o formador fez um *questionamento* que, embora simples, envolveu diversas ações desencadeadoras da discussão. A primeira foi o *convite* que o formador fez aos professores de modo que eles participassem e manifestassem suas ideias a partir da intervenção da colega, o que pode favorecer a construção de uma comunidade de aprendizagem na medida em que o grupo teve a oportunidade de se envolver apoiando a cultura de tornar públicas suas ideias. Ao mesmo tempo em que *convidou* o grupo a se manifestar, o formador *validou* a fala de Marina, *desafiando* os participantes a refletirem e justificarem a importância do que foi falado pela professora, focando explicitamente o conteúdo discutido naquele momento. A partir do *questionamento* do formador, os professores foram revelando outros aspectos da introdução de uma tarefa matemática, justificando sua importância para o processo de ensino e aprendizagem:

*Debora:* *Se eles não entenderem a comanda [o que deve ser feito na tarefa matemática] eles não vão saber de onde partir.*

*Amanda:* *Porque se não eles começam [a perguntar]: o que é para fazer mesmo professora?*

*Paula:* *Tem uma parte do texto que eu estava lendo, da importância de pedir para os alunos contar para gente a tarefa. É a parte que até anotei aqui “quando os alunos não se interessam pela tarefa ou eles não compreendem”, quando eles não os compreendem também não ficam interessados e o*

*“sucesso das suas aprendizagens em matemática fica comprometido”. Então essa questão de você pedir o que é para fazer, o que vocês entenderam, você chama a atenção deles, prestarem atenção o que eles estão lendo geralmente já atiça a curiosidade deles.*

*Formador: Vocês acham que este formato [da introdução da tarefa matemática] pode colaborar para aquela grande reclamação que as crianças não interpretam, não sabem ler, não entendem o problema?*

O *questionamento* feito pelo formador propiciou a oportunidade de Paula evidenciar e compartilhar duas características centrais da introdução de uma tarefa matemática: levar os alunos a se interessarem e, conseqüentemente, realizarem a tarefa com empenho e a compreensão do que é necessário fazer. Após o posicionamento de Paula, o formador fez outro *questionamento* que estabeleceu uma relação com os desafios que os professores enfrentam em seu cotidiano. É muito comum a queixa de que os alunos, ao ler as tarefas matemáticas, não entendem o que leem e, por isso, apresentam equívocos em suas resoluções. O formador, ao conhecer este tipo comum de queixa, criou oportunidades de aprendizagem na medida em que buscou estabelecer uma conexão direta com as experiências dos professores e sua prática diária (elemento externo ao processo formativo), *relacionando* a introdução da tarefa matemática (foco no ensino) a uma dificuldade dos alunos (foco na aprendizagem) levando os professores a refletirem, contribuindo na geração de hipóteses sobre as relações basilares entre ensino e aprendizagem.

Na continuidade da discussão, o formador perguntou aos professores o que mais a professora do vídeo apresentou ao introduzir a tarefa matemática:

*Eliana: Tem a antecipação. Que nem no aperto de mãos, perguntar quantos [apertos de mão] vocês acham que vai ter de resposta, acho que vai ter quatro apertos.*

*Debora: Tem um outro aspecto que é chamar o aluno para ler.*

*Formador: Isso. Em vez de você ler, porque a voz do colega dá uma outra entonação. Tem outra coisa que a professora Celia fez e é bem bacana.*

*Adriana: Explicar com as próprias palavras.*

*Formador: Isso vai ajudando. Ela fez outra coisa, o que foi?*

Neste trecho além de *validar* a fala de Debora e de Adriana, o formador teve a ação de *parafrasear* na medida em que reformulou com suas próprias palavras a fala da professora. É possível perceber que o formador, ao conhecer de forma aprofundada os elementos que compõem uma introdução de uma tarefa matemática, foi solicitando que os professores expusessem esses elementos. Nesta situação, o formador, não satisfeito com as respostas dos professores, afirmou que teria outras coisas importantes no vídeo a ressaltar, *questionando* os professores:

*Adriana: Ela trouxe o cubo.*

*Formador: Isso, ela trouxe o cubo, para a questão da visualização. Porque em matemática a gente traz a importância das diferentes representações. Se a gente voltar na tábua de Pitágoras, se a gente perceber que a criança tem muita dificuldade em visualizar a multiplicação, na introdução [da tarefa matemática] seria um bom momento [de fazer perguntas]. Vocês conhecem essa tábua? O que a gente tem que fazer aí? Fala para mim. Tem que preencher? Para que a criança depois de você dar a tarefa não vá toda hora na sua mesa perguntar o que é para fazer, porque o aluno não tinha entendido. Então quando a gente vai planejar tarefas desta natureza a gente tem que antecipar as dificuldades e na introdução tentar contornar estas dificuldades, para que o aluno consiga realizar a tarefa matemática.*

Este trecho sugere que a resposta que o formador estava esperando foi dada por Adriana. A professora do vídeo analisado pelos professores havia trazido cubos com os adesivos autocolantes como material concreto, representação que poderia ajudar os alunos no entendimento do enunciado da tarefa matemática. O formador *estabeleceu uma conexão* com elementos internos ao próprio processo formativo quando retomou uma TAP desenvolvida anteriormente em que se referia às dificuldades dos alunos em preencher a Tábua de Pitágoras, o que pode propiciar aos professores oportunidades de *estabelecer relações*, potencializando a construção de maiores significados. Outra relação estabelecida pelo formador, por meio das ações de *estender/ampliar*, foi considerar que perguntas poderiam ser feitas aos alunos, bem como considerar no planejamento as possíveis dúvidas ou equívocos que os alunos possam ter em relação à tarefa matemática proposta.

## Conhecimento matemático e da prática educativa

A TAP *Generalização* tinha por objetivo discutir o significado da generalização, sua importância para o desenvolvimento do pensamento algébrico, e como trabalhar a generalização com os alunos. A realização da TAP, que apresentava registros e justificativas dos alunos quanto à veracidade de algumas sentenças matemáticas, demandou aos professores observar em qual das justificativas era possível perceber que os alunos estavam generalizando. Depois da apresentação das discussões ocorridas nos subgrupos, o formador voltou para o significado de generalizar:

*Formador: O que é generalizar em matemática?*

*Débora: É quando se tem uma situação... que serve não só para uma situação específica, mas para mais de um, tem um padrão, uma regularidade...*

*Formador: Quem quer completar ou contra-argumentar? Concordam com a colega?*

Silêncio.

*Formador: Vocês concordam com a Débora?*

Neste momento alguns professores acenaram que sim, mas não expuseram suas ideias sobre a questão colocada. Situações como essas são comuns em discussões coletivas, que podem ser fruto de um desconhecimento dos professores sobre o assunto, do receio de se expor, mas também por concordarem com a colega e não terem mais o que acrescentar. Neste trecho, ao *interpretar* a situação, o formador decidiu seguir em frente abordando outro objetivo do encontro:

*Formador: E qual a importância deste trabalho [sobre a generalização]? Qual a importância da generalização?*

*Eliana: Para o desenvolvimento do pensamento algébrico.*

*Débora: Tem as pesquisas que falam que sem ter esse fundamento, esse pensamento algébrico desenvolvido nos anos iniciais, eles terão muita dificuldade no ensino médio ou a partir do 6.º ano quando eles começam a ver com o nome Álgebra.*

*Formador: Muito bem! Então, a Eliana trouxe que é para o desenvolvimento do pensamento algébrico e a Débora numa*

*perspectiva mais longitudinal que é importante que se trabalhe com a generalização... para os anos seguintes.*

Um dos objetivos do processo formativo era que os professores compreendessem a importância de se trabalhar o pensamento algébrico nos anos iniciais, considerando sua recente inclusão no currículo oficial brasileiro, e a generalização como elemento central neste processo. Neste trecho, o formador *elogiou* e *validou* o posicionamento dos professores, *parafraseando* o que foi dito. Ao dar voz às ideias de Eliana e Débora, nomeando-as, conferiu autenticidade ao papel do professor de sujeito ativo de sua própria aprendizagem, contribuindo para a consolidação da prática de *estabelecer uma comunidade de aprendizagem*. Além disso, a discussão oportunizou a reflexão que Débora fez de sua própria prática:

*Débora: Pensando na minha prática, eu trabalho com o pensamento algébrico, mas não com aquela intencionalidade que eu tenho visto agora.*

*Formador: Faz diferença quando a Débora coloca a questão da intencionalidade? Faz diferença quando você tem esse conhecimento, essa intencionalidade?*

*Eliana: Faz.*

*Formador: Por quê?*

*Eliana: Porque quando você tem essa intenção você consegue fazer intervenções mais significativas, porque se não passa despercebido, você perde a oportunidade.*

Neste momento, o formador, se apoiando na fala de Débora, considerou a palavra “intencionalidade” como objeto de discussão, uma vez que, ao trabalhar um determinado conteúdo do currículo, o professor deve ter clareza de seu objetivo. Ainda que o formador tenha apresentado uma questão cuja resposta seria uma afirmação ou uma negação, na sequência *questionou*, solicitando também uma justificativa, proporcionando uma oportunidade em que os professores refletissem sobre a necessidade de se perseguir objetivos específicos ao oferecer tarefas aos alunos. Na continuidade da discussão, o formador sugeriu que poderiam existir outros argumentos para a necessidade de trabalhar os objetivos com intencionalidade:

*Formador: Tem uma outra coisa....*

*Débora: Quando você tem um objetivo, um objetivo específico para alcançar, eu quero desenvolver tal habilidade, então eu preciso ter tal caminho, seguir por aqui, tendo um planejamento de como ajudar as crianças.*

*Formador: Você ter um objetivo, que nem quando eu ponho os objetivos aqui. A gente tem um objetivo para o nosso encontro de hoje. Ao final do dia eu gostaria que a gente tivesse alcançado estes objetivos, então quando a gente vai entrar em sala de aula a gente sempre tem que ter um objetivo. Se o seu objetivo nunca será desenvolver o pensamento algébrico ou o trabalho com a generalização, pode até acontecer, mas você não vai conseguir intervir adequadamente nem tão pouco aferir se a criança chegou ao seu objetivo.*

O formador buscou estabelecer uma conexão direta com a prática, enfatizando o ciclo de trabalho do professor ao se referir ao planejamento (necessidade de ter um objetivo a perseguir), a realização e a avaliação, em uma ação de *esclarecer/explicar*. Além disso, buscou *relacionar* o que é feito no processo formativo (estabelecimento de objetivos) com a prática de sala de aula, criando oportunidades de aprendizagem a partir da experiência dos professores. A título de *resumo*, muito embora a discussão coletiva ainda não se havia encerrado, o formador apresentou os pontos principais da discussão:

*Formador: Vocês sempre podem trabalhar o pensamento algébrico e a generalização desde que primeiro vocês tenham esse objetivo, segundo que vocês tenham olhos de ver esses casos particulares, como eles podem se transformar em casos que tenham uma regularidade, isso pode surgir cotidianamente no trabalho de vocês.*

Em seguida, o formador pediu que os professores dessem sugestões de regularidades que estariam presentes em seu cotidiano, estabelecendo uma ligação com a prática de sala de aula e indo ao encontro de um dos objetivos do processo formativo, o de perceber que trabalhar o pensamento algébrico pode se dar a partir do aprofundamento da própria aritmética. Depois de vários exemplos dados pelos professores como a multiplicação e divisão por 10, 100 e 1000, o formador *estabeleceu uma relação* com o livro didático (EMAI) utilizado pelos professores:

*Formador: Estas situações estão presentes no EMAI.*

*Débora: Tá sim.*

*Adriana: E as vezes o EMAI não vem com essa proposta aberta para ajudar o professor porque por exemplo, a gente só vai conseguir ter esse entendimento de [tarefas] fechado e aberto, investigação e exploração quando a gente tem a formação. Se você deixar o material com as perguntas abertas por si só, eu penso que eu, por exemplo, não conseguiria me achar nisso, eu ficaria mais perdida. Se não fosse a formação talvez eu não faria da forma correta.*

Neste trecho, o formador, ao fazer alusão ao livro didático trabalhado pelos professores, criou uma oportunidade para que Adriana refletisse sobre sua própria relação com este material didático, associando com o processo formativo, testemunhando sua efetividade. Dentre as várias formas de estabelecer relações com a prática do professor, o livro didático é uma poderosa ferramenta, uma vez que usada cotidianamente, pode levar o professor a *estabelecer conexões* entre o processo formativo e o que eles desenvolvem em suas ações diárias.

## DISCUSSÃO

Em trabalhos anteriores acerca do processo formativo ora em análise, foi possível registrar mudanças na prática dos professores participantes “tanto com relação a sua compreensão sobre o significado do pensamento algébrico como à forma de trabalhar em sala de aula” (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação). Além disso, foi realizada a decomposição do trabalho do formador durante a orquestração de discussões coletivas em ações que, a partir de suas regularidades, foram categorizadas em práticas do formador (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação) (Tabela 1). No presente artigo buscamos caracterizar e verificar de que forma as ações e práticas de um formador foram propulsoras na criação de oportunidades de aprendizagem profissional aos professores participantes, contribuindo para a construção de um corpo de conhecimentos necessários ao formador.

Os resultados apresentados indicam que muitas das ações que criaram oportunidades de aprendizagem profissional, tanto no que se refere aos conhecimentos matemáticos quanto da prática educativa, estão incluídas nas práticas de *estabelecer conexões* e *desafiar os professores a avançar em seus conhecimentos*, uma vez que favoreceram a reflexão (Webster-Wright, 2009). As ações de *retomar* e *relacionar* criaram oportunidades de aprendizagem profissional na medida em que propiciaram o estabelecimento de relações

(Hiebert et al., 1997) com a prática do professor, levando em conta suas experiências e conhecimentos. Exemplos desta relação direta com a prática ocorreram quando o formador se referiu ao livro didático utilizado pelos professores, mas também quando problematizou a introdução da tarefa matemática relacionando com uma queixa comum dos professores de que os alunos não conseguem interpretar um problema. Por seu lado, as ações de *questionar* criaram oportunidades de aprendizagem profissional na medida em que provocaram reflexões, o que pode ser observado quando o formador, na TAP *Sinal de igual*, fez perguntas de forma que os professores reconsiderassem seu conhecimento matemático acerca dos procedimentos adotados na resolução de uma equação.

Ainda que essas duas práticas nos pareçam as que mais podem contribuir para uma mudança da prática do professor a partir da reflexão, existem outras, que embora não se relacionem diretamente com a criação de oportunidades de aprendizagem profissional – *Estabelecer uma comunidade de aprendizagem e Sistematização das aprendizagens* –, se mostram importantes no favorecimento ou no impedimento das aprendizagens. A necessária participação e interação entre os professores não é algo que decorre da simples junção de carteiras para que os professores trabalhem em conjunto, devendo ser provocada pelo formador. *Estabelecer uma comunidade de aprendizagem* implica que os professores se sintam seguros para participar (Elliott et al., 2009) sendo condição para que outras ações possam ser impetradas. Tal condição foi verificada quando o formador *convidou* os professores a se manifestarem, mas sobretudo quando *elogiou*, incentivando-os a tornar público seu ensino (Kazemi, Ghouseini, Cunard & Turrou, 2015) e *validou* suas ideias, encorajando-os a se envolver e se sentir mais confortável em compartilhar suas experiências. Faz parte também da discussão o fechamento das ideias, ainda que provisório, em que se *resume* e *resgata* falas, conceitos e desajustes que surgiram durante as discussões e ao longo de todo o processo da TAP. A prática de *sistematizar as aprendizagens* ocorreu antes mesmo do final da discussão, ratificando a possibilidade desta prática ocorrer durante o processo de discussão (Ponte, Mata-Pereira & Quaresma, 2013).

A maioria das situações que decorrem em uma discussão coletiva são imprevisíveis, considerando não ser possível ter controle sobre as ideias, questões e observações que os professores irão apresentar. Diante das muitas colocações dos professores, o formador precisa decidir que caminho tomar ao mesmo tempo “que procura aproveitar as ideias dos professores e orientar as conversas” (Borko, Jacobs, Seago & Mangram, 2014, p. 261). No que se refere a *interpretação* do contexto, na TAP *Sinal de igual*, quando os professores não

responderam satisfatoriamente a sua pergunta, o formador, *interpretando* a situação, lançou mão da representação da resolução de uma equação, de forma que os professores compreendessem o sentido que o sinal de igual representava numa equação e pudessem fazer uma transposição para sua própria prática. A prática de *Interpretar as interações com os professores e entre os professores* evidenciou o papel fundamental do formador na condução de negociações num processo de discurso dialógico. Para Jacobs, Lamb e Philipp (2010), a partir da observação profissional, o professor tem como habilidades prestar atenção, interpretar e decidir como responder aos entendimentos matemáticos dos alunos (*noticing*). Em analogia ao papel do professor é imprescindível que o formador seja capaz de aplicar estas três habilidades na orquestração das discussões coletivas, considerando que é “importante desvendar o raciocínio pedagógico atual dos professores e apoiá-los para atender às novas abordagens de ensino de matemática por meio de discussões em grupos profissionais” (Kim, Metzger & Heaton, 2020, p. 1225).

Foi possível depreender que a combinação das ações do formador pode favorecer a criação de oportunidades de aprendizagem profissional, o que também é defendido por outros autores (van Es, Tunney, Goldsmith & Seago, 2014; Zhang, Lundeberg & Eberhardt, 2011). Na TAP *Sinal de igual*, Rosana testemunhou que após ver pela primeira vez os diferentes significados do sinal de igual, conseguiu estabelecer uma relação com sua própria prática.

Além das ações sucessivas e combinadas do formador, foi possível perceber que focar no objetivo da TAP é elemento imprescindível na orquestração das discussões coletivas (Elliott et al., 2009), considerando que é natural que assuntos periféricos e também distantes do objetivo central façam parte na discussão. Na TAP *Analisando uma aula de matemática* os resultados mostraram que a discussão foi-se desenvolvendo num movimento crescente de aperfeiçoamento das ideias, em que o formador perseguiu o objetivo de levantar as características centrais da introdução de uma tarefa matemática.

O presente trabalho indica também que da mesma forma que os alunos se beneficiam do trabalho com diferentes representações de uma mesma situação matemática (NCTM, 2014), é possível inferir que na formação de professores o papel das diferentes representações exerça a mesma influência, uma vez que no trabalho com o sinal de igual os professores conseguiram se beneficiar da representação da equação para entender seu sentido de equivalência.

## CONCLUSÃO

Dada a necessidade sempre presente de alavancar os conhecimentos e habilidades dos professores no e para o ensino da matemática, notadamente, dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental que apresentam lacunas em seu conhecimento (Ferreira, Ribeiro & Ribeiro, 2017), os processos formativos precisam ser continuamente aperfeiçoados por meio de pesquisas que foquem os múltiplos elementos que compõem a sua condução com eficácia (Desimone, 2009).

O quadro de referência “Práticas e ações do formador de professores durante a orquestração de discussões coletivas” permitiu caracterizar as ações do formador nas três TAP analisadas. Para concretizar os objetivos propostos, além de TAP contendo registros de prática (Ball, Ben-Peretz & Cohen, 2014), o formador foi ao longo das discussões coletivas interpretando, estabelecendo conexões, desafiando, sistematizando e estabelecendo uma comunidade de aprendizagem. Embora em cada TAP analisada as ações não tenham ocorrido na mesma sequência, uma vez que o processo dialógico torna único o desenrolar de cada discussão, as ações impetradas em cada discussão foram semelhantes, tanto no que se refere ao desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos quanto da prática educativa. Neste sentido, uma das contribuições deste trabalho reside na legitimação das cinco práticas do formador de professores dado que, operacionalizadas em conjunto, propiciaram reflexões sobre a prática, aspecto fundamental para ampliar os conhecimentos e habilidades dos professores (Kim, Metzger & Heaton, 2020).

No que se relaciona a criação de oportunidades de aprendizagem profissional, verificamos que as práticas de *estabelecer conexões* e *desafiar os professores a avançar em seus conhecimentos* foram centrais na medida em que propiciaram desequilíbrios cognitivos a partir da reflexão, o que pode levar a mudanças na prática. Neste sentido, ao orquestrar discussões coletivas, o formador deve ter como guia, estas duas práticas, desafiando, por meio de ações de *relacionar*, *retomar*, *contrapor* e *questionar* os professores em suas ideias. Por outro lado, a prática de *estabelecer uma comunidade de aprendizagem* propicia a criação de oportunidades de aprendizagem profissional na medida em que favorece que os professores se exponham. Se os professores não se sentirem confortáveis em se expor, contribuindo nas discussões, os desafios podem se esvaziar em respostas evasivas. Por fim, a prática de *Interpretar as interações com os professores e entre os professores* nos parece fundante e geradora de tantas outras ações a serem consumadas para o prosseguimento das

discussões sendo fruto do conhecimento do formador (Ferreira, Ponte & Ribeiro, em publicação), mas também do objetivo de aprendizagem a perseguir.

Concluimos ressaltando algumas das limitações do trabalho, sugerindo pesquisas futuras. A caracterização das práticas e ações do formador ao orquestrar discussões coletivas foi observada a partir de um único processo formativo e a partir da condução de um formador específico, devendo ser estudada em outros contextos e disciplinas, incluindo na formação inicial. Além disso, a prática de interpretar os momentos de tensão retratados nos dados indica que pesquisas devem ser feitas no sentido de investigar o papel do formador nos momentos em que professores (i) se desviam do assunto; (ii) apresentam equívocos conceituais ou procedimentais; (iii) ficam em silêncio diante de questionamentos feitos pelo formador; e (iv) não respondem de acordo com o objetivo proposto. Diante destas tensões é pertinente indagar quais são as ações e práticas que o formador pode utilizar, tanto para tirar proveito da situação, como conseguir sair dela e seguir com o objetivo proposto, buscando constituir o papel de *noticing* do formador.

Por fim, analisar as práticas dos formadores é um caminho profícuo na medida em que desvelam as complexidades que são específicas da atuação dos formadores de professores (Borko et al., 2021). Nosso trabalho contribui com a literatura ao apontar que o quadro de referência “Práticas e ações do formador de professores durante a orquestração de discussões coletivas” fornece ideias sobre ações eficazes de orquestrar discussões coletivas que podem se concretizar no planejamento do formador ao incluir estratégias de diálogo, reduzindo a imprevisibilidade de sua orquestração, tão presentes em situações de prática profissional.

## **DECLARAÇÕES DE CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

M.C.N.F. fez a coleta e a análise preliminar dos dados e escreveu a primeira versão do artigo. Todos os autores, M.C.N.F., J.P.P. e A.J.R. discutiram todas as partes do artigo, revisaram e contribuíram para a versão final do trabalho.

## **DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS**

Os autores concordam que os dados que sustentam os resultados deste estudo estão disponíveis mediante solicitação razoável, a critério dos autores.

## REFERÊNCIAS

- Ball, D., Ben-Peretz, M. & Cohen, R. B. (2014). Records of Practice and the Development of Collective Professional Knowledge. *British Journal of Educational Studies*, 62(3), 317-335.
- Ball, D. & Cohen, D.K. (1999). Developing practice, developing practitioners. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession* (pp. 3-32). Jossey-Bass.
- Blanton, M. L. (2008). *Algebra in elementary classrooms: Transforming thinking, transforming practice*. Heinemann.
- Boavida, A. M., Gomes, A. & Machado, S. (2002). Argumentação na aula de matemática: Olhares sobre um projecto de investigação colaborativa. *Educação e Matemática*, 70, 18-26.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto.
- Borko, H., Jacobs, J., Seago, N., & Mangram, C. (2014). Facilitating video-based professional development: Planning and orchestrating productive discussions. In Y. Li, E. A. Silver, & S. Li (Eds.), *Transforming mathematics instruction* (pp. 259-281). Springer.
- Borko, H., Carlson, J., Deutscher, R., Boles, K. L., Delaney, V., Fong, A., Jarry-Shore, M., Malamut, J., Million, S., Mozenter, S., & Villa, A. M. (2021). Learning to Lead: An Approach to Mathematics Teacher Leader Development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 121-143. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10157-2>
- Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. National Academies Press.
- Brasil, Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica (2017). *Base Nacional Comum Curricular*: MEC/SEB.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X08331140>

- Elliott, R., Kazemi, E., Lesseig, K., Mumme, J., Carroll, C., & Kelley-Petersen, M. (2009). Conceptualizing the work of leading mathematical tasks in professional development. *Journal of Teacher Education*, 60(4), 364-379.
- Escudero-Ávila, D., Monte, M. & Contreras, C. (2021). What do mathematics teacher educators need to know? Reflections emerging from the content of mathematics teacher Education. In M. Goos, K. Beswick (eds.), *The learning and development of mathematics teacher educators*, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62408-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62408-8_2)
- Ferreira, M. C. N., Ribeiro, C. M. & Ribeiro, A. J. (2017). Conhecimento matemático para ensinar álgebra nos anos iniciais do ensino fundamental. *Zetetiké*, 25(3), 496-514. <https://doi.org/10.20396/zet.v25i3.8648585>
- Ferreira, M. C. N., Ponte, J. P., & Ribeiro, A. J. (2022). Towards an approach to teachers' professional development: how to work with algebraic thinking in the early years. *PNA*, 16(2), 167-190. <https://doi.org/10.30827/pna.v16i2.22234>
- Ferreira, M. C. N., Ribeiro, A. J. & Ponte, J. P. (in press). Práticas e ações do formador de professores que ensinam matemática na orquestração de discussões coletivas. *BOLEMA*
- Gibbons, L. K. & Cobb, P. (2017). Focusing on teacher learning opportunities to identify potentially productive coaching activities. *Journal of Teacher Education*, 68(4), 411-425. <https://doi.org/10.1177/0022487117702579>
- Gibbons, L. K., Lewis, R. M., Nieman, H., & Resnick, A. F. (2021). Conceptualizing the work of facilitating practice-embedded teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103304. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103304>
- Hernández, F. (1998). Formação docente: O desafio da qualificação cotidiana. A importância de saber como os docentes aprendem. *Pátio Revista Pedagógica*, 4.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K.C., Wearne, D., & Murray, H. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann.

- Hohensee, C. (2015). Preparing elementary prospective teachers to teach early algebra. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20(3), 231-257. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9324-9>
- Jacobs, V. R., Lamb, L. C., & Philipp, R. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202.
- Kazemi, E., Ghouseini, H., Cunard, A., & Turrou, A. C. (2015). Getting inside rehearsals: Insights from teacher educators to support work on complex practice. *Journal of Teacher Education*, 67(1), 18–31. <https://doi.org/10.1177/0022487115615191>
- Kieran, C., Pang, J., Schifter, D., & Ng, S. F. (2016). ICME-13. *Early algebra: Research into its nature, its learning, its teaching*. Springer.
- Kim, Hj., Metzger, M. & Heaton, R. M. (2020). Teacher planning sessions as professional opportunities to learn: An elementary mathematics teacher's re-conceptualization of instructional triangles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1207–1227. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10019-y>
- Krainer, K., Even, R., Rogers, M.P., & Berry, A. (2021). Research on learners and teachers of mathematics and science: Forerunners to a focus on teacher educator professional growth. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10189-8>
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Masingila, J. O., Olanoff, D. E., & Kimani, P. M. (2018). Mathematical knowledge for teaching teachers: Knowledge used and developed by mathematics teacher educators in learning to teach via problem solving. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21, 429–450. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9389-8>
- Mestre, C. & Oliveira, H. (2011). O pensamento algébrico e a capacidade de generalização de alunos do 3.º ano de escolaridade do ensino básico. In: Guimarães, C. & Reis, P. (Orgs.) *Professores e infâncias: Estudos e experiências* (pp. 201-223). Junqueira & Marin.

- Molina, M. (2009). Uma proposta de cambio curricular: integraci3n del pensamiento algebraico em educaci3n primaria. *PNA*, 3(3), 135-156. <https://doi.org/10.30827/pna.v3i3.6186>
- NCTM (2014). *Princípios para a aç3o: Assegurar a todos o sucesso em Matemática*. APM.
- Opfer, V. D., & Pedder, D. (2011). Conceptualizing Teacher Professional Learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376-407. <https://doi.org/10.3102/0034654311413609>
- Ping, C., Schellings, G. & Beijaard, D. (2018). Teacher educators' professional learning: A literature review. *Teaching and Teacher Education*, (75), 93–104. <http://doi:10.1016/j.tate.2018.06.003>
- Ponte, J. P. (2005). Gest3o curricular em matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). APM.
- Ponte, J. P. (2012). Estudando o conhecimento e o desenvolvimento profissional do professor de matemática. In: N. Planas (Ed.), *Educaci3n matemática: Teoría, crítica y práctica* (pp. 83-98). Graó.
- Ponte, J. P., Mata-Pereira, J., & Quaresma, M. (2013). Aç3es do professor na conduç3o de discuss3es matemáticas. *Quadrante*, 22(2), 55-81.
- Ponte, J. P., Quaresma, M. & Branco, N. (2012). Práticas profissionais dos professores de Matemática. *Avances de Investigación en Educaci3n Matemática*, 1, 65-86.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2015). Exercícios, problemas e exploraç3es: Perspectivas de professoras num estudo de aula. *Quadrante*, 24(2), pp. 11-134.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Mata-Pereira, J., & Baptista, M. (2016). O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de matemática. *BOLEMA*, 30(56), 868-891.
- Ponte, J. P., Mata-Pereira, J., Quaresma, M., & Velez, I. (2017). Formaç3o de professores dos primeiros anos em articulaç3o com o contexto de prática de ensino de Matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 20(1), 71-94. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2013>
- Ribeiro, A. J., & Ponte, J. P. (2020). Um modelo teórico para organizar e compreender as oportunidades de aprendizagem de professores para

- ensinar matemática. *Zetetiké*, 28, 1-20.  
<https://doi.org/10.20396/zet.v28i0.8659072>
- Sancar, R., Atal, D., & Deryakulu, D. (2021). A new framework for teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103305, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103305>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professional think in action*. Averbury.
- Skovsmose, O. (2001). *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Papirus.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10, 313-340.  
<http://dx.doi.org/10.1080/10986060802229675>
- van Es, E. A., Tunney, J., Goldsmith, L., & Seago, N. (2014). A framework for the facilitation of teachers' analysis of video. *Journal of Teacher Education*, 64(4), 340-356. <http://doi:10.1177/0022487114534266>
- Webster-Wright, A. (2009). Reframing professional development through understanding authentic professional learning. *Review of Educational Research*, 79, 702–739. <https://doi.org/10.3102/0034654308330970>
- White, A. L., Jaworski, B., Agudelo-Valderrama, C. & Gooya, Z. (2013). Teachers learning from teachers. In M. A. (Ken) Clements et al. (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 393-430). Springer.
- Zhang, M., Lundeberg, M., & Eberhardt, J. (2011). Strategic facilitation of problem-based discussion for teacher professional development. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 342-394.  
<https://doi.org/10.1080/10508406.2011.553258>
- Zopf, D. (2010). *Mathematical knowledge for teaching teachers: The mathematical work of and knowledge entailed by teacher education*. Unpublished doctoral dissertation.  
[http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/77702/dzopf\\_1.pdf](http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/77702/dzopf_1.pdf)