

# Aprendizagens Profissionais de Professores de Matemática do Ensino Médio no Contexto dos Estudos de Aula

Adriana Richit<sup>1</sup><sup>a</sup>  
Mauri Luís Tomkelski<sup>2</sup><sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Erechim, RS, Brasil

<sup>b</sup> Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, Portugal

*Recebido para publicação em 19 fev. 2019. Aceito, após revisão em 9 set. 2020.*

*Editor designado: Claudia Lisete Oliveira Groenwald*

## RESUMO

**Contexto:** O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional inovador, originário do Japão, sendo importante saber se é aplicável noutros contextos culturais. **Objetivo:** O artigo examina as aprendizagens profissionais de professores de matemática envolvidos em estudos de aula. **Design:** Investigação qualitativa e interpretativa, usando observação participante. **Ambiente e participantes:** Os participantes são dezessete professores de matemática do ensino médio da rede pública estadual de ensino, pertencentes à 15.<sup>a</sup> Coordenadoria Regional de Educação do Estado do Rio Grande do Sul. **Coleta e análise de dados:** O material empírico do estudo constitui-se das notas de campo produzidas no contexto das sessões do estudo de aula, das produções textuais dos professores sistematizada nos seus diários de bordo, dos registros em áudio das aulas de investigação, assim como dos registros em áudio da sessão de reflexão sobre as aulas e avaliação da ação formativa. **Resultados:** Os resultados evidenciam que a participação dos professores no estudo de aula lhes proporcionou aprendizagens profissionais relativas ao aprofundamento do conteúdo curricular a ensinar e das estratégias e recursos para o ensino dos tópicos da matemática e também no que diz respeito ao trabalho colaborativo, à reflexão sobre a prática e às dinâmicas formativas predominantes nos contextos educativos. **Conclusões:** O estudo sugere que o estudo de aula é um promissor processo de desenvolvimento profissional no que diz respeito ao ensino da matemática e, sobretudo, à cultura profissional.

**Palavras-chave:** aprendizagem profissional; estudo de aula; ensino médio; desenvolvimento profissional.

## Secondary School Mathematics Teachers' Professional Learning in a Lesson Study

### ABSTRACT

**Background:** Lesson study is an innovative professional development process, originated from Japan, that is important to know if it may be applicable in other cultural contexts. **Objective:**

---

Autor correspondente: Adriana Richit. Email: [adriana.richt@uffs.edu.br](mailto:adriana.richt@uffs.edu.br)

This paper analyses professional learning of mathematic teachers involved in lesson study. **Design:** Qualitative and interpretative research, using participant observation. **Setting and participants:** The participants are seventeen mathematics teachers of secondary school at the teaching public network of Rio Grande do Sul State. **Data collection and analysis:** Research's empirical material consist of field notes produced in the context of lesson study sessions, teachers' textual productions systematized in their logbooks, audio recordings of the research lesson and debriefing session. **Results:** The results highlight that teachers' participation in lesson study provided them professional learning related to deepening of the curricular content to teach at classroom, as well about teaching resources to teach mathematics topics and also about the collaborative work in the school context, the reflection on professional practices and about the teacher's education approaches prevalent in the educative settings. **Conclusions:** The study suggests that lesson study is a powerful professional development process both regarding mathematics teaching and professional culture.

**Keywords:** professional learning; lesson study; secondary school; professional development.

## INTRODUÇÃO

As aprendizagens profissionais de professores constituem um tema relevante e crescentemente investigado no âmbito das pesquisas em educação matemática, porque representam aspecto central e necessário à promoção de novas práticas de sala de aula. Subjacente às aprendizagens profissionais estão os processos e abordagens de formação e desenvolvimento profissional de professores que podem favorecer ou promover distintas aprendizagens. Dentre as abordagens de desenvolvimento profissional docente que têm interessado pesquisadores ao redor do mundo, destaca-se o estudo de aula (lesson study), um processo de desenvolvimento profissional de professores de natureza reflexiva e colaborativa e centrado na prática letiva (Lewis, 2002; Murata, 2011).

Nesta perspectiva, o nosso objetivo é examinar as aprendizagens profissionais de professores de matemática do ensino médio no contexto do estudo de aula, considerando-se as possibilidades evidenciadas por esta abordagem formativa para a promoção de aprendizagens profissionais e para a concretização de práticas de sala de aula de natureza distinta das práticas convencionais centradas na exposição do professor. Escolhemos abordar as aprendizagens de professores do ensino médio pelo fato de haver poucos trabalhos em nível nacional e internacional que examinam as possibilidades dos estudos de aula neste nível de ensino. Optamos por trabalhar com professores da rede pública de ensino como uma forma de compreender como o estudo de aula pode contribuir para as aprendizagens profissionais de professores atuantes em escolas públicas, cujas possibilidades de experimentarem abordagens formativas diferenciadas são influenciadas pelas condições de trabalho.

## **DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES E APRENDIZAGEM PROFISSIONAL**

No contexto das discussões e estudos sobre formação de professores, um importante conceito está subjacente: o desenvolvimento profissional, que diz respeito ao desenvolvimento da competência profissional do professor em relação às práticas letivas e não letivas, bem como na sua autonomia nas práticas de ensino em sala de aula e como elemento da organização escolar (Ponte, 1998). O desenvolvimento profissional constitui um movimento de dentro para fora, isto é, do professor em formação para o contexto em que está inserido, combinando processos formais e informais de formação (Nóvoa, 1995; Ponte, 1998). Além disso, Ponte (1998) acrescenta que o desenvolvimento profissional pode ser promovido por meio do envolvimento do professor em processos formativos que propiciem oportunidades de reflexão, participando em práticas sociais, com forte envolvimento pessoal e suporte dado pelos grupos sociais em que participa.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento profissional não diz respeito apenas à prática de sala de aula. Reflete também as relações que o professor estabelece no seu exterior, na partilha de pensamentos e competências com os colegas, melhorando a prestação da escola no sucesso dos alunos (Seco, 2009). Portanto, desenvolvimento profissional é a soma total das aprendizagens formais e informais perseguidas e experienciadas em um ambiente de aprendizagem envolvente sob condições de complexidade e mudança dinâmica (Fullan, 1995; Ponte, 2014).

A aprendizagem profissional docente, concebida como fenômeno dinâmico, permanente, pessoal e socialmente constituído na interação entre professores e mediante o confronto e modificação de ideias e da reinterpretação de experiências (Flores, 2004), envolve aprendizagens relacionadas com o campo disciplinar, o ensino em sala de aula e, ainda, aspectos relacionados à gestão do ensino, elementos do contexto profissional, entre outros processos intrínsecos à docência. Neste sentido, as práticas profissionais vivenciadas pelo professor ao longo da carreira contribuem no seu processo de formação (Zeichner, 1999) e, portanto, para o seu desenvolvimento profissional, pois propiciam aprendizagens de distinta natureza. E estas aprendizagens envolvem a área disciplinar, o ensino em sala de aula, os processos de aprendizagens dos alunos e suas dificuldades, e elementos do contexto social e cultural de atuação.

Garcia (1999) argumenta que os professores, enquanto sujeitos dos processos educativos e do próprio desenvolvimento, estão envolvidos em uma atividade profissional que lhes proporciona situações formais e não formais de aprendizagem. Nesta perspectiva, Tiezzi (1992) aponta a necessidade de reconhecermos os professores como “sujeitos que aprendem, em vez de meros executores ou obstáculos da/para a mudança” (p. 19). Para tanto, faz-se necessário que a investigação sobre o processo de desenvolvimento profissional docente “continue a explorar os modos segundo os quais os professores aprendem novas formas de pensar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos, assim como as condições que facilitam a aprendizagem dos professores” (Tiezzi, 1992, p. 19).

Uma das abordagens teóricas para as aprendizagens profissionais de professores, ancorada na teoria da aprendizagem social (Bandura, 1977; Rotter, 1954), concebe esta aprendizagem como um processo que se concretiza na interação entre pares e mediante a observação do ambiente, das condutas aí estabelecidas e da prática de outros colegas. Por meio desse processo o professor aprende novos papéis, conhecimentos, condutas e práticas profissionais (Garcia, 1999).

Em um estudo sobre as aprendizagens profissionais de professores, Desimone (2009) destacou cinco aspectos relativos ao modo como estas aprendizagens influenciam o conhecimento, as habilidades e a prática do professor: foco no conteúdo, aprendizagem ativa, coerência, direção e participação coletiva. Acrescenta que as tensões entre estas características constituem uma das razões pelas quais as mudanças nos processos de ensino em larga escala tornam-se difíceis. Nesta direção, para melhorar o ensino, promovendo mudanças na prática, as aprendizagens profissionais precisam superar a lacuna entre os conhecimentos e crenças do professor e os conhecimentos provenientes da pesquisa (Desimone, 2009) e, então, a participação coletiva pode acrescentar a este processo sentido coletivo sobre as dificuldades de conteúdo devido às mudanças nas normas sobre o ensino desejável (Spilane, 2000).

Além disso, de acordo com Feiman (2001), subjacente à perspectiva da prática profissional como uma via de desenvolvimento do professor, está a concepção de que a aprendizagem sobre como ensinar se dá no contexto das experiências diretas, interações e interlocuções com os colegas e demais envolvidos nos processos educacionais sobre situações relacionadas à prática de sala de aula. Portanto, as aprendizagens profissionais dos professores estão pautadas nas distintas experiências cotidianas e envolvem aspectos estruturantes que se constituem, dinamicamente, ao longo da carreira docente, assim como das distintas atividades formativas, nas quais ele se envolve na profissão.

A colaboração profissional, contexto essencial às aprendizagens profissionais, caracteriza a interação, em seu sentido mais estrito, que se estabelece entre os professores, na medida em que estão envolvidos em uma atividade comum, partilhando objetivos também comuns e interagindo de forma coletiva e cooperativa (Hargreaves, 1998). Este autor acrescenta que a colaboração pode assumir formas distintas, desde o ensino em equipe, perpassando o processo de planejamento colaborativo, o trabalho em pares, a investigação em colaboração, etc. Por esta via, a colaboração tem sido apresentada como uma solução viável para os problemas da educação na medida em que se encontra vinculada aos processos de melhora da qualidade do ensino e desenvolvimento da escola (Hargreaves, 1998; Roldão, 2007), constituindo-se, assim, em importante elemento do desenvolvimento profissional de professores e melhoria da escola (Day, 2001).

Além dos aspectos da colaboração acima abordados, Fullan (1995) diz que as pesquisas sobre as culturas colaborativas da escola mostram que as aprendizagens do professor são constituídas, especialmente, nas interações cotidianas entre colegas que compartilham a preocupação com a aprendizagem contínua. Pelo seu lado, Borges

(2007) considera que uma “cultura de colaboração profissional é aquela em que tudo, o bom, o mau, a incerteza, a certeza se partilham, são discutidos, em que se procura o apoio e a ajuda necessários para aprender” (p. 370-371). Neste sentido, as formas de partilha concretizam-se na prática profissional e tornam-se significativas para a vida e o trabalho docente, pois a confiança que emerge da “partilha e do apoio colegial conduziu a uma maior disponibilidade para fazer experiências e para correr riscos e, com estes, a um empenhamento dos docentes num aperfeiçoamento contínuo, enquanto parte integrante das suas obrigações profissionais” (Hargreaves, 1998, p. 209).

As mudanças na prática referem-se aos processos de ressignificação e redefinição das atividades profissionais cotidianas do professor em sala de aula. Contudo, as mudanças na prática do professor podem alcançar níveis diferenciados ao longo da carreira e envolver aspectos de natureza distinta (Garcia, 1999). Neste sentido, Guskey (1986) propõe um modelo temporal de mudanças do professor que estão na base do processo de desenvolvimento profissional, segundo o qual, as mudanças na prática de ensino em sala de aula conduzem à mudanças no rendimento dos alunos e, por fim, associam-se as mudanças nas crenças e atitudes dos professores.

Além disso, Fullan (1995) considera que qualquer mudança no ensino e no currículo dependem em grande parte dos professores. Nesta direção, Garcia (1995) aponta que a valorização dos aspectos contextuais, organizativos e orientados para a mudança do professor é elemento fundamental para o desenvolvimento profissional docente. E Day (2001) argumenta que as mudanças na prática do professor pressupõem um processo de desenvolvimento profissional eficaz e dependem “das suas experiências passadas (histórias de vida e de carreira), da sua disposição, das suas capacidades intelectuais, das convicções sociais e do apoio institucional” (p. 38). Nesta perspectiva, o desenvolvimento profissional docente concretiza-se mediante aprendizagens profissionais, implicando, portanto, em mudança na prática. Contudo, mudanças na prática somente são possíveis se houver disponibilidade para a mudança por parte do professor (Day, 2001; Nóvoa, 1995).

Em síntese, o desenvolvimento profissional docente concretiza-se mediante as aprendizagens profissionais, promovidas de forma dinâmica e contínua, nos níveis pessoal e social, a partir das interações entre profissionais de um grupo particular em que ideias são transformadas e experiências reinterpretadas (Flores, 2004). E, mediante estas aprendizagens, mudanças de natureza distinta são fomentadas e embasadas. Além disso, este processo de desenvolvimento profissional pressupõe um contexto de colaboração profissional, no qual aprendizagens profissionais e mudanças na prática são favorecidas. Em outras palavras, a colaboração é fundamental para o desenvolvimento profissional dos professores e, assim, para a concretização de mudanças nas escolas (Day, 2001).

## ESTUDOS DE AULA

Os estudos de aula surgiram no Japão no início do século XX, no governo de Meiji<sup>1</sup>, quando mudanças no sistema educativo fizeram-se necessárias e urgentes. Esta abordagem consolidou-se como uma forma de preparar os professores para desenvolverem suas práticas pedagógicas (Isoda, 2007). Inspirados no modelo de ensino para classes inteiras (ensino coletivo), predominante no ocidente, foram instituídas nas escolas normais japonesas aulas centradas em métodos para promover o ensino coletivo. Mediante a publicação de um livro, que apresentava o modelo de ensino coletivo desenvolvido experimentalmente nas escolas normais, o qual trazia comentários sobre materiais didáticos e instruções para a realização de observações nas aulas e, também, para condução das sessões de crítica sobre as aulas observadas, o Ministério da Educação Japonês instituiu este modelo em todo o país (Isoda, 2007). A partir de então, concebidos como uma abordagem de desenvolvimento profissional de professores, centrada na prática letiva e de natureza colaborativa e reflexiva, os estudos de aula passaram a ser amplamente praticados naquele país (Stigler & Hiebert, 1999; Yoshida, 1999).

A disseminação desta abordagem em países do ocidente ocorreu apenas a partir do final dos anos de 1990 sobretudo mediante a divulgação do livro *The teaching gap* (Stigler & Hiebert, 1999) que creditou à estrutura de resolução de problemas do estudo de aula japonês, e especialmente ao processo de desenvolvimento profissional ao qual todos os professores japoneses estão envolvidos, o sucesso dos alunos em matemática no TIMSS – *Trends in International Mathematics and Science Study* (Stigler & Hiebert, 1999). O trabalho de Yoshida (1999), que apresenta, em sua pesquisa de doutorado, de maneira ampla e aprofundada o estudo de aula japonês, constitui o marco inicial de disseminação desta abordagem para o mundo ocidental.

Os estudos de aula desenvolvidos no Japão apresentam uma estrutura nuclear comum, que pode sofrer adaptações em face aos contextos e objetivos em que são concretizados. Esta estrutura compõe-se de quatro etapas: definição de objetivo para a aula, planejamento da aula de investigação, lecionação da aula de investigação e reflexão sobre esta aula a partir dos registros produzidos pelos observadores (Lewis, 2002). Entretanto, há relatos de estudos de aula que apresentam mais de um ciclo, mediante a qual a aula de investigação é retomada, reestruturada e ensinada a outra turma de alunos, repetindo-se todo o processo. Há também relatos de estudos de aula na formação inicial de professores (Ponte, 2017).

Um importante aspecto inerente ao estudo de aula refere-se à abordagem pedagógica subjacente à aula de investigação. Uma das perspectivas que tem sido evidenciada em diversos trabalhos ao redor do mundo refere-se ao *structured problem solving*, que está no centro das abordagens de estudos de aula promovidas no Japão. Fujii (2018) destaca que a resolução de problemas no estudo de aula japonês é uma perspectiva amplamente

---

<sup>1</sup> A Era Meiji constituiu-se na primeira época do Império no Japão, entre os anos de 1868-1912. Foi extremamente importante para o desenvolvimento do Japão, uma vez que o tornou uma das grandes potências mundiais capitalistas. Foi marcada por um período de transformações políticas, econômicas e sociais, dentre elas a promulgação do Código de Educação (1972), que instituiu as escolas normais (Arcavi & Menalorca, 2008).

valorizada e difundida, embora alguns aspectos sejam mais ou menos valorizados. Entretanto, na abordagem japonesa, quatro momentos da resolução de problemas são evidenciados: o professor apresenta o problema e os alunos procuram compreendê-lo; os alunos trabalham para resolver o problema; o professor favorece a comparação e a discussão das resoluções dos alunos; e; o professor sintetiza a aula (Fujii, 2018).

Numa perspectiva próxima ao *structured problem solving*, uma abordagem crescentemente evidenciada em relatos sobre estudos de aula é a abordagem exploratória. Ponte et al. (2014) destacam que a abordagem exploratória no ensino da matemática permite ao professor refletir sobre o ensino em sala de aula, ao mesmo tempo que procura levar os alunos a enfrentarem situações para as quais não possuem um método de resolução imediatamente aplicável (Ponte, 2005), levando-os a construir ou aprofundar a sua compreensão de conceitos, representações, procedimentos e ideias matemáticas.

Nesta direção Villegas-Reimers (2003) concebe o estudo de aula como um processo que fornece todos os elementos necessários, os quais as pesquisas indicam promover a aprendizagem profissional efetiva para professores de matemática. Esta autora destaca oito aspectos dos estudos de aula que tornam esta abordagem adequada para promover diferentes aprendizagens profissionais. O estudo de aula é *experiential* (estimulado e embasado sobre as experiências dos professores), *sustentado* (envolve ciclos de planejamento, antecipação, implementação e reflexão), *fundamentado* (apoia-se na prática profissional do professor e em recursos adequados; relacionado ao contexto e a cultura), *confiança* (os professores são incentivados a comunicar suas ideias e recebem apoio para assumir riscos), *colaborativo* (envolve redes de trabalho de professores e administradores), *apoiado* (por especialistas externos e resultados de pesquisa), *provocativo* (envolve ambos, pressão e apoio), *focado* (atenta para o desenvolvimento do conhecimento matemático de estudantes).

Em uma investigação sobre as possibilidades e os limites do processo de desenvolvimento de boas práticas de ensino em matemática para o ensino médio por meio dos estudos de aula, Marsigit (2007) destacou as aprendizagens profissionais de um grupo de onze professores de escolas públicas da Indonésia. Os professores declararam que aprenderam a desenvolver métodos de ensino baseados em atividades práticas e da vida cotidiana utilizando materiais locais, e que tais atividades envolveram os alunos ativamente na aprendizagem e discussão ao compartilhar ideias entre colegas. Ao desenvolverem métodos de ensino, os professores perceberam que eles precisavam planejar o cenário de ensino, planejar as atividades para os alunos, planejar o papel do professor, distribuir atribuições, desenvolver métodos de avaliação e monitorar o progresso no desempenho os alunos (Marsigit, 2007).

Em uma perspectiva próxima, o trabalho de Verhoef et al. (2014), que investigou as mudanças de objetivos educacionais e estratégias de ensino de professores participantes em um estudo de aula, evidenciou aprendizagens relacionadas ao desenvolvimento de uma nova abordagem de sala de aula. Os professores experimentaram uma abordagem centrada no entendimento dos alunos como forma de motivá-los e favorecer a compreensão dos conceitos matemáticos contemplados na aula de investigação. Esta abordagem, referida

como matemática realística, foi implementada em lugar das abordagens amplamente desenvolvidas na Holanda, as quais estão apoiadas em objetivos estabelecidos nas diretrizes curriculares e em livros didáticos de matemática, com a finalidade de levar os alunos a obter bons resultados nas avaliações nacionais. Além disso, o estudo evidenciou aprendizagens relacionadas à importância da colaboração profissional, pois os professores afirmaram que a complexidade do seu trabalho cotidiano raramente os leva a conversar com os colegas sobre o que eles descobrem sobre o ensino e a aprendizagem, bem como refletir sobre sua prática.

Por sua vez, Inoue (2011), ao explicitar o processo de aprendizagem de um grupo de professores de matemática do ensino básico sobre a implementação de atividades de resolução de problemas com ênfase na discussão coletiva, destacou aprendizagens dos professores relacionadas, sobretudo, ao ensino de matemática. Os professores afirmaram que passaram a valorizar a importância de encorajar os alunos a discutir criticamente e apresentar estratégias de resolução de problemas. Outros professores destacaram que compreenderam o que é um objetivo de uma aula, na medida em que passaram a ver o objetivo como algo que o professor quer que os alunos venham a realizar durante a aula. Os professores acrescentaram que aprenderam a observar a prática dos colegas e a própria prática e a identificar aquilo que não estava em acordo com a perspectiva da resolução de problemas. Ao compartilhar suas experiências de sala de aula e modificar perspectivas, o grupo concordou que isto é importante para examinar profundamente o objetivo educacional da aula previamente à aula.

Em relação à concretização da discussão coletiva em sala de aula, Inoue (2011) indicou que as aprendizagens dos professores incluem cinco aspectos: saber o que se está perguntando ao aluno (o professor precisa ter clareza do que a questão inicial de um problema quer saber e, então, se for preciso reformulá-la, esquadrinhá-la de modo a promover a discussão dos alunos); antecipar as respostas dos alunos na fase de planejamento (este cuidado permite ao professor pensar em estratégias previamente para ajudar nas dúvidas, equívocos e dificuldades dos alunos); dar autonomia aos alunos (dar aos alunos tempo necessário para discutir estratégias ineficientes); dar fluência à discussão coletiva (quando as respostas dos alunos são muito rápidas ou inaudíveis para a classe toda, o professor precisa repetir ou reformular as respostas, de maneira clara e concisa. Os equívocos dos alunos precisam ser confrontados e explorados na discussão de formação de consenso, servindo como um catalisador essencial para o desenvolvimento de um entendimento profundo sobre os tópicos focados e sobre a aprendizagem dos alunos. Entretanto, este processo precisa ser contido. Se os alunos se mostram confusos, não hesitar em intervir); dar continuidade ao processo (a discussão de formação de consenso não deve finalizar quando o grupo chega a um consenso. Ao invés disso, a partir do conceito formado, propor uma nova questão inicial e promover um novo ciclo) (Inoue, 2011).

O trabalho de Suh e Seshaiyer (2015), que buscou examinar o entendimento de professores atuantes em anos escolares e níveis diferentes sobre a progressão na aprendizagem matemática ao participarem de estudos de aula, também aponta aprendizagens profissionais de professores. Mediante a elaboração de tarefas de resolução

de problemas de álgebra, explorando estratégias pedagógicas, utilizando ferramentas matemáticas e tecnologias, os professores puderam aprofundar o pensamento algébrico, realizar a articulação vertical entre séries e níveis de ensino ao compartilhar ideias e recursos, desenvolver disposição produtiva para ensinar por meio da resolução de problemas e analisar a aprendizagem dos alunos.

Relativamente à aprendizagem em álgebra, a participação em estudos de aula proporcionou aos professores oportunidades significativas de articulação da aprendizagem no pensamento algébrico ao longo dos níveis. O planejamento em equipes verticais, favorecido pelo diálogo natural em torno das progressões de aprendizagem em álgebra e o conhecimento do conteúdo desenvolvido pelos professores, particularmente sobre como eles selecionaram e modificaram problemas, permitiu-lhes antecipar os equívocos conceituais, as estratégias e as representações dos alunos. Além disso, a natureza vertical da equipe constituída e o diálogo natural em torno de objetivos curriculares que cada professor era responsável para o nível e ano escolar que atuava, levou-os a conhecer e estudar a álgebra para além daqueles tópicos curriculares que ensinavam, assim como conhecer e desenvolver recursos e estratégias diferentes para abordá-los (Suh e Seshaiyer, 2015).

Lewis e Perry (2017), a partir de um estudo centrado em investigar como o desenvolvimento de estudos de aula apoiados no uso de kits de recursos didáticos para o ensino de frações pode melhorar os conhecimentos de professores e alunos sobre este tópico, destacam aprendizagens profissionais de professores em relação ao tópico da matemática abordado (frações) e, principalmente, sobre as dificuldades e o processo de aprendizagem dos alunos. As aprendizagens dos professores referem-se às mudanças no conhecimento relativo ao tópico curricular, nas crenças sobre o ensino de matemática, nos materiais de ensino devido ao uso do kit de recursos didáticos, a partir dos quais buscavam produzir mudanças no ensino e, portanto, na aprendizagem dos alunos. Os professores destacaram, nas reflexões escritas produzidas ao longo do estudo de aula, que o uso do kit de recursos permitiu-lhes explorar novas ideias, tais como ênfase nas frações de denominador um usando um modelo linear de frações e testando estas ideias durante a aula de investigação. Além disso, o estudo destaca mudanças em relação à qualidade das aprendizagens profissionais. Os professores consideram que esta experiência contribuiu para o ensino em sala de aula especialmente por focar no aprofundamento de um tópico curricular específico, apoiando-se em recursos curriculares e em pesquisa relevante. Em relação ao ensino deste tópico, a ênfase sobre o modelo da reta numérica de representação de frações constitui uma pequena, mas importante, mudança em relação a prática destes professores, a qual foi fortemente influenciada pelo uso do kit de recursos para a abordagem de frações (Lewis & Perry, 2017).

## **METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO**

A investigação qualitativa que realizamos constituiu-se em um processo interpretativo e analítico, apoiado em procedimentos tais como entrevistas, conversas,

registros e notas de campo (Denzin & Lincoln, 2000), mediante o qual examinamos as aprendizagens profissionais de professores de matemática do ensino médio, participantes em um estudo de aula realizado no ano letivo de 2017. Participaram do estudo de aula dezessete professores de escolas públicas da rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul, Brasil, pertencentes a 15.<sup>a</sup> Coordenadoria Regional de Educação (15.<sup>a</sup> CRE), órgão da Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul.

O estudo de aula foi desenvolvido nos meses de agosto a dezembro de 2017, sob a coordenação de uma equipe de pesquisadores do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias (GEPeM@T), da Universidade Federal da Fronteira Sul. As atividades foram distribuídas em dez encontros de três horas cada, realizados quinzenalmente nas dependências da 15.<sup>a</sup> CRE. Os professores foram organizados em três grupos, tomando-se por critério de agrupamento o ano escolar em que pretendiam desenvolver a aula de investigação (terceira etapa do estudo de aula). Com isto constituíram-se os seguintes grupos: Grupo 1 – aula para o 1.<sup>o</sup> ano do ensino médio; Grupo 2 – aula para o 2.<sup>o</sup> ano do ensino médio; Grupo 3 – aula para o 3.<sup>o</sup> ano do ensino médio. Os tópicos matemáticos escolhidos pelos grupos G1, G2 e G3 foram, respectivamente, funções do 2.<sup>o</sup> grau, sistemas de equações lineares e prisma retangular.

Após a finalização de cada um dos encontros foi realizada uma minuciosa descrição das atividades do encontro e, especialmente, do trabalho realizado por cada um dos três grupos de professores, destacando-se aspectos predominantes nas discussões, desafios manifestados pelos professores, suas reflexões e impressões relativas à abordagem formativa que estavam experimentando. Estas observações e registros constituem as notas de campo, concebidas como “relatos escritos daquilo que o investigador vê, ouve, experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (Bogdan & Biklen, 1994; p. 150). Além disso, foram analisadas as produções dos professores constituídas a partir das atividades do estudo de aula, especialmente as reflexões sobre cada um dos encontros, assim como os planos referentes a cada uma das três aulas de investigação planejadas colaborativamente pelos três grupos. Da mesma forma, as reflexões dos professores e a avaliação que fizeram sobre a experiência formativa na etapa da reflexão sobre a aula foram transcritas e incorporadas ao material empírico do estudo.

Estes dados constituíram, portanto, o material empírico do estudo, que foi analisado, interpretado e discutido (Erickson, 1986), mediante os procedimentos da análise qualitativa em educação matemática (Fiorentini & Lorenzato, 2006). Debruçamo-nos sobre este material por considerar que este pode evidenciar aspectos potenciais para o desenvolvimento profissional dos professores, considerando-se as diversas etapas que constituíram o ciclo de estudo de aula. Tal análise é relevante, pois permite-nos revelar os diferentes elementos que caracterizam as aprendizagens profissionais dos professores. O processo analítico iniciou-se com a leitura do material empírico a partir da qual identificamos as evidências sobre as aprendizagens profissionais dos professores em face da participação nos estudos de aula. Por fim, agrupamos as evidências considerando-se as convergências entre estas, constituindo assim as categorias de análise e discussão do

estudo, as quais circunscrevem dois importantes temas: aprendizagens sobre o ensino da matemática e aprendizagens relativas à cultura profissional dos professores participantes, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1  
*Aspectos evidenciados e categorias constituídas*

<b>Aspectos evidenciados (subcategorias)</b>	<b>Categorias de análise</b>
Abordagem exploratória Uso de software de geometria dinâmica Estratégias de sala de aula	<i>Ensino de matemática</i>
Reflexão Dinâmicas de formação Colaboração profissional	<i>Cultura profissional</i>

## **APRENDIZAGENS PROFISSIONAIS DOS PROFESSORES**

A análise do material empírico evidenciou distintos aspectos relacionados com as aprendizagens profissionais dos professores participantes, as quais organizamos em dois grandes temas: Ensino da matemática e Cultura profissional.

### **Ensino da Matemática**

Relativamente ao ensino da matemática, a análise apontou aprendizagens relacionadas à abordagem exploratória de tópicos da matemática, ao uso de software de geometria dinâmica para aprofundar tópicos curriculares e ao desenvolvimento de estratégias para a realização do trabalho em sala de aula, especificamente para a aula de investigação.

#### *Abordagem exploratória*

Os professores dos três grupos destacaram que o estudo de aula permitiu-lhes experimentar a ‘abordagem exploratória de tópicos da matemática’, abordagem esta que superou a tradição historicamente instituída no ensino da matemática, na qual se priorizam os resultados em detrimento dos processos de resolução de problemas ou exercícios, conforme aponta Roger.

Talvez o erro esteja no jeito que a gente trabalha com eles [em sala de aula]. A gente trabalha com eles dessa forma, aquela questão assim, você trabalha [sempre

buscando encontrar um] resultado. Tem que achar um resultado exato. (Roger, G3, nov. 2017).

Em alternativa, este professor sugeriu abordagens para o ensino de matemática que valorizem o caminho pelo qual os resultados são alcançados, a partir dos quais os alunos têm a possibilidade de chegar a conclusões surpreendentes, tal como aconteceu na aula de investigação em que os alunos apresentaram conclusões para além daquilo que a equipe havia considerado na etapa do planeamento:

Eu acho que o nosso trabalho poderia ser diferente. A gente poderia propor aulas mais abertas, com exercícios mais abertos. [E da experiência que a gente teve] destaco a ênfase do trabalho [de investigação matemática], no qual os alunos nos deram respostas [muito interessantes], nos surpreendendo com os resultados, pois foram além do esperado positivamente. Também sugeriram atividade semelhante com outras disciplinas. (Roger, G3, nov. 2017).

Explicitando a especificidade das atividades matemáticas elaboradas para promover a abordagem exploratória do tópico curricular estudado em cada grupo, Jade e Joana enfatizaram os diversos caminhos pelos quais os alunos podem seguir para as resolver:

No grande grupo discutimos e chegamos à conclusão que as atividades matemáticas têm vários caminhos para se chegar a uma solução. Porém, nós professores de Matemática, durante a exploração das atividades recorriamos muito à Álgebra, o que vem a demonstrar que temos dificuldades de apresentar estratégias sem uso das expressões algébricas e consequentemente transmitimos isso aos nossos alunos, eles também recorrem diretamente à Álgebra. (Jade, G1, dez. 2017).

Na socialização das questões percebemos que uma mesma questão pode ser resolvida de formas diferentes. Também concluímos que nós professores recorremos muito à álgebra e que às vezes podemos utilizar caminhos mais simples e práticos. (Joana, G1, nov.2017).

Para além das possibilidades de se promover abordagens centradas na investigação, discussão e justificação de estratégias de resolução de atividades matemáticas, as professoras Julia, Marina, Alice e Sofia destacaram os desafios que a elaboração de tarefas de carácter exploratório trouxe para o grupo:

Cada grupo esteve desenvolvendo as primeiras atividades do plano da aula de investigação. A princípio pareceu fácil, porém, quando fomos escrevendo os problemas, surgiram as dúvidas relacionadas onde nos perguntávamos: “Será que o aluno vai entender dessa forma? Será que estamos deixando claro o que o

problema solicita? Da forma como a questão foi elaborada é possível perceber qual conteúdo está sendo abordado?” Essas são algumas das perguntas que nos fizemos [...]. (Julia, G1, dez. 2017).

Julia destacou as questões que permearam as discussões no grupo na etapa de planejamento das atividades de modo que promovessem a abordagem exploratória do tópico estudado pelo grupo. Marina, por seu lado, explicitou os princípios estabelecidos pelo grupo para a elaboração de atividades voltadas a esta abordagem:

Ao iniciar a elaboração das atividades, seguindo o conteúdo e os objetivos relacionados, percebemos que não era algo fácil, pois tínhamos a tendência de formular questões que logo no início pediam um resultado exato. Mas, depois que superamos isso, percebemos que foi possível introduzir itens que levam a raciocinar e motivar em relação às funções, trabalhar com conceitos básicos como coeficientes e verificação de uma solução, comprovar que há situações reais que recaem no estudo de tal equação, deduzir e aplicar a fórmula (de Bhaskara) da resolução de equações de 2.º grau, além de explorar a representação de uma parábola, tabela (gráfico de uma função quadrática) no plano cartesiano. (Marina, G2, dez. 2017).

A reflexão da professora Marina acrescentou que as atividades exploratórias, embora solicitem para sua elaboração outros conhecimentos do professor, podem promover a abordagem de tópicos curriculares, a exemplo da função quadrática, de forma coerente em relação às propriedades do tópico e suas aplicações, assim como em termos das diferentes representações (algébrica, tabular e gráfica) dos conceitos matemáticos envolvidos, favorecendo o aprofundamento da matemática. Nesta mesma direção a referida professora e também Julia evidenciam o caráter exploratório das atividades como aspecto que favorece a aprendizagem da matemática por parte dos alunos:

Pudemos observar que o estudo de um determinado tópico por meio de várias formas/métodos, permite um aprendizado mais significativo por parte dos alunos. Observamos também que quando tratamos de temas matemáticos a partir de situação-problema, envolvendo o cotidiano da sociedade, as atividades ficam mais prazerosas e interessantes. O “Programa Geogebra” também foi utilizado para a construção do gráfico (parábola) com o propósito de não somente interpretar o gráfico, mas também explorar a relação entre os valores da tabela e o gráfico e para cálculos matemáticos. (Marina, G2, dez. 2017).

Com esse aprendizado é possível perceber que se pode ensinar a Matemática de um jeito mais simples, não somente com a utilização da simbologia, mas com o raciocínio e a investigação de como chegar ao resultado de cada questão. Foi possível perceber que cada aluno tem uma dificuldade diferente, mas que com o

apoio do professor, mais próximo dele, o problema torna-se simples [devido] à relação direta entre professor e aluno. (Julia, G1, dez. 2017).

Para além dos aspectos já mencionados, Marina e Sandy acrescentaram que a abordagem exploratória favorece o crescimento pessoal e a autonomia dos alunos, evidenciando a sua compreensão sobre a modificação dos papéis assumidos por professores e alunos no âmbito da abordagem exploratória:

Aprendemos com os professores [formadores] que, ao proporcionar um problema ao aluno, precisamos focar em uma grande variedade de tarefas e desenvolver situações problemáticas que envolvam aplicações de um conjunto de ideias matemáticas, favorecendo o progresso pessoal e a autonomia do aluno, permitindo também a compreensão do seu próprio caminhar em relação ao conhecimento. (Marina, G2, dez. 2017).

Acredito que foi uma experiência “diferente” [...], tivemos que olhar o conteúdo a ser trabalhado nas aulas de maneira diferente, fizemos nosso aluno pensar e tirar suas próprias conclusões e relações. Penso que uma aula investigativa possa ser considerada “interdisciplinar”, facilitando assim o aprendizado. (Sandy, G3, dez. 2017)

Por último, Mateus refere-se às aprendizagens relacionadas com a postura assumida pelo professor no contexto da abordagem exploratória, na qual este precisa estimular a discussão, a formulação de conjecturas e, sobretudo, a comunicação entre professor e aluno, estimulando a confiança e a superação das dificuldades dos alunos:

[Na aula de investigação] em momento algum fizemos julgamento. A nossa postura também foi diferente. Nós não estávamos lá para dizer se aquilo que eles estavam fazendo estava certo ou estava errado. Claro que a gente se policiou [...] O fato de que eles sempre escutam você está certo ou você está errado, ou seja, sempre existe o verdadeiro e o falso, desmotiva os alunos. Ali a gente não estava dizendo o que era verdadeiro ou falso. Mesmo que [inicialmente os alunos dissessem algo errado], de alguma maneira a gente ia conversando com eles e deixava-os chegarem a essa conclusão, mas ele não ouvia de ninguém que ele errou, que ele não sabia. Eu acho que essa é a parte importante dessa atividade, a gente tem que deixá-los confortáveis. Porque [o aluno] pode estar errado nesse momento, mas quando ele melhora, quando ele aprimora o conhecimento, analisa um pouco melhor a questão, ele vai perceber que aquela afirmação inicial não estava completamente correta ou estava incorreta e vai reformular. Isso eu percebia nos grupos. Eles afirmavam alguma coisa e em seguida já começavam a discutir de outra maneira, porque eles já percebiam que o caminho que eles estavam seguindo não era adequado. Se estava errado ou não, não era o mais importante. O mais importante é que eles perceberam que existem outros caminhos, outras possibilidades. Isso foi um ponto que me chamou a atenção nessa abordagem. (Mateus, G2, nov. 2017)

A análise mostra, portanto, que a experiência no estudo de aula proporcionou aos professores importantes aprendizagens em relação à abordagem exploratória de tópicos curriculares da matemática. De acordo com os relatos, as aprendizagens envolvem a elaboração de atividades exploratórias, processo esse que se inicia com a definição dos objetivos que se quer alcançar e que precisa ser discutido, formulado e reformulado no grupo. Envolve, ainda, as possibilidades de promover abordagens diferenciadas para tópicos curriculares mediante a elaboração de materiais de ensino específicos para estes tópicos, assim como mediante a modificação das posturas, estatutos e das relações em sala de aula.

### *Uso de software de geometria dinâmica*

Outro aspecto destacado pelos professores participantes em relação ao ensino da matemática refere-se ao ‘uso de software de geometria dinâmica’, nomeadamente o GeoGebra, para promover o aprofundamento dos tópicos abordados pelos grupos e para a elaboração das atividades matemáticas na etapa do planeamento, assim como para os alunos desenvolverem estas atividades na aula de investigação. Os depoimentos de Sofia e Joana apontam para estes aspectos:

[No planeamento da aula de investigação]. Se a gente usar o GeoGebra, a gente vai poder explorar mais esse assunto [função do 2.º grau], porque os alunos vão poder representar as funções e analisar as propriedades. Eles podem comparar os gráficos de funções com coeficientes diferentes. E também podem chegar a algumas conclusões. (Sofia, G1, out. 2017).

Buscamos nos familiarizar com o programa GeoGebra, já que em nosso planeamento optamos por utilizá-lo para representação da parábola e para a análise das variações gráficas propostas. (Joana, G2, dez.2017).

Rubia, por seu lado, considerou que a decisão do grupo de utilizar o GeoGebra nas etapas do planeamento e na aula de investigação permitiu-lhes aprender sobre o referido software e sobre como utilizá-lo para realizar investigações matemáticas:

Em nosso grupo do 1.º ano, a maior dificuldade encontrada foi nas atividades que deveriam ser desenvolvidas com o uso do software GeoGebra, pois nenhum dos participantes tinha domínio no uso do software. Tínhamos como um dos objetivos evidenciar no gráfico da função o ponto de mínimo e de máximo, mas não sabíamos como fazer. Com o auxílio [dos formadores] da formação continuada, conseguimos realizar a atividade e essa foi mais uma aprendizagem de tantas que essa formação nos oportunizou. (Rubia, G1, dez. 2017)

Outro integrante do Grupo 1, Caio, salienta que na etapa do planejamento da aula de investigação, especificamente, na elaboração das atividades exploratórias, puderam aprofundar os conhecimentos sobre o referido software e isto foi importante pelo fato deste recurso favorecer a visualização e a investigação das propriedades de funções:

Nosso grupo [com o auxílio dos formadores explorou o GeoGebra] onde foi possível construir a parábola e identificar seus pontos notáveis demonstrando a variação de uma função a partir de seu gráfico, podendo assim contribuir para o estudo de aula quando este for aplicado aos alunos e eles possam ter uma melhor compreensão da função de 2.º grau e do gráfico que ela representa. O software GeoGebra é uma importante ferramenta que permite a visualização do que ocorre com a parábola a partir do momento que os coeficientes da função de 2º grau são alterados auxiliando no seu entendimento. (Caio, G1, nov. 2017)

Portanto, nas diferentes etapas do estudo de aula, a utilização do GeoGebra favoreceu importantes aprendizagens profissionais aos professores. A familiarização dos professores com os recursos deste software favoreceu aprendizagens sobre com explorá-lo para a realização de investigações matemáticas e, especialmente, para o aprofundamento dos tópicos curriculares na medida em que puderam estabelecer relações entre as diferentes representações dos conceitos matemáticos abordados.

#### *Estratégias de sala de aula*

Outro importante aspecto evidenciado pelos professores diz respeito às ‘estratégias de sala de aula’, especialmente a oportunidade de aprender sobre estratégias para promover a discussão em sala de aula e sobre as possibilidades dessa comunicação para a aprendizagem dos alunos. Caio destaca que este aprendizado os levou a olhar os alunos e para aquilo que eles fazem enquanto resolvem problemas de matemática em aula:

O estudo de aula contribuiu para o nosso crescimento como professores e auxiliaram os alunos na compreensão dos assuntos trabalhados durante as aulas de investigação. Na grande maioria os alunos demonstraram interesse e participaram das aulas, mesmo que no princípio estivessem um pouco apreensivos como todo o grupo de professores que estavam na sala. Essa experiência nos mostrou como é importante fazer com que os alunos trabalhem em equipes para que possamos observar como eles organizam suas próprias ideias para resolver as situações problema e conseguem construir os seus conhecimentos de forma independente. Quando se discutiu com todos os alunos da turma, percebeu-se a riqueza de informações que surgiram, pois cada aluno pode expor suas ideias o que ajudou na compreensão do conteúdo da aula (Caio, G1, dez.2017).

Caio acrescenta, ainda, que a estratégia de colocar os alunos a trabalhar em grupos, além de modificar o modo como o professor ensina, favorece o protagonismo do aluno no processo. Este aspecto é reafirmado por Melissa:

A aula de investigação nos permitiu observar como é importante repensarmos a nossa prática docente, pois é necessário fazer com que os alunos se tornem protagonistas da construção de seus conhecimentos e nós temos que propiciar isso a eles mudando a abordagem de nossas aulas, tornando-as mais atrativas assim como foram estas aulas de investigação. (Caio, G1, dez. 2017)

Ao priorizar a construção do conhecimento pelo fazer e pensar do aluno, o papel do professor é mais de orientador, estimulador e incentivador da aprendizagem. Cabe ao professor desenvolver a autonomia do aluno, instigando-o a refletir, investigar e descobrir, criando na sala de aula uma atmosfera de busca e cooperação, onde o diálogo e a troca de ideias seja constante quer entre professor e aluno, quer entre os alunos. (Melissa, G2, dez. 2017)

Nalu corrobora este ponto de vista e considera que estratégias de sala de aula diferenciadas, como aquela posta em prática na aula de investigação, favorecem a aprendizagem dos alunos:

[O estudo de aula nos permitiu] aprender novas maneiras de se trabalhar com os alunos, desenvolver novas técnicas de elaboração e aplicação de atividades que incentivam os alunos a resolvê-las. Os professores que ministraram o curso nos apresentaram propostas de atividades que ajudam na aprendizagem dos alunos prestando a atenção dos mesmos no desenvolvimento dos trabalhos. (Nalu, G2, dez. 2017).

Em termos das aprendizagens sobre as estratégias de sala de aula, os professores consideram que o estudo de aula propiciou uma experiência diferente na medida em que os alunos assumiram papéis mais ativos no processo de aprender matemática. Mediante a experiência no estudo de aula, os professores promoveram o trabalho em grupo em sala de aula como forma de favorecer a discussão entre os alunos, a comunicação, a argumentação e a justificação de ideias matemáticas, favorecendo a aprendizagem dos alunos.

### *Síntese*

A análise evidencia aspectos associados às aprendizagens sobre o ensino da matemática, abrangendo especialmente a abordagem exploratória da matemática, que levou os professores a modificarem suas crenças sobre o ensino da matemática, os papéis assumidos pelo professor na aula de matemática, mobilizar conhecimentos sobre

o planejamento de aulas e sobre a elaboração de atividades de caráter exploratório. Estas aprendizagens levaram os professores a experimentar um modo diferente de abordar tópicos curriculares da matemática. Além disso, o estudo de aula permitiu-lhes desenvolver conhecimentos sobre o software GeoGebra e sobre as possibilidades de explorar para aprofundar conhecimentos sobre os referidos tópicos e para a elaboração de atividades matemáticas. Por fim, os professores aprenderam sobre as possibilidades advindas da implementação de estratégias de sala de aula centradas no trabalho coletivo e na discussão matemática. Estas aprendizagens, em seu conjunto, favoreceram o crescimento profissional dos professores participantes, pois influenciaram os seus conhecimentos e a sua prática na aula de investigação.

### **Cultura profissional**

A participação no estudo de aula também permitiu aos professores aprendizagens relacionadas com a cultura profissional, com destaque para a reflexão sobre a prática de sala de aula, para a especificidade da dinâmica do processo formativo (estudo de aula) que experimentaram e, também, para a colaboração profissional.

#### *Reflexão*

No que diz respeito à ‘reflexão sobre a prática de sala de aula’, os professores consideraram que a experiência no estudo de aula os levou olhar para o trabalho que realizam cotidianamente de uma forma diferente, mais reflexiva e crítica, sobretudo em relação aos objetivos que orientam suas práticas, conforme evidenciam Jade e Marina:

Acredito que esse trabalho [no estudo de aula] contribuiu para o desenvolvimento profissional de cada professor de matemática que fez o curso, especialmente ao estimular uma reflexão sobre sua prática pedagógica. (Jade, G1, dez. 2017).

O curso foi bem produtivo e interessante, [os formadores] nos possibilitaram repensar a educação matemática, [nos oportunizaram] um trabalho reflexivo de nossas práticas diárias em sala de aula, a usar as ideias dos alunos como base para o crescimento dos seus conhecimentos e ajudá-los a refletir sobre as suas aprendizagens, considerando a importância da interação [entre pares] para a aprendizagem. A organização das aulas deve propor momentos de discussão em pequenos grupos e momentos de discussão no grande grupo. (Marina, G2, dez. 2017).

A reflexão de Marina incide sobre aspectos que tem a ver com a maneira pela qual os alunos são envolvidos na aprendizagem da matemática, aspecto este que sugere uma modificação em termos das crenças e predisposições da professora para repensar os papéis assumidos pelos alunos nesse processo. Alice corroborou este aspecto e acrescentou o

crescimento do grupo em termos dos conhecimentos devido à possibilidade de interação entre profissionais da mesma área de atuação:

O Curso de Formação que nos foi oferecido nos ajudou a refletir sobre nossa prática pedagógica. Os encontros foram de grande valia, pois agregaram mais conhecimentos aos que já tínhamos. No decorrer dos encontros percebemos que sempre temos algo a melhorar e a troca de experiências e ideias enriquece nosso conhecimento. A própria interação entre professores da área foi muito importante no desenvolvimento do curso. (Alice, G1, dez. 2017).

Portanto, a experiência no estudo de aula agregou valor à cultura profissional dos professores participantes na medida em que os oportunizou momentos de reflexão sobre sua prática profissional e, especialmente, sobre aquilo que buscam alcançar no trabalho que realizam com os alunos. E este aprendizado os levou a valorizar momentos de trabalho coletivo e partilha com os pares.

### *Dinâmicas de formação*

A ênfase atribuída por Alice à possibilidade de interlocução com profissionais da mesma área evidencia que o estudo de aula, por suas especificidades e dinâmica de desenvolvimento, permitiu ao grupo aprendizagens em relação às ‘dinâmicas de formação de professores’ predominantes nos sistemas de ensino. Puderam experimentar uma abordagem de desenvolvimento profissional centrado na prática de sala de aula, nas suas necessidades profissionais mais imediatas e voltada para a área do conhecimento e o nível de ensino em que atuam. Os relatos de Estela, Jade e Julia apontam nesta direção:

A formação na nossa área de formação é muito importante, pois quando falamos e discutimos algo de matemática com pessoas que estudaram e entendem do assunto possibilita muito aprendizado e a construção de conhecimento. Os encontros e as discussões nos conduziram ao repensar a nossa prática pedagógica. A formação foi muito bem conduzida pelos ministrantes e realmente nos fez perceber a importância de um bom planejamento. (Estela, G3, dez. 2017).

Há muito tempo esperava-se por um curso de formação continuada específico na área da matemática. Esse envolvimento com o diálogo, com a pesquisa, uma participação em discussões sobre conteúdos e metodologias, vem contribuir para o fortalecimento do educador como agente do processo de ensino e propicia condições para reavaliar sua prática. Às vezes, a forma abstrata de ensinar e a falta de relação com o cotidiano, dificulta a compreensão dos educandos nos conteúdos de Matemática, não atingindo bons resultados. (Jade, G1, dez. 2017)

Foi uma formação diferente, primeiro porque era específica para a área da matemática. Em geral as formações que temos são para todas as áreas junto. E o que achei mais interessante é que todos nós tivemos de fazer uma parte do trabalho, ao mesmo tempo essa parte era feita entre todos. Cada atividade a gente discutia, refazia, discutia e refazia outra vez, até ficar boa (Julia, G1, out. 2017).

Julia chama a atenção para a valorização do planejamento docente, atividade essa que foi marcada pelo trabalho em grupo e especialmente centrado na abordagem do tópico curricular da matemática. Neste sentido, promover a formação docente com ênfase no planejamento é uma forma de articular teoria e prática, conforme aponta Marina:

A realização do Curso de Formação nos proporcionou um maior conhecimento sobre nossa prática pedagógica, trazendo para o contexto escolar. Queremos aqui destacar que, as atividades desenvolvidas buscaram vincular aspectos teóricos com aspectos práticos, percebemos que o bom andamento do curso nos fez refletir a nossa prática educativa diante da realidade e a partir dela, para que possamos buscar uma educação de qualidade, que é garantido em Lei (LDB) (Marina, G2, dez.2017).

Portanto, para os professores participantes a especificidade da dinâmica de desenvolvimento do estudo de aula os levou a aproximar a formação e a prática de sala e aula por meio de um planejamento criterioso e de uma prática partilhada. Da mesma forma essa aproximação permitiu aos participantes levar a formação de professores para dentro da sala de aula, concretizando a colaboração profissional também na prática cotidiana e, ainda, modificando as relações entre colegas e com os alunos, pois juntos experimentaram e avaliaram a prática desenvolvida. Além disso, a experiência marcou positivamente o grupo pelo fato de assumirem papéis mais dinâmicos no processo formativo.

### *Colaboração*

Para além destes aspectos, nossa análise apontou aprendizagens sobre o ‘trabalho colaborativo’, na medida em que os professores vivenciaram uma experiência diferente de planejar e promover o ensino da matemática. Ênfase especial foi dada ao processo de realizar o planejamento da aula de forma coletiva e colaborativa, conforme destacam Marina e Ana:

Nunca antes fiz uma formação assim, onde todos tinham de fazer alguma coisa e onde todos podiam dar sua opinião ou criticar e ser criticado. Eu me senti valorizada. (Marina, G2, dez. 2017).

Na perspectiva de Marina, a valorização de pontos de vista e ideias favoreceu a colaboração no grupo. Ana chama a atenção para a boa comunicação e a cooperação que houveram no grupo, aspectos esses essenciais para a concretização da colaboração profissional:

O curso foi importante, agregou conhecimentos, oportunizou a troca de experiência entre diferentes professores de Matemática da nossa região. Conseguimos manter no decorrer do curso uma boa comunicação, trocamos ideias, havendo sempre cooperação na realização das atividades. O novo sempre nos amedronta de certa forma, porém a vida é feita de desafios, logo precisamos estar sempre inovando, ainda mais quando se trata de educação. Cursos como esse renovam nossa prática, trilhando novos caminhos, bem como, permitindo que nossos alunos enxerguem a matemática com outros olhos e até possibilitando o gosto pela mesma. (Ana, G3, dez. 2017).

Nalu, por sua vez, ressalta dois aspectos importantes: o processo de negociação de ideias e caminhos a seguir na elaboração das atividades matemáticas; e a troca, a partilha de pontos de vista e formas de trabalhar tópicos em sala de aula:

A elaboração dessa atividade foi importante apesar da dificuldade de escolha da tarefa, construção, divergência de ideias dos integrantes do grupo. Consegui um bom aprendizado do que levar em consideração na construção de uma tarefa mais elaborada para aplicar em sala de aula. A troca no grande grupo foi importante cada um colocando suas ideias de que maneira se poderiam trabalhar alguns conteúdos propostos pelos grupos. Esse curso deveria continuar, mas com professores de outras áreas, pois, através dele conseguem-se melhorias na aprendizagem. (Nalu, G2, dez.2017).

Sofia revela que suas expectativas e impressões iniciais não eram muito positivas, mas foi surpreendida pela dinâmica do estudo de aula na medida em que os professores puderam trabalhar em grupo e, de forma colaborativa, planejaram e concretizaram a aula de investigação:

Inicialmente achei que seria meio chato o curso. Quando vieram os textos, as discussões pensei que seria igual aos demais cursos já realizados. Mas quando começamos a preparar as atividades que iríamos desenvolver em sala de aula, discutir qual o assunto iríamos trabalhar e preparar as atividades no grupo tudo ficou diferente. Achei bem interessante. (Sofia, G1, dez.2017).

Para Mateus a experiência no estudo de aula levou-o a compreender que o trabalho do professor não precisa ser um isolado, individualizado e que o professor tem maiores oportunidades de crescer profissionalmente em contextos de colaboração:

A maneira como o planejamento das atividades foi acontecendo, me surpreendeu, pois todos os professores do grupo trabalharam em colaboração. Não existia certo ou errado, pois todas as opiniões e ideias que fossem apresentadas eram discutidas pelo grupo e, posteriormente, definido se seria incorporada as atividades ou se não atendiam aos objetivos propostos. Foi um momento para que todos pudessem expor suas ideias e refletir com o grande grupo, inclusive apresentando suas estratégias pedagógicas utilizadas em sala de aula. Percebi que criamos uma rede de partilha e cooperação entre nós participantes do grupo, que acabou produzindo um sentimento de confiança entre todos para expor suas ideias e reflexões. (Mateus, G2, dez.2017).

De acordo com os professores, a dinâmica do estudo de aula levou-os a trabalhar de forma colaborativa na medida em que se envolveram em um trabalho conjunto, centrado na prática de sala de aula, negociando todo o processo, compartilhando ideias e experiências e buscando promover um ensino melhor, que se concretizou na aula de investigação.

### *Síntese*

O processo formativo em que os professores estiveram envolvidos no estudo de aula favoreceu aprendizagens profissionais em relação à cultura profissional. Na verdade, a especificidade da dinâmica do estudo de aula permitiu aos professores vivenciar situações de trabalho colaborativo, que possibilita o crescimento profissional do professor a partir do diálogo e da troca de experiências entre pares. Da mesma forma, o estudo de aula mediante o planejamento colaborativo e reflexivo da aula de investigação e depois a reflexão sobre esta aula levou-os a refletir sobre a própria prática, questionando aspectos culturalmente instituídos nos contextos escolares e em suas crenças e predisposições. Por fim, puderam conhecer uma abordagem de formação docente, que se difere substancialmente das abordagens predominantes nas escolas e redes de ensino do estado.

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÃO**

A participação no estudo de aula favoreceu aos professores aprendizagens profissionais em relação aos papéis, conhecimentos, condutas e práticas profissionais, promovendo a interação entre pares e a observação do ambiente de sala de aula, incluindo as condutas estabelecidas e prática profissional dos colegas (Garcia, 1999), abarcando o ensino da matemática e a cultura profissional. Estes aspectos foram favorecidos pela natureza colaborativa e reflexiva do estudo de aula (Lewis, 2002; Murata, 2011; Ponte

et al., 2014) e também pelo fato deste processo ter envolvido professores da mesma área do conhecimento e nível de ensino, focando as suas necessidades profissionais mais imediatas.

Relativamente ao **ensino de matemática**, um dos aspectos destacados refere-se à prática profissional (Garcia, 1999) que embasou a aula de investigação, a qual foi planejada e conduzida na perspectiva da *abordagem exploratória da matemática* (Fujji, 2018; Ponte, 2005; Ponte, et al. 2014), que pressupõe uma modificação em relação aos objetivos do ensino promovido pelo professor (Inoue, 2011; Verhoef et al., 2014) em sala de aula, focando as dificuldades dos alunos e modos de os superar. De acordo com os professores participantes, a abordagem exploratória, que experimentaram na aula de investigação, permitiu-lhes refletir sobre o ensino que realizam cotidianamente, ao mesmo tempo que levou aos alunos enfrentar situações para as quais não dispunham de um método de resolução imediatamente aplicável (Ponte, 2005). Acrescentaram, que a abordagem exploratória permitiu-lhes promover o ensino da matemática centrado no entendimento dos alunos e como forma de os motivar a aprender, assim como buscando favorecer a compreensão dos tópicos curriculares abordados na aula de investigação (Verhoef et al., 2014; Suh e Seshaiyer, 2015). Para além destes aspectos, esta abordagem favoreceu a modificação das crenças e predisposições dos professores (Desimone, 2009), levando-os a repensar os papéis e posturas assumidos por professores e alunos em sala de aula, bem como promover o ensino da matemática com ênfase no processo e não apenas nos resultados. Neste processo, modificaram o modo de ver e abordar os erros dos alunos, assumindo-os como recurso e contexto para a discussão matemática.

Além disso, a partir da aula de investigação os professores experimentaram diferentes *estratégias de sala de aula* (Garcia, 1999; Inoue, 2011; Suh e Seshaiyer, 2015). A análise aponta que os professores, ao promoverem o trabalho coletivo com os alunos e especialmente a discussão matemática, puderam observar e compreender as dificuldades e aprendizagens dos alunos, especialmente quando estes foram convidados a comunicar suas ideias matemáticas, estratégias de resolução e conclusões.

Foram destacadas ainda aprendizagens sobre o *uso de software de geometria dinâmica*. Além de desenvolverem conhecimentos básicos sobre os recursos do software GeoGebra, os professores tiveram a possibilidade de usar este software para explorar as propriedades dos tópicos curriculares, aprofundando os seus conhecimentos e dos alunos sobre estes tópicos (Lewis & Perry, 2017) nas etapas do planejamento e concretização da aula de investigação. Puderam, também, propor uma nova prática por meio deste recurso como forma de experimentar inovações curriculares (Lewis, 2016), especialmente neste caso a utilização do GeoGebra para abordar matemática em sala de aula. Os participantes destacaram em diversos momentos que o uso do referido software permitiu-lhes explorar novas ideias, tais como ênfase nas diferentes representações de funções do 2.º grau e sistemas lineares, e testar estas ideias durante a aula de investigação.

No que diz respeito à **cultura profissional** (Hargreaves, 2002; Fulan, 2001), o estudo aponta que o desenvolvimento profissional de professores pode ser promovido

por meio do seu envolvimento em processos formativos que propiciem oportunidades de *reflexão sobre a prática* (Ponte, 1998). Um dos pontos destacados pelos professores em relação a própria prática refere-se a uma modificação no modo de conceber a participação dos alunos na aprendizagem da matemática, mudança essa que se verificou mediante a observação da prática dos colegas ao ministrar a aula de investigação e do confronto desta experiência com o trabalho que realizam em sala de aula. Este aspecto aponta para uma modificação em termos das crenças e predisposições dos professores (Desimone, 2009) para repensar os papéis assumidos por professores e alunos no ensino da matemática. A reflexão sobre a prática levou-os a promover mudanças no ensino, especificamente na aula de investigação, na medida em que o planejamento intenso e prolongado no grupo os permitiu mobilizar conhecimentos e crenças pessoais e conhecimentos provenientes da pesquisa (Desimone, 2009), articulando teoria e prática.

Em termos da oportunidade de transcender as *dinâmicas de formação* culturalmente instituídas nos sistemas de ensino, os professores destacam que puderam experimentar uma abordagem de formação voltada ao seu desenvolvimento profissional (Day, 2001; Flores, 2004; Ponte, 1998), que se diferenciou por favorecer o trabalho coletivo e ativo dos professores e, sobretudo, por incluir profissionais da mesma área e nível de ensino, contemplando suas necessidades profissionais mais específicas em relação aos conteúdos de ensino (Desimone, 2009). Neste sentido, o estudo de aula permitiu aos professores experimentar uma abordagem de formação em que trabalharam coletivamente no planejamento da aula de investigação, concebida para situar problemas particulares de aprendizagem dos alunos (Cajkler et al., 2015). A superação da tradição formativa tornou-se possível na medida em que os professores experimentaram formas de comunicação, trabalho e discussão num processo de formação docente centrado na prática profissional em sala de aula. Consideraram ainda que experiência levou a formação de professores para dentro da sala de aula, concretizando a colaboração profissional também na prática cotidiana e, ainda, modificando as relações entre colegas e com os alunos, pois juntos experimentaram e refletiram sobre a prática desenvolvida.

Os professores acrescentam, ainda, que no estudo de aula puderam concretizar o *trabalho colaborativo*, e que o ambiente de colaboração favoreceu o crescimento do grupo na medida em que estreitaram as relações entre eles e com os formadores. Um aspecto bastante destacado pelos professores foi a negociação das decisões na etapa do planejamento e a troca de experiências, que representou uma importante forma de partilha. Desta partilha emergiu a confiança e o apoio que os encorajou a experimentar uma nova prática e correr riscos (Hargreaves, 1998) ao assumirem a tarefa de lecionar a aula de investigação. Portanto, o trabalho colaborativo foi muito valorizado pelos professores (Flores, 2004), sendo favorecido pela dinâmica do estudo de aula e, também, pela interação mais próxima que se estabeleceu no grupo, propiciando a troca de experiências e a negociação do processo. O trabalho em colaboração permeou também as relações com os membros da equipe formadora na medida em que participaram da leção da aula de investigação, concretizando a docência compartilhada.

## CONCLUSÃO

O presente estudo vem ao encontro da perspectiva que a prática profissional, devidamente integrada em contextos formativos, constitui uma via de desenvolvimento do professor. Na verdade, o estudo mostra como a aprendizagem sobre como ensinar e o desenvolvimento de uma cultura docente se dá no contexto das experiências diretas, interações e interlocuções com os colegas e formadores sobre situações relacionadas com a prática de sala de aula (Feiman, 2001). Portanto, as aprendizagens profissionais dos professores consistem em um processo social (Bandura, 1977; Rotter, 1954), que é potenciado pela estrutura e modo de funcionamento do estudo de aula, propiciando significativas aprendizagens sobre o ensino da Matemática e também o desenvolvimento de importantes aspectos da cultura profissional.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial aos dezessete professores de matemática da rede pública estadual de ensino do Rio Grande do Sul por aceitarem o desafio e se envolverem verdadeiramente no estudo de aula. Agradecemos também a equipe gestora, à época, da 15.<sup>a</sup> Coordenadoria Regional de Educação do referido estado por contribuir na divulgação e realização do estudo de aula.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

A.R. projetou a ideia apresentada. A.R. desenvolveu a teoria. M.L.T. adaptou a metodologia a esse contexto, criou os modelos, executou as atividades e coletou os dados. A.R. analisou os dados. Todos os autores discutiram os resultados e contribuíram para a versão final do manuscrito.

## DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados desta pesquisa serão disponibilizados pelos autores mediante solicitação razoável.

## REFERENCES

- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Borges, M. (2007). *Professores: imagens e auto-imagens*. (670 f). Tese de Doutorado, Educação, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.
- Day, C. (2001). *Desenvolvimento profissional de professores: os desafios da aprendizagem permanente*. Porto: Porto.

- Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. (2000). The discipline and practice of qualitative research. In: Denzin, N.K.; Lincoln, Y.S. *Handbook of Qualitative Research* (pp. 01-28), 2<sup>nd</sup> ed. London: Sage.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38 (3), 181–199.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In: Wittrock, M. C. (Ed.). *Handbook of research on teaching* (pp. 119-161). 3<sup>rd</sup> ed., New York, NY: Macmillan.
- Feiman, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *The teachers College Record*, 103(6), 1013-1055.
- Fiorentini, D., & Lorenzato, S. (2006). *Investigação em educação matemática: Percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados.
- Flores, M. A. (2004). *The Early years of teaching: issues of learning, development and change*. Porto: RÉ.S.
- Fujii, T. (2018). Lesson Study and Teaching Mathematics Through Problem Solving: The Two Wheels of a Cart. In.: Quaresma, M.A. et al. (Eds). *Mathematics Lesson Study Around the World: Theoretical and Methodological Issues* (pp. 1-22). Hamburg: Springer.
- Fujii, T. (2014). Implementing Japanese lesson study in foreign countries: Misconceptions revealed. *Mathematics Teacher Education and Development*, 16 (01), 65–83.
- Fullan, M. (1995). The limits and the potential of professional development. In: Guskey, T. R. & Huberman, M. (Eds.). *Professional development in education: new paradigms and practices* (pp. 253-268), New York, NY: Teachers College Press.
- Garcia, C.M. (1999). *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Portugal: Porto Editora.
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3-4), 381–391.
- Hargreaves, A. (1998). *Professores em tempo de mudança: o trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Alfragide: McGraw-Hill.
- Isoda, M., Arcavi, A., & Mena-Lorca, A. (2007). *El estudio de clases japonês en matemáticas*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Lewis, C. & Perry, R. (2017). Lesson Study to Scale Up Research-Based Knowledge: A Randomized, Controlled Trial of Fractions Learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 48(3), 261–299.
- Lewis, C. (2002). *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia, PA: Research for Better Schools.
- Inoue, N. (2011). Zen and the art of neriage: Facilitating consensus building in mathematics inquiry lessons through lesson study. *JMTE*, 14, 5–23.
- Isoda, M. (2007). Una breve historia del Estudio de Clases de Matemáticas en Japón. Dónde comenzó el Estudio de Clases y qué tan lejos ha llegado. In: Isoda, M., Arcavi, A., & Mena-Lorca, A. *El estudio de clases japonês en matemáticas: su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global* (pp.33-39), 3.ed. Valparaíso: PUC Editora.
- Marsigit. (2007). Mathematics Teachers' Professional Development through Lesson Study in Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 141–144.
- Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual overview of lesson study. In: Hart, L.C.; Alston, A.; Murata, A. (Eds.). *Lesson study research and practice in mathematics education: learning together* (pp.1-12). New York, NY: Springer.

- Nóvoa, A. (1995). Formação de professores e profissão docente. In A. Nóvoa (Ed.). *Os professores e a sua formação* (pp.15-33), 2.ed. Lisboa: Dom Quixote.
- Olson, M. (1997). Collaboration: An epistemological shift. In: Christiansen, H.; Goulet, L., Krentz, C., & Macers, M. (Orgs.). *Recreating relationships: collaboration and educational reform* (pp. 13-25). New York, NY: State University of New York Press.
- Ponte, J. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. In: *Actas do ProfMat 98* (pp. 27-44). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., Baptista, M., & Mata-Pereira, J. (2014). Os estudos de aula como processo colaborativo e reflexivo de desenvolvimento profissional. In J. Sousa & I. Cevallos (Eds.), *A formação, os saberes e os desafios do professor que ensina Matemática* (pp. 61-82). Curitiba: Editora CRV.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curriculum em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curriculum* (pp.11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P. (2017). Lesson studies in initial mathematics teacher education. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 6(2), 169-181.
- Roldão, M.C. (2007). Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. *Revista Brasileira de Educação*, 12(34), 94-103.
- Rotter, J. B. (1954). *Social Learning and Clinical Psychology*. Nova Iorque: PrenticeHall.
- Seco, V. M. M. (2009). *Cultura de escolas e culturas profissionais docentes*. (184 f). Dissertação de Mestrado, Educação, Instituto Superior de Educação e Trabalho do Porto, Porto.
- Spillane, J. P. (2000). A fifth-grade teacher's reconstruction of mathematics and literacy teaching: Exploring interactions among identity, learning, and subject matter. *The Elementary School Journal*, 100(4), 307-330.
- Stigler, J. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York: The Free Press.
- Suh, J. & Seshaiyer, P. (2015). Examining teachers' understanding of the mathematical learning progression through vertical articulation during Lesson Study. *Journal Mathematics Teaching and Education*, 18, 207-229.
- Tiezzi, L. (1992). Conditions of professional development which support teacher learning. In: *Proceedings of annual meeting of the American Educational Research Association* (pp.1-4). San Francisco, EUA.
- Yoshida, M. (1999). *Lesson study: A case study of a Japanese approach to improving instruction through school-based teacher development*. Master Dissertation, Education, University of Chicago, Chicago, EUA.
- White, A.L., & Lim, C.S. (2008). Lesson study in Asia Pacific classrooms: local responses to a global movement. *ZDM Mathematics Education*, 40, 915-925.
- Verhoef, N., Tall, D., Coenders, F., & Van Smaalen, D. (2014). The complexities of a lesson study in a Dutch situation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 859-881.
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher professional development: An international review of the literature*. Paris: UNESCO International Institute for Educational Planning.
- Zeichner, K. (1999). The New Scholarship in Teacher Education. *Educational Researcher*, 28(9), 4-15.