



## Desenvolvendo o conhecimento didático de futuros professores de Matemática com Estudo de Aula e Robótica Educacional

**Resumo:** Essa investigação envolveu dezesseis alunos de um curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade federal brasileira, em uma disciplina de estágio supervisionado, cujo objetivo foi compreender as contribuições do estudo de aula e da robótica educacional na formação de futuros professores de Matemática. Em uma abordagem qualitativa, os dados foram recolhidos por meio da observação participante, notas de campo, análise documental, questionários, entrevistas e gravação em áudio das sessões de planejamento e reflexão. Os resultados mostram que os participantes desenvolveram seu conhecimento didático, no que tange ao conhecimento matemático para o ensino, elaboração e condução de tarefas investigativas com os robôs, condução de aulas de cunho exploratório, e ao desenvolvimento do conhecimento sobre o pensamento matemático dos alunos.

**Palavras-chave:** Estudo de Aula. Formação Inicial de Professores. Conhecimento Didático. Matemática. Robótica Educacional.

## Developing prospective Mathematics teachers' didactical knowledge in a Lesson Study With Educational Robotics

**Abstract:** This research involved sixteen students from a Mathematics Education graduation course at a Brazilian federal university in a supervised internship discipline, aiming on understanding the contributions of classroom study and educational robotics in the training of future mathematics teachers. Using a qualitative approach, the data was collected through participant observation, note taking, documentary analysis, questionnaires, interviewing, audio recording of the plannings and reflection sessions. Results show that the participants could develop their didactic knowledge in terms of mathematical knowledge of teaching, elaboration and conduct of investigative tasks with the robots, conduct of exploratory lessons and develop of the knowledge about students' mathematical thinking.

**Keywords:** Lessons Study. Prospective Teacher Education. Didactic Knowledge. Mathematics. Educational Robotics.

## Desarrollando el conocimiento didáctico de futuros profesores de Matemáticas con el Estudio de Aula y la Robótica Educativa

**Resumen:** Esta investigación involucró a dieciséis estudiantes de Licenciatura en Matemáticas de una universidad federal brasileña en una asignatura de práctica supervisada, con el objetivo de comprender las contribuciones del estudio en el aula y de la robótica educativa en la formación de futuros profesores de Matemáticas. En un enfoque cualitativo, se recopilaron datos a través de la observación participante, notas de campo, análisis documental, cuestionarios, entrevistas y grabación en audio de las sesiones de planificación y reflexión. Los resultados muestran que los participantes desarrollaron su conocimiento didáctico en relación con la enseñanza de matemáticas, la elaboración y conducción de tareas de investigación con los robots, la conducción de clases exploratorias y la comprensión del pensamiento matemático de los alumnos.

**Palabras clave:** Estudio de Aula. Formación Inicial de Profesores. Conocimiento Didáctico. Matemáticas. Robótica Educativa.

**Crhistine da Fonseca Souza**

Universidade Federal de Catalão  
Catalão, GO — Brasil

0000-0002-0185-3967

crhiefsouza@ufcat.edu.br

Recebido em: 20/09/2023

Aceito em: 05/11/2023

Publicado em: 15/12/2023

## 1 Introdução

Recentemente, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm ganhado mais espaço no contexto escolar, com o propósito de aumentar o interesse e a participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Como ferramentas pedagógicas, as TDIC podem favorecer a criação de novos ambientes de aprendizagem, promover a participação ativa dos alunos, durante o processo de construção de sua própria aprendizagem, e potencializar as interações entre professores e alunos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), revisada e publicada em 2018, que normatiza o conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos alunos, durante a Educação Básica, incorporou competências gerais que contemplam o uso das TDIC, tais como: “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares)”, com o objetivo de “se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” (Brasil, 2018, p. 9).

Para atender às exigências da BNCC, é fundamental que os docentes, em especial, os futuros professores, estejam preparados para utilizar recursos tecnológicos como mediadores dos processos educativos. A inserção das TDIC na formação de professores é um grande desafio, mas desencadeia oportunidades para o desenvolvimento de novas abordagens de ensino e aprendizagem. Não se pode esperar mudanças no perfil dos educadores, quando sua formação estiver pautada apenas pela abordagem tradicional de ensino, pois é importante que eles experienciem novas práticas em seus processos formativos.

Nesse sentido, neste trabalho, apresentamos uma proposta formativa, desenvolvida com futuros professores de Matemática, com o objetivo de compreender as contribuições do estudo de aula e da robótica educacional na formação de professores de Matemática<sup>1</sup>.

## 2 A Robótica Educacional e o Estudo de Aula

Nos últimos anos, no Brasil, e, também, por todo o mundo, a robótica é uma tecnologia que tem atraído o interesse de alunos da educação básica ao ensino superior (Alimisis, 2009; Mataric, 2004). A robótica tornou-se popular por várias razões, como o

---

<sup>1</sup> Este artigo é recorte de uma tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia em cotutela com a Universidade de Lisboa.

fascínio das crianças e jovens pelos robôs, por ser um campo multidisciplinar, a envolver outras áreas temáticas, e, por oferecer maneiras diferentes de aprendizagem em relação a outras abordagens motivadoras (Angel-Fernandez *et al.*, 2016).

A robótica, quando aplicada na educação, é conhecida como robótica educacional ou robótica pedagógica. De acordo com Angel-Fernandez e Vincze (2018), ainda não existe uma definição clara sobre o que se quer dizer com Robótica Educacional, pois, em muitos casos, é citada como ferramenta para uso na educação, ou um meio que possibilita pensar sobre o ensino, a aprendizagem e a educação. Pensar a Robótica Educacional como a interação de diferentes campos, em que os principais são a Educação, a Robótica e a Interação Humano-Robô, nos conduz a compreendê-la não apenas como uma ferramenta ou ambiente com tecnologia, mas como um campo de investigação para onde convergem muitas outras áreas de estudos (Angel-Fernandez e Vincze, 2018). Desse modo, adotamos a definição de robótica educacional, proposta por Angel-Fernandez e Vincze (2018, p. 38, tradução nossa), que a consideram como “um campo de estudos que visa melhorar a experiência de aprendizagem das pessoas através da criação e implementação de atividades, tecnologias e artefatos, onde os robôs desempenham um papel ativo”.

As pesquisas sobre as oportunidades que a robótica educacional oferece, como ferramenta educacional, indicam que ela estimula os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem (Alimisis, 2009), motiva tanto alunos quanto professores para aprender (Curcio, 2008; Pinto, 2011), permite a exploração de conceitos abstratos fundamentais da Matemática e da Informática, bem como possibilita desenvolver tarefas, envolvendo a resolução de problemas significativos, pois seus resultados são encontrados em um domínio real (Santos, 2012). Essa tecnologia pode transformar as práticas educativas tradicionais, por meio não só da inovação, mas da ressignificação da aprendizagem, em um ambiente lúdico, multidisciplinar, e que permite desenvolver uma variedade de competências e habilidades importantes.

Não basta inserir a tecnologia educacional no ambiente escolar, para se ter uma experiência bem-sucedida, pois essa, por si só, não fará com que os alunos aprendam. Em um ambiente de ensino-aprendizagem de Matemática, mediado pelas tecnologias digitais, professor e alunos devem assumir papéis diferentes dos convencionais, todos devem estar abertos para aprender juntos, por meio do diálogo, da cooperação e da proposta de soluções para as tarefas e desafios. Assim, as tecnologias propiciam a oportunidade de desenvolver o que Ponte, Oliveira e Varandas (2003) chamam de ensino inovador. No

ensino inovador, o professor cria situações de aprendizagem estimulantes, diversificadas e desafiantes, e o aluno tem participação ativa na construção de sua aprendizagem.

O professor e, conseqüentemente, a sua formação, têm um papel fundamental para o sucesso das experiências com as tecnologias, em especial, com a robótica educacional na sala de aula (Alimisis, 2009; Angel-Fernandez *et al.*, 2016). Nesse contexto, é preciso uma prática formativa que consiga contemplar essa nova proposta de ensino. Entendemos ser imprescindível que os professores, desde a formação inicial, tenham oportunidades para refletir criticamente, frente ao uso dessa tecnologia, no processo de ensino-aprendizagem. Logo, a participação em experiências inovadoras com robótica fará com que os futuros docentes conheçam suas potencialidades, se apropriem, científica e pedagogicamente desse recurso, para usá-lo na construção de ambientes que promovam a aprendizagem, que despertem a criatividade e motivação dos alunos para aprender.

Assim, surge a ideia de desenvolver uma proposta de formação de professores, utilizando o estudo de aula em um ambiente mediado pela robótica educacional (Souza, 2021). O estudo de aula é um trabalho colaborativo de professores que se reúnem, preparam uma aula de investigação, elaboram ou selecionam tarefas para essa aula, identificam as dificuldades e possíveis respostas dos alunos para as tarefas propostas, conduzem a aula, observam essa aula e registram suas observações. Posteriormente, os professores analisam a aula durante a sessão de reflexão, e verificam se os objetivos foram alcançados, além das principais dificuldades encontradas. Essa aula é, então, revisada e aprimorada, de modo a minimizar as dificuldades, e, em alguns casos, é novamente conduzida em uma outra turma, e segue-se, de novo, todo o ciclo do estudo de aula (Ponte *et al.*, 2016; Ponte, 2017; Quaresma, 2018; Quaresma *et al.*, 2014).

Por ser focado na prática docente, esse processo tem como principal característica sua natureza reflexiva: “trata-se, portanto, de um processo muito próximo de uma pequena investigação sobre a própria prática profissional, realizado em contexto colaborativo” (Quaresma *et al.*, 2014, p. 410). Para Murata (2011), o professor está no centro desse processo formativo, com a intenção de conhecer melhor a aprendizagem dos alunos, a partir de sua própria prática.

O ciclo do estudo de aula se divide em quatro etapas: Identificação do Problema, Planejamento, Aula de Investigação e Sessão de Reflexão. Na primeira etapa, os participantes partem de um objetivo comum, uma dificuldade da prática ou de alguma questão que queiram responder. Durante o planejamento da aula de investigação, os

participantes antecipam as respostas, preveem as dúvidas e as principais dificuldades que os alunos podem ter durante a aula, bem como elaboram as questões que podem ajudar a sanar tais dificuldades, constroem as tarefas e apresentam as estratégias para o ensino (Ponte *et al.*, 2016; Quaresma *et al.*, 2014). Durante a aula de investigação, um participante conduz a aula, enquanto os demais participantes observam, focados no pensamento e na aprendizagem dos alunos, registram suas observações e as diferentes estratégias utilizadas pelos alunos. Na sessão de reflexão, os participantes analisam e “discutem a aprendizagem dos alunos com base nos dados que eles registraram durante a observação” (Murata, 2011, p. 3, tradução nossa).

Assim, compreendemos que o estudo de aula visa apreender “as necessidades de aprendizagens dos alunos e de ensino pelos professores, invertendo o eixo dessa formação, ou seja, parte da sala de aula e retorna à prática a partir do planejamento, da observação e da reflexão da aula” (Utamura, Borelli e Curi, 2020, p. 3). O estudo de aula pode ser um forte aliado na formação inicial de professores de Matemática (Souza, 2021). Participar da elaboração de um plano de aula, com a observação da aula real, pelos vários participantes, e a reflexão concentrada nessas observações são elementos essenciais para que futuros professores possam refletir sobre a sua própria prática, e desenvolvam conhecimentos necessários para o ensino e a aprendizagem em sala de aula (Burroughs e Luebeck, 2010; Ponte, 2017). Quando desenvolvido na formação inicial, o estudo de aula permite aos futuros professores se envolverem, de forma significativa, em todas as etapas do processo, desde o planejamento à reflexão compartilhada sobre a ação (Souza, 2021).

A pesquisa de Burroughs e Luebeck (2010) mostra que a participação de futuros professores no estudo de aula pode ser significativa, por lhes oferecer a oportunidade de refletir criticamente, tanto sobre o complexo processo de ensino-aprendizagem quanto sobre o próprio processo do estudo de aula. Em sua investigação, os futuros professores desenvolveram conhecimentos importantes sobre o ensino, a aprendizagem e colaboração, numa comunidade de Matemática. Por outro lado, o estudo evidenciou as dificuldades dos futuros professores em identificar o conhecimento prévio, antecipar as respostas, estratégias e dificuldades dos alunos, dada a sua reduzida experiência na prática docente. Fonçatti e Morelatti (2019) propõem ainda que o estudo de aula seja associado ao ensino exploratório, pois é uma abordagem que coloca o trabalho dos alunos no centro do processo, o que difere da abordagem tradicional, comumente centrada no trabalho do professor.

Segundo Ponte (2005) e Ponte e Quaresma (2015), na aula de cunho exploratório, o foco está no processo ensino-aprendizagem e não no ensino, em que o aluno assume papel ativo, desenvolve a atividade para a construção da aprendizagem. Assim, ao investigar as situações que envolviam os robôs, os estagiários foram os protagonistas de suas aprendizagens, nas quais procuravam compreender, conhecer e encontrar soluções para as tarefas (Ponte, 2003).

Um desafio nos cursos de formação de professores de Matemática é o de promover o conhecimento didático desde a formação inicial. Existem diferentes processos de formação de professores, que possibilitam o desenvolvimento profissional, e, também, o desenvolvimento do conhecimento didático. Segundo Ponte (2012), o conhecimento profissional docente é prático e pessoal, advém da experiência e da reflexão sobre sua própria prática ou de seus pares. O conhecimento profissional inclui vários aspectos, dentre eles, o conhecimento didático. Ponte (2012) designa como conhecimento didático o conhecimento profissional dos professores de Matemática, que diz respeito à prática educacional, no contexto da Matemática. O autor distingue quatro dimensões principais do conhecimento didático: a) conhecimento da Matemática para o ensino; b) conhecimento dos alunos e de suas aprendizagens; c) conhecimento do currículo e d) conhecimento da prática educativa.

O conhecimento da Matemática para o ensino considera a Matemática como a disciplina a ser ensinada, corresponde à interpretação que os professores fazem dessa ciência para ensinar seus alunos (Ponte, 2012). O conhecimento dos alunos e de suas aprendizagens corresponde às teorias implícitas ou explícitas que os professores têm sobre os alunos. Inclui também “conhecer os alunos como pessoas, seus interesses, gostos, formas habituais de se comportar e reagir, valores, referências culturais, formas de aprender... são condições decisivas para o sucesso do trabalho dos professores” (Ponte, 2012, p. 88, tradução nossa).

O conhecimento do currículo e o seu gerenciamento influenciam na tomada de decisão, nas prioridades e maneiras de o professor conduzir o processo de ensino-aprendizagem. Finalmente, o conhecimento da prática educativa envolve o planejamento da disciplina, tanto em longo quanto em médio prazo, bem como o planejamento das aulas; a elaboração e preparação de tarefas; a condução da dinâmica da sala de aula de Matemática; a criação de uma cultura que favoreça a aprendizagem em sala de aula; o desenvolvimento e regulação da comunicação dos alunos; e a avaliação da aprendizagem



(Ponte, 2012). O estudo de aula é uma proposta que tem sido bastante utilizada em vários países, como Portugal, e, mais recentemente, no Brasil.

### 3 Aspectos Metodológicos

A investigação segue uma abordagem qualitativa e interpretativa, fundamentada nos pressupostos teóricos de González Rey (2005, p. 105), que a considera “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”. Os instrumentos fundamentais de recolha dos dados na pesquisa foram observação participante, notas de campo, análise documental (relatórios, planos de aula, *slides* e artigos), questionários, entrevistas e gravações em áudio de algumas etapas do estudo de aula, nomeadamente, planejamento e sessões de reflexão, com respectivas transcrições.

A pesquisa foi desenvolvida com dezesseis futuros professores<sup>2</sup> matriculados na disciplina obrigatória de Estágio Supervisionado I, no ano letivo de 2018, do curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade federal pública brasileira. Além dos estagiários, o Estudo de Aula contou com a participação de dois formadores, a autora e o professor da disciplina. A disciplina foi desenvolvida em quatro etapas: *Experimentação*, *Estudo Teórico*, *Workshop* e *Estudo de Aula*. Parte significativa das aulas da disciplina no 1º semestre foi dedicada à *Experimentação*, onde os estagiários aprenderam sobre os recursos e ferramentas disponíveis no *Kit LEGO® Mindstorms*. Nas aulas de natureza exploratória (Quaresma e Ponte, 2015), foram propostas tarefas de investigação e exploração matemática (Ponte, 2005), em que os estagiários puderam conhecer o *kit*, construir e programar alguns robôs. Durante o *Estudo Teórico*, discutimos e refletimos sobre a história da robótica educacional, seus conceitos, potencialidades no ensino de Matemática, aulas de cunho investigativo e exploratório, uso de tecnologias e investigação no ensino de Matemática, e, por fim, o *Estudo de Aula* e suas características. Durante o *Workshop*, os estagiários puderam conhecer outras experiências com robótica, apresentadas por um grupo de pesquisadores da área.

Para a realização da última etapa, o *Estudo de Aula*, os estagiários foram divididos em seis subgrupos, com dois ou três componentes. Eles pesquisaram um protótipo — cuja

---

<sup>2</sup> O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia e da Universidade Federal de Catalão em 22 out. de 2021, sendo aprovado em 1 nov. 2021, Processo n. 86928018.8.0000.5152 e Parecer n. 5.074.567.

montagem era pública e sem reservas de direitos de uso — e aprenderam a construir e programar esse robô, estudaram os aspectos relacionados aos conteúdos matemáticos, e, por fim, planejaram doze aulas de investigação. As aulas de investigação foram realizadas para uma turma de doze alunos da 1ª e 2ª série do Ensino Médio (15 a 17 anos) de uma escola pública de uma cidade vizinha. Essa turma se manteve a mesma durante toda a pesquisa, cujas aulas aconteceram no contraturno de aulas normais da escola, de agosto a novembro de 2018, às sextas-feiras, das 13h às 17h. Um professor da escola acompanhou os alunos, desde a locomoção à cidade até as atividades realizadas na universidade.

Partindo das ideias compreendidas e trabalhadas, durante a etapa de Experimentação, cada subgrupo de estagiários planejou e conduziu uma sequência de duas ou três aulas consecutivas, com exceção do primeiro subgrupo, que conduziu uma única aula. As aulas de investigação trataram de conteúdos específicos de Matemática e Robótica. Foram planejados e discutidos, com todo o grupo, nos aspectos mais gerais, como os conteúdos de Matemática que iriam abordar, o protótipo escolhido, os conceitos da programação necessários, as ideias das tarefas etc. Ficou a cargo de cada subgrupo organizar os detalhes, os materiais necessários, como os slides, o passo a passo das construções, uma sugestão de programação dos robôs, e, principalmente, as tarefas a propor.

Foram realizadas algumas adaptações no *Estudo de Aula*, devido às especificidades da disciplina e do contexto da sala de aula, mediada pela robótica educacional, levando em conta os aspectos principais descritos por Murata (2011). Como a aula era extensa, cerca de 4 horas seguidas, combinamos que cada aula de investigação fosse ministrada por todos os estagiários do subgrupo e não por um apenas, como é usual no processo de estudo de aula. Os demais estagiários foram monitores das aulas, auxiliando os alunos nas dúvidas, enquanto, também, eram observadores do processo, fazendo seus registros para discussão e reflexão posterior.

As sessões de reflexão do *Estudo de Aula* ocorreram às segundas-feiras, das 17h30 às 19h. Nessas sessões, os formadores e os estagiários iniciavam, apontando as questões específicas da aula de investigação anterior: aprendizagens e dificuldades dos alunos, mudanças sugeridas, pontos positivos e negativos etc. As aulas de investigação não eram retomadas, mas as reflexões das aulas anteriores serviam para a análise e reflexão sobre a própria prática, registradas nos relatórios dos estagiários, e para o refinamento do planejamento da aula de investigação seguinte. Assim, as sessões de reflexão eram



concluídas com a apresentação e a discussão sobre as mudanças necessárias para a aula seguinte, a divisão e distribuição das atividades durante a aula etc. Essa foi mais uma adaptação realizada no *Estudo de Aula*, em que o planejamento das aulas se deu em dois momentos, primeiramente, nos subgrupos, depois, partilhado e discutido com o grupo todo.

#### 4 Resultados

Nesta seção buscamos identificar as situações e oportunidades que emergiram das aulas de investigação, e que possibilitaram alcançar o objetivo de investigação. Observamos que as aulas se constituíram ricas oportunidades para os futuros professores desenvolverem alguns aspectos referentes ao Conhecimento Didático na perspectiva de Ponte (2012).

O estudo do conteúdo matemático e científico-tecnológico ocorreu, tanto durante a *Experimentação* quanto durante o *Estudo de Aula*. Nessa primeira etapa, os estagiários vivenciaram a experiência na situação de aprendizes da robótica. Assim, eles realizaram diferentes tarefas investigativas, envolvendo três protótipos distintos. Uma tarefa investigativa proposta pelos formadores foi realizar o giro do Robô *Castor Bot* em  $90^\circ$ , conforme a Figura 1. Assim, ao programar o robô, um subgrupo efetuou os seguintes cálculos:

Para encontrarmos o raio, medimos da metade de uma roda à outra. E encontramos 11,1 cm. Agora, basta aplicarmos na fórmula:

$$C = 2\pi R \rightarrow C = 2(3,14)(11,1 \text{ cm}) \approx 69,708 \text{ cm.}$$

Já que  $90^\circ$  equivale à  $1/4$  da volta, para sabermos a distância que ele terá que andar (D), usamos a fórmula:  $D = 1/4 C \rightarrow D = 1/4 (69,708 \text{ cm}) \rightarrow D = 17,427 \text{ cm.}$

Para sabermos as rotações necessárias, dividimos D, pelo diâmetro da roda:

$$Rv = D/(\text{diâmetro da roda}) \rightarrow Rv = (17,427 \text{ cm})/(18 \text{ cm}) \rightarrow$$

$$Rv = 0,9681 \approx 0,97. \text{ (Salazar e Stephen Hawking, relatório 2, 2018).}$$

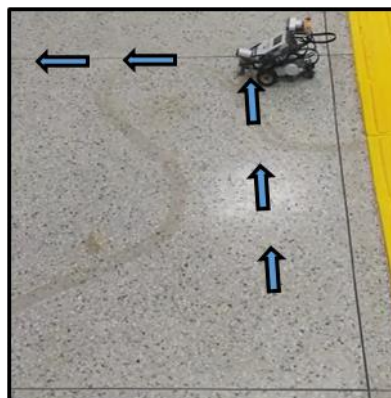


Figura 1: Robô *Castor Bot* percorrendo um caminho em L (Acervo da pesquisa)

Essa tarefa possibilitou aos estagiários perceberem o funcionamento do robô e sua programação. Ao realizar a generalização da tarefa, levou os estagiários a compreenderem como programar o protótipo para realizar giros em um ângulo qualquer. A partir do registro e da observação do trabalho, realizados pelos estagiários, é possível perceber que eles possuíam o conhecimento do conteúdo matemático necessário para as tarefas. Entretanto, inicialmente, eles tiveram dificuldades para estabelecer a relação entre esse conhecimento e as situações propostas com os protótipos. Essas dúvidas foram sanadas à medida que aprofundaram as situações-problemas e as programações dos robôs.

Durante as aulas da fase *Experimentação*, os estagiários vivenciaram situações em que realizaram investigações matemáticas, no ambiente mediado pela tecnologia, e, com isso, aprofundaram e mobilizaram conhecimento sobre alguns conceitos da Matemática para o ensino (Ponte, 2012). A aprendizagem ocorreu de forma colaborativa, em que os estagiários se ajudavam mutuamente durante todo o processo. Durante essa fase de aprendizagem, as narrativas apresentadas pelos estagiários evidenciaram também que eles desenvolveram conhecimentos científico-tecnológicos sobre a robótica educacional, tanto relacionados ao *hardware* quanto ao *software* do kit utilizado.

Na fase de planejamento do *Estudo de Aula*, os estagiários planejaram um conjunto de doze aulas de Matemática, mediadas pela Robótica, e trabalharam com quatro robôs diferentes (*Castor Bot* e adaptações com sensores, *Plotter*, *Carro com sensores* e a *Catapulta*). Para isso, eles tiveram que pesquisar e escolher um robô que se adequasse aos objetivos das aulas e ao nível de ensino dos alunos. A partir dessa escolha, os estagiários revisaram e aprofundaram o conhecimento sobre diferentes conteúdos matemáticos, a fim de construir as tarefas para as suas aulas. Tiveram que estabelecer conexões entre os protótipos e os conceitos matemáticos. Eles avaliaram se essas tarefas estavam adequadas ao nível escolar dos alunos, ao nível de exigências e características dos alunos, se eram possíveis em relação às características e especificidades do robô, e se estavam de acordo com o currículo escolar. Testaram os robôs para as tarefas matemáticas elaboradas e verificaram a viabilidade dessas relações.

O conhecimento matemático foi contemplado durante a elaboração dessas tarefas, em que os estagiários foram capazes de estabelecer relações, ligações entre o que o robô poderia fazer e os conceitos matemáticos. As tarefas eram de natureza exploratória e investigativa (Ponte, 2005). No trecho abaixo, é possível perceber como foi a análise dos estagiários para relacionar a Matemática e o protótipo escolhido:

Salazar: *A gente falava assim: ó, a gente tem primeiro que fazer o robô andar para a frente. Então, a gente colocou o desafio de andar tantos centímetros. Ó, o nosso robô também vira, então foi o desafio de andar tantos centímetros, porque eles já tinham visto isso, virar 90° e andar tantos centímetros. Ó, então agora a gente vai aproveitar que os meninos já sabem andar para a frente e virar, aí foi o [desafio do] quadrado. Então, conforme a gente ia vendo onde estava o conteúdo, a gente ia desenvolvendo os desafios.* (Entrevista)

Stephen Hawking: *No começo, a gente tinha planejado usar a equação de primeiro grau, né? A gente pensou em questões simples, fazer um robô andar em relação a um certo percurso, né? Aí, a gente utilizou essa questão lá, mas também a gente viu que a gente podia abordar outras questões com eles, né? Tanto na parte de fórmulas, né, que a gente utilizava ou para fazer o robô virar, para fazer ele andar. A gente via que a gente podia usar aquela matemática por trás da programação, para ensinar para eles, né?* (Entrevista)

Para alguns estagiários, essa foi a primeira oportunidade de planejar uma aula, elaborar uma tarefa de matemática, e, ainda mais, uma tarefa matemática a partir do contexto exploratório e investigativo da robótica educacional, ou seja, o desafio de pensar a Matemática no contexto da Robótica.

Outro aspecto do conhecimento didático trabalhado corresponde ao conhecimento sobre os alunos e suas aprendizagens. Os futuros professores ponderaram sobre as dúvidas que os alunos poderiam apresentar em determinado momento da aula, referentes, tanto ao conteúdo tecnológico quanto ao conteúdo matemático. Os estagiários recorreram ao currículo escolar para compreender o que os alunos já haviam estudado até aquele momento. No entanto, esse estudo mostrou-se insuficiente para a compreensão sobre o conhecimento prévio e as prováveis dificuldades dos alunos. A fala de Neném, responsável pela primeira aula, nos esclarece a dificuldade em elaborar uma aula para alunos que eles não conheciam:

Neném: *O maior desafio foi que nós não tínhamos noção de quem eram os alunos, o perfil da galera que ia vir, né, os alunos. Porque para gente ter a noção, os alunos são mais deste tipo e tal. Porque muitas vezes os alunos é que vão comandar o caminhar, se o pessoal tem mais facilidade, aí a gente tem que planejar uma aula com mais coisas, né, com mais tarefas. Porque pode acontecer de você achar que os alunos são mais lentos e eles pegarem o ritmo rapidinho e aí você fica sem ter coisas para os alunos fazerem, né? Isso, que eu achei mais difícil, a gente não ter noção dos alunos em si. O professor falou alguma coisa lá, como eles eram, mas os alunos em si, né?* (Entrevista)

Como podemos perceber, planejar uma aula para um aluno desconhecido foi um desafio para os estagiários, principalmente, nas primeiras aulas de investigação. À medida que as demais aulas foram ocorrendo, e os futuros professores tiveram mais contato com os alunos, podendo observá-los em situações de aprendizagem, eles foram percebendo suas dúvidas e dificuldades. Conforme salienta Ponte (2012, p. 5-6, tradução nossa), “conhecer os alunos como pessoas, seus interesses, gostos, formas habituais de se

comportar e reagir, valores, referências culturais, formas de aprender... são condições decisivas para o sucesso do trabalho dos professores”. Para além dos gostos e interesses dos alunos, os futuros professores precisaram compreender que o estudo de aula, bem como o ensino exploratório, tem natureza centradas no aluno e suas aprendizagens, diferente do ensino tradicional (Oliveira e Basniak, 2021).

O estudo revelou que os estagiários estavam atentos ao desenvolvimento dos alunos, durante as aulas de investigação, o que levou a mudanças importantes nas aulas seguintes. Um exemplo disso foi a observação de Bru sobre a primeira aula de investigação, o que suscitou reflexões importantes do grupo, e nos levou a uma mudança no plano da segunda aula:

*Bru: Uma menina fez uma pergunta muito boa. Ela perguntou por que a máquina de lavar era um robô e o carrinho de controle remoto não era?*

*Thiago: Foi a pergunta mais interessante da aula.*

*Professor: E qual foi a resposta?*

*Thiago: É a autonomia, basicamente. Aí ela não entendeu, aí eu expliquei de novo. Aí ela não entendeu. Eu expliquei para ela que se funcionou, se está mexendo sozinho, é robô. A dúvida dela era por causa do controle remoto. Acho que eu não usei a palavra autonomia.*

*Yoda: Acho que a dúvida maior dela é porque se a máquina de lavar, colocada na energia, era um robô, por que o carrinho de controle remoto, não.*

*Thiago: Ela não conseguia diferenciar um do outro.*

*Professor: Eu acho interessante a gente explorar essa pergunta. Mais alguém soube dessa pergunta? Foi compartilhado com a turma?*

*Thiago: Na hora que ela perguntou, eu expliquei e todo mundo escutou.*

(Sessão de reflexão de 13/08/2018)

O grupo passou a discutir a resposta do estagiário para a aluna, e se houve compreensão dessa resposta por ela e demais alunos. Percebemos uma lacuna no entendimento do que é robô e o que é programar, deixada na primeira aula. Assim, colaborativamente, construímos a Dinâmica do Robô-Humano, em que uma das tarefas consistia em um aluno ser o programador, e outro, o robô. O programador deveria enviar ordens para o robô executar até encontrar um objeto que seria escondido pela sala. Essa dinâmica seria o mote para retomar, de forma lúdica, a ideia central que diferencia autonomia de controle e o que é programação.

Assim, podemos perceber que os estagiários desenvolveram o Conhecimento Didático nos aspectos relativos às dificuldades e estratégias dos alunos, a compreensão sobre o pensamento matemático e computacional dos alunos. Os estagiários observaram e relataram a evolução dos estudantes no decorrer das aulas. Inicialmente, os alunos

mostravam-se tímidos, com receio de interagir com os estagiários, e, ao longo das aulas, envolveram-se nas atividades propostas e desenvolveram o conhecimento esperado em cada aula. Os estagiários identificaram os alunos com maior dificuldade, que exigiam maior atenção, acompanhamento e orientação diferenciados, dos alunos que conseguiam resolver as tarefas de forma mais autônoma. Salazar evidencia suas percepções a respeito:

*Salazar: No começo eu acho que eles estavam receosos por ser uma novidade também, eu acho. Eles estavam com medo e aí conforme eles foram vendo: 'não, eu dou conta de programar e de colocar o robô para executar, dou conta de montar, programar e executar', eles foram se soltando e completando os desafios. (Entrevista)*

Assim, as aulas de investigação e as observações estavam centradas na atividade dos alunos, pois os estagiários observaram que os alunos, inicialmente, apresentavam dificuldade em executar o que pensavam. Discutiam, mas não conseguiam elaborar uma estratégia, não testavam suas ideias para ver se eram boas ou se funcionavam:

*Stephen Hawking: O que eu percebi deles é que eles tinham umas ideias boas, muitas ideias, só que na hora de tentar executar essas ideias eles não conseguiam, eles se perdiam nas ideias que tinham. Aí não conseguiam concluir. (Sessão de reflexão de 17/08/2018).*

Durante as primeiras aulas, os estagiários perceberam a dificuldade dos alunos quanto à Matemática básica necessária para a programação: utilização dos instrumentos de medida e a conversão das medidas. Observaram que muitos alunos manifestaram uma certa resistência em realizar as medições e os cálculos para os movimentos. Alguns queriam resolver os problemas utilizando apenas a intuição (erro e acerto). Na sessão de reflexão, discutimos sobre a necessidade de estimular os alunos a realizar as operações, medições, e promover o seu pensamento matemático.

*Salazar: Eles vieram com uma dificuldade enorme na Matemática. Isso, por quê? Teve um exercício que eles teriam que fazer uma conversão. Aí, a gente indicou a regra de três. Muitos nem sabiam o que era uma regra de três. Eles são alunos do ensino médio, ou seja, o que eles aprenderam de Matemática? A gente esperava que eles aprendessem mais, mas só pelo fato deles aprenderem o que eles não sabiam, o que eles aprenderam na nossa aula, o que a nossa aula proporcionou para eles, eu acho que foi positivo. [...] No começo, a gente tinha que estar lembrando conteúdos básicos, de mexer com vírgula, o que eu já falei da regra de três, de divisão. Ah, tio, pode dividir usando a calculadora? A gente: não, mas deixa eu te ensinar a dividir sem calculadora. Eu ajudava eles a dividir sem calculadora. (Entrevista)*

Os alunos estão habituados a um modelo tradicional de ensino, em que resolvem os exercícios com base na demonstração do professor (Ponte, 2005). Mudar essa abordagem de ensino e envolver os estudantes em um processo ativo de aprendizagem é uma tarefa difícil, que demanda tempo para se adaptarem, estímulo do professor, tarefas

elaboradas adequadamente, para que se envolvam ativamente no processo, interpretando as tarefas, elaborando e realizando as estratégias de resolução. Assim, numa abordagem exploratória e investigativa, cabe ao professor o papel de desafiar o aluno num “trabalho de descoberta, ao mesmo tempo que promove momentos de discussão coletiva” (Quaresma e Ponte, 2015, p. 298).

Na terceira aula de investigação, a sensação, a partir das falas dos estagiários, durante a sessão de reflexão, era de que os alunos estavam cada dia mais envolvidos e interessados em aprender a programação e a matemática a partir dos robôs. Apesar das dificuldades em relação à Matemática, eles estavam gostando dos desafios e das dificuldades que iam surgindo durante a programação dos robôs. Segundo os estagiários:

JPC: *Eu observei que os meninos gostaram do que estavam fazendo e se dedicaram bastante nas atividades.*

Professor: O que você acha que fez eles gostarem? [...] O que foi interessante?

Kitty: *Os desafios.*

JPC: *Eu acho que foram as dificuldades.*

Professor: *As dificuldades?*

Thiago: *Foi bem mais difícil que as outras aulas.*

JPC: *Eles falam: ‘Ah, se é possível, eu vou fazer, eu vou dar um jeito e eu vou concluir’.*

Thiago: *Até porque depois que a primeira equipe conseguiu fazer é que eles animaram. Viram que dava para fazer, aí é igual o JPC falou, aí todo mundo ficou doido para fazer.*

(Sessão de reflexão de 27/08/2018)

Os futuros professores argumentaram que a aula foi mais interessante para os alunos devido ao grau de dificuldade e desafio apresentado nas tarefas propostas. Ao longo das aulas, os estagiários perceberam que os alunos foram desenvolvendo novos conhecimentos e diminuindo as dificuldades iniciais:

Salazar: *Hoje, eles sabem muito mais [...] eles sabiam fazer coisas que eu demorei uma tarde inteira do planejamento para o Plotter, igual fazer o triângulo, teve alunos que conseguiram fazer em 10 minutos. Eu demorei uma tarde para fazer aquele triângulo. Ou seja, eu acho assim, que eles estão crescendo exponencialmente. Isso é uma maneira muito positiva que eu enxergo o projeto.* (Entrevista).

Os estagiários se surpreenderam com a evolução da aprendizagem dos alunos no decorrer das aulas. Eles se envolveram em um processo de aprendizagem conjunta, em que os alunos e os estagiários aprenderam e, também, ensinaram.

Os estagiários desenvolveram o Conhecimento Didático relativo à prática educativa: elaboração de tarefas investigativas e condução das aulas, seguindo a



abordagem exploratória e investigativa. Foi possível observar que essa abordagem muda a relação entre professor e alunos, uma vez que todos assumem papéis diferentes dos habituais. Na abordagem exploratória, é possível que “os alunos construam ou aprofundem a sua compreensão de conceitos, procedimentos, representações e ideias matemáticas” (Ponte *et al.*, 2015, p. 114). Os alunos são ativos durante o processo de ensino-aprendizagem, e o professor é o condutor, orienta os alunos na busca pelo conhecimento, questiona, argumenta e direciona a discussão coletiva para sintetizar os conceitos desenvolvidos na aula. Alguns estagiários deixaram os alunos mais livres para pensar e raciocinar de forma mais autônoma, enquanto outros davam mais dicas e direcionavam na resolução das tarefas:

*Larissa: A gente deixou que os alunos discutissem, anotassem quais fórmulas eles poderiam usar. Porque a gente usou a [equação] do diâmetro, a do comprimento da roda e assim foi. Então, assim, a gente deixou que os alunos, no início, eles tentassem fazer pela forma que eles achassem melhor. E depois que a gente explicou as equações, para que eles pudessem fazer. Então assim, acaba que em tudo, até por tentativa, eles conseguiram enquadrar a Matemática nisso, né?*

*Stephen Hawking: Nesse caso, eu vi que a gente tinha que dar muitas dicas, no caso, para eles tentarem ver a Matemática que estava por trás daquele robô. Porque, no começo, a gente não sabia como fazer uma aula de investigação matemática usando a robótica, né? Então, a gente sempre tinha que dar: “ah, mas se você pensar, como que o robô deve andar”, né? Tipo, “que conta você faz”? E “por que que você fez essa conta”? A gente sempre estava perguntando alguma coisa para eles, para eles tentarem pensar por trás daquele robô, que Matemática que estavam usando.*

(Entrevistas)

Cada estagiário desenvolveu sua forma de aproximação e comunicação com os alunos. Alguns insistiam mais para que os próprios alunos fossem desenvolvendo seu raciocínio, e os auxiliavam, fazendo perguntas direcionadas, enquanto outros estagiários, vendo as dificuldades de alguns alunos, ou a falta de tempo para que eles concluíssem sozinhos, auxiliavam, dando “pistas” para a finalização da tarefa.

A *colaboração* entre os participantes do grupo se deu a partir de um processo dinâmico, que passou por um movimento de adaptação, reajustes e algumas dificuldades (Boavida e Ponte, 2002). A literatura alerta para a dificuldade de se estabelecer relações verdadeiramente colaborativas, em estudos de aula com futuros professores (Ponte, 2017). No entanto, a colaboração pode trazer contribuições e possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos importantes para o futuro docente.

Durante a *Experimentação*, a colaboração foi um fator decisivo e contribuiu para a realização das atividades propostas. No entanto, o planejamento colaborativo das aulas representou um desafio, visto que muitos estagiários estavam acostumados a trabalhar

individualmente. Portanto, estabelecer uma relação de colaboração levou um certo tempo, e não foi estabelecido logo de início, foi construído no decorrer da investigação. Em algumas atividades, a colaboração ocorreu nos subgrupos, e, em outras, envolveu todos os participantes.

A colaboração foi pensada no sentido de que cada estagiário tivesse voz para dar sua opinião durante todo o processo. As opiniões e sugestões foram discutidas no grupo, num processo de respeito mútuo, valorização das diferenças e confiança entre os participantes, desde os formadores aos estagiários. Durante as sessões de reflexão, os estagiários apresentavam seus posicionamentos a respeito da postura dos estagiários frente aos alunos, os pontos positivos e negativos observados por eles. Segundo os estagiários, esse *feedback* crítico fez parte do seu processo de aprendizagem e contribuiu com o processo de aprender a ser professor e refletir sobre e para a prática docente. Além disso, revelou a confiança e o respeito entre os participantes, ao se posicionarem, mas também revelou a capacidade dos futuros professores estarem dispostos a ouvir o outro com atenção e valorizar as contribuições dadas.

Outro elemento importante do *Estudo de Aula* foi a reflexão conjunta sobre os acontecimentos em sala de aula. Durante as sessões de reflexão, o grupo realizou uma análise aprofundada para a prática e sobre a prática (Quaresma e Ponte, 2019). Nas reflexões para a prática, os futuros professores fizeram sugestões para adaptações ou mudanças no planejamento das aulas futuras, ou das tarefas propostas, e perceberam aspectos importantes das aulas que deram resultados, portanto, devendo ser mantidos nas aulas seguintes. Nas reflexões sobre a prática, eles refletiram sobre o trabalho do professor, a condução das aulas, as aprendizagens e dificuldades dos alunos, e sobre possíveis mudanças nas aulas e tarefas para uma fase de seguimento futura.

## 5 Conclusão

Um estudo de aula tem início com os professores identificando um problema relevante sobre o processo de ensino-aprendizagem, em que definem os objetivos da aula (Murata, 2011; Ponte *et al.*, 2016; Quaresma, 2018). Em nosso caso, tínhamos a temática da tecnologia e estávamos interessados em desenvolver aulas de Matemática mediadas pela robótica educacional para alunos do ensino médio. As etapas *Experimentação*, *Estudo Teórico* e o *Workshop*, que antecederam ao *Estudo de Aula*, foram imprescindíveis para que os futuros professores aprendessem a construir e programar robôs, desenvolvessem confiança sobre seus conhecimentos, e, sobretudo, compreendessem

como planejar e conduzir uma aula de natureza exploratória e investigativa com os protótipos. Na fase de planejamento do *Estudo de Aula*, os futuros professores consultaram o currículo escolar de Matemática sobre os tópicos que seriam abordados em suas aulas, aprofundaram os conhecimentos matemáticos, consultaram diferentes materiais que tratavam a temática da robótica educacional, como revistas, *sites* e artigos. Conforme salienta Murata (2011), os futuros professores estiveram no centro da ação docente, planejaram suas aulas com atenção às possíveis dúvidas dos alunos com relação aos conceitos matemáticos e da robótica.

O *Estudo de Aula* promoveu oportunidades para o futuro professor desenvolver diferentes tipos de conhecimento necessários à sua futura atuação (Murata, 2011; Ponte *et al.*, 2016; Ponte, 2012, 2017; Quaresma e Ponte, 2015). Todos esses conhecimentos se reúnem e interagem entre si durante um estudo de aula (Murata, 2011; Fernandez, 2005): o conhecimento acerca do planejamento de aulas; sobre elaboração e condução de tarefas; sobre a abordagem exploratória e investigativa; e sobre o pensamento matemático dos alunos. Essas oportunidades decorreram da participação ativa dos futuros professores, de forma crítica e reflexiva, durante todas as etapas do *Estudo de Aula*. Eles planejaram aulas centradas na aprendizagem dos alunos, elaboraram tarefas, discutiram sobre como as conduzir, observaram, discutiram e refletiram sobre as aprendizagens e dificuldades dos alunos, sobre os conteúdos matemáticos e de robótica e vivenciaram, de forma reflexiva, a prática docente (Souza, 2021).

Os futuros professores construíram tarefas de investigação e exploração matemática, foram chamados a conduzir o ensino de Matemática, utilizando uma abordagem exploratória, diferente da abordagem tradicional, em que os alunos também foram convidados a participar ativamente de todo o processo de aprendizagem. Os futuros professores conduziram as aulas, dando “pistas”, sugerindo, questionando, procurando não revelar as soluções dos problemas. Realizaram diferentes momentos de síntese dos conceitos trabalhados. Esses momentos foram importantes para que os alunos estabelecessem as conexões entre a Matemática e a Robótica. Trabalhar com tarefas dessa natureza trouxe uma aprendizagem importante aos futuros professores, pois possibilitou que compreendessem a relevância das tarefas, numa abordagem exploratória e investigativa, e valorizassem e reconhecessem as potencialidades da robótica educacional para o processo de ensino-aprendizagem Matemática.

A investigação mostrou que os futuros professores, inicialmente, sabiam pouco

sobre os conhecimentos prévios dos alunos, como também observado por Burroughs e Luebeck (2010). Esse foi um aspecto marcante do estudo, pois, ao longo das aulas de investigação, os futuros professores tiveram a oportunidade de observar o pensamento matemático dos alunos, durante a realização das tarefas, e de valorizar as dificuldades individuais, bem como as diferentes aprendizagens dos alunos.

Todos os elementos discutidos criaram um ambiente propício de aprofundamento do conhecimento didático dos futuros professores. Quando eles discutiram sobre o tipo de tarefa, os conteúdos matemáticos que poderiam explorar com determinado protótipo, quais as dificuldades observadas nas aulas, e as estratégias utilizadas para superá-las, tiveram oportunidade de desenvolver seu conhecimento didático (Ponte, 2012), o que está em consonância com as pesquisas sobre o estudo de aula (Murata, 2011; Fernandez, 2005; Ponte *et al.*, 2016). Segundo Fernandez (2005, p. 272, tradução nossa), essas situações são “pontos de entrada naturais para os professores discutirem como as crianças pensam sobre o conteúdo e as dificuldades que têm para entendê-lo, bem como desenvolver estratégias para ajudar as crianças a ampliar seu pensamento”.

Conforme indicam as pesquisas (Ponte, 2017), verificamos que o estudo de aula é um processo importante para os programas de formação inicial de professores, pois possibilita que os futuros docentes participem de um rico ambiente de aprendizagem, permeado de atividades que conectam teoria e prática, que permitem a investigação sobre sua própria prática, e desenvolvam conhecimentos importantes para o exercício da docência. Vale sublinhar a importância de desenvolver novos estudos de aula, no âmbito da formação inicial brasileira, para podermos compreender os vários aspectos que estão presentes em todo o processo, e como ele pode se adaptar a diferentes contextos.

Refletindo sobre a utilização da robótica educacional, nesse processo formativo, concluímos que ela representou uma oportunidade de mudança, na prática do futuro professor, de um ensino tradicional centrado no professor, passou a um ensino inovador, centrado no protagonismo do aluno, durante o processo, em que os futuros professores utilizaram esse recurso para criar situações estimulantes e desafiantes, que favoreceram a aprendizagem (Ponte, Oliveira e Varandas, 2003).

Os estagiários foram convidados a assumir novos papéis, durante o processo formativo com a robótica educacional, nessa perspectiva de ensino inovador (Ponte, 2000; Ponte, Oliveira e Varandas, 2003), desencadeado por aulas, seguindo a abordagem exploratória. O foco da ação formativa esteve no processo e não no ensino, os estagiários

assumiram papéis ativos, construíram conhecimentos científico-tecnológicos sobre a robótica educacional, tanto relacionados ao *hardware* quanto ao *software* do kit utilizado. Ademais, desenvolveram conhecimentos sobre como utilizar essa tecnologia de forma a promover o processo de ensino-aprendizagem, tornando a aprendizagem significativa e prazerosa aos alunos.

### Agradecimentos

Agradeço aos participantes do projeto: À universidade, reitoria, chefia do instituto e coordenação do curso de Matemática, professor da disciplina de Estágio Supervisionado, futuros professores de Matemática e ao professor e alunos da Educação Básica.

### Referências

ALIMISIS, Dimitris. Prologue. In: ALIMISIS, Dimitris. (Ed.) *Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods*. Athens: ASPETE, 2009, p. 7-9.

ANGEL-FERNANDEZ, Julian Mauricio; LAMMER, Lara; KYNIGOS, Chronis; GUEORGUIEV, Ivaylo; VARBANOV, Pavel; LEPUSCHITZ, Wilfried; DUCA, Annalise; PULLICINO, Joanna; GRIZIOTI, Marianthi; NIKITOPOULOU, Sofia; GIRVAN, Carina; VRBA, Pavel. *Best practice and requirements*. TU Wien, University of Athens, ESI, Cardiff University, AcrossLimits and Certicos, Deliverable, 2016.

ANGEL-FERNANDEZ, Julian Mauricio; VINCZE, Markus. [Towards a definition of Educational Robotics](#). In: *Proceedings of The Austrian Robotics Workshop*. Innsbruck, 2018, p. 1-6.

BOAVIDA, Ana Maria; PONTE, João Pedro da. Investigação colaborativa: potencialidades e problemas. In: GTI (Org.). *Refletir e investigar sobre a prática profissional*. Lisboa: APM, 2002. p. 43-55.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BURROUGHS, Elizabeth A.; LUEBECK, Jennifer. L. Pre-service teachers in Mathematics lesson study. *The Montana Mathematics Enthusiast*, v. 7, n. 2-3, p. 391-400, 2010.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. [Proposta de método de robótica educacional de baixo custo](#). 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) — Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba.

FERNANDEZ, Clea. Lesson study: a means for elementary teachers to develop the knowledge of mathematics needed for reform-minded teaching? *Mathematical Thinking and Learning*, v. 7, n. 4, p. 265-289, 2005.

FONÇATTI, Maria Cecília; MORELATTI, Maria Raquel Miotto. [A lesson study como contexto para o estágio das licenciaturas em Matemática: por que utilizá-la?](#). *Educere et Educere*, Cascavel, v. 14, n. 32, p. 1-17, 2019.

GONZÁLEZ REY, Fernando. *Subjetividade, complexidade e pesquisa em Psicologia*. São Paulo: Thomson, 2005.

MATARIĆ, Maja J. [Robotics education for all ages](#). In: *Proceedings Accessible Hands-on AI and Robotics Education*. Palo Alto, 2004, p. 1-3.

MURATA, Aki. Introduction: conceptual overview of lesson study. In: HART, Lynn C.; ALSTON, Alice; MURATA, Aki. (ed.). *Lesson study research and practice in Mathematics Education*. New York: Springer, 2011, p. 1-12.

OLIVEIRA, Vania Doneda de; BASNIAK, Maria Ivete. [O planejamento de aulas assentes no ensino exploratório de Matemática desenvolvidas no ensino remoto de emergência](#). *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 5, n. 11, p. 1-26, 2021.

PINTO, Marcos de Castro. [Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre](#). 2011. 158f. Dissertação (Mestrado em Informática) — Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

PONTE, João Pedro da. [Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?](#). *Revista Ibero-Americana de Educação*, Madrid, n. 24, p. 63-90, 2000.

PONTE, João Pedro da. Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de Matemáticas. In: PLANAS, Nuria. (Coord.). *Teoría, crítica y práctica de la Educación Matemática*. Barcelona: Graó, 2012. p. 83-98.

PONTE, João Pedro da. Gestão curricular em Matemática. In: GTI (Ed.). *O professor e o desenvolvimento curricular*. Lisboa: APM. 2005. p. 11-34.

PONTE, João Pedro da. Investigar, ensinar e aprender. In: *Encontro de Professores de Matemática*, 2003. Lisboa, 2003. p. 25-39.

PONTE, João Pedro da. [Lesson studies in initial Mathematics teacher education](#). *International Journal for Lesson and Learning Studies*. v. 6, n. 2, p. 169-181, 2017.

PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, Dario. (Org). *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 159-192.

PONTE, João Pedro da; QUARESMA, Marisa. [As discussões matemáticas na aula exploratória como vertente da prática profissional do professor](#). *Revista da Faculdade de Educação*, Cáceres, v. 23, n. 1, p. 131-150, jan./jun. 2015.

PONTE, João Pedro da; QUARESMA, Marisa; MATA-PEREIRA, Joana; BAPTISTA, MÓNICA. [O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática](#). *Bolema*, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 868-891, dez. 2016.

QUARESMA, Marisa. [O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática: duas experiências no ensino básico](#). 2018. 198f. Tese (Doutorado em Educação) — Instituto de Educação. Universidade de Lisboa. Lisboa.



QUARESMA, Marisa; PONTE, João Pedro da. Comunicação, tarefas e raciocínio: aprendizagens profissionais proporcionadas por um estudo de aula. *Zetetiké*, Campinas, v. 23, n. 44, p. 297-310, 2015.

QUARESMA, Marisa; PONTE, João Pedro da. [Dinâmicas de reflexão e colaboração entre professores do 1º ciclo num estudo de aula em Matemática](#). *Bolema*, Rio Claro, v. 33, n. 63, p. 368-388, abr. 2019.

QUARESMA, Marisa; PONTE, João Pedro da; BAPTISTA, Mónica; MATA-PEREIRA, Joana. O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional. In: PONTE, João Pedro da. (Org.). *Práticas profissionais dos professores de Matemática*. Lisboa: Projeto P3M, 2014, p. 409-425.

SANTOS, Elci Alcione Almeida dos. *Contribuição para o estudo da aprendizagem da matemática e da programação em comunidades virtuais de prática com foco no uso de robots como mediadores da aprendizagem*. 2012. 232f. Tese (Doutorado em Matemática) — Universidade da Madeira. Funchal.

SOUZA, Crhustiane da Fonseca. *Estudo de aula de Matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de Matemática*. 2021. 449f. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

UTIMURA, Grace Zaggia; BORELLI, Suzete de Souza; CURI, Edda. [Lesson Study \(Estudo de Aula\) em diferentes países: uso, etapas, potencialidades e desafios](#). *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, n. 10, p. 1-17, jul. 2020.