

UMA EXPERIÊNCIA DE ESTUDO DE AULA EM MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR COM ESTUDANTES DE ENGENHARIA

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.29.428-448>

Maria Cristina Oliveira da Costa¹
Ranúzy Borges Neves²
Maria Helena Morgado Monteiro³

Resumo: A Matemática é frequentemente referida como uma das causas de insucesso em cursos de engenharia. Focado na aprendizagem do aluno, o estudo de aula busca promover o desenvolvimento profissional docente por meio de um ambiente colaborativo e reflexivo e pode, portanto, ser uma forma de procurar estratégias de ensino que melhorem o desempenho dos estudantes. Este artigo apresenta uma experiência de estudo de aula, na qual procuramos perceber o impacto que a aula de investigação, com resolução de Problemas de Otimização, teve em alunos de Análise Matemática I, do curso de Engenharia Mecânica, de um Instituto Politécnico em Portugal. Discutimos se a abordagem utilizada motivou os estudantes no processo de aprendizagem. A pesquisa é qualitativa, de cunho interpretativo, com *design* de observação participante, tendo reunido duas professoras do referido Instituto e uma doutoranda em Didática da Matemática (docente em um Instituto Federal no Brasil) num estudo de aula com oito sessões gravadas em vídeo. Também foram objetos de análise os documentos elaborados pelas professoras e as respostas dos estudantes às tarefas propostas e a um questionário. Os resultados indicam a recorrência das seguintes dimensões nas ações dos alunos: trabalho em equipa, discussão em grupo, entusiasmo na execução das tarefas, adesão à abordagem implementada e aprendizagem mais ativa. Apesar de identificarmos algumas limitações na implementação do estudo de aula no ensino superior, concluímos que a experiência foi bastante positiva, no que diz respeito ao *feedback* dos alunos, pelo que esta pode ser uma forma de ajudar a motivá-los para a aprendizagem da Matemática.

Palavras-chave: Estudo de aula. Matemática. Ensino superior. Trabalho colaborativo.

A LESSON STUDY EXPERIENCE IN HIGHER EDUCATION MATHEMATICS WITH ENGINEERING STUDENTS

Abstract: Mathematics is often referred to as one of the causes of failure in engineering courses. Focussed on student learning, lesson study seeks to promote teacher professional development through a collaborative and reflective environment and can therefore be a way of looking for teaching strategies that improve student performance. This paper presents an experience of lesson study, in which we sought to understand the impact that the research lesson, with Optimization problem solving, had on Mathematical Analysis I students on the Mechanical Engineering course at a Polytechnic Institute in Portugal. We discuss whether the developed approach motivated students in the learning process. The methodology research is qualitative with an interpretative paradigm, with a participant observation design, bringing together two teachers from the Institute and a PhD student in Mathematics Didactics (a teacher at a Federal Institute in Brazil) in a lesson study with eight video-recorded sessions. The documents produced by teachers and students' answers to the proposed tasks and a questionnaire were also analyzed. The results indicate the recurrence of the following dimensions in the students' actions: teamwork, group discussion, enthusiasm in carrying out the tasks, adherence to the approach

¹ Doutorada em Ciências da Educação. Unidade Departamental de Matemática e Física do Instituto Politécnico de Tomar/Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2)/Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais da Universidade Nova de Lisboa. E-mail: ccosta@ipt.pt - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3274-6056>.

² Mestre em Ensino de Ciências Exatas. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa/Instituto Federal Catarinense Campus São Bento do Sul. E-mail: ranuzy.borges@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8359-4013>.

³ Doutorada em Matemática. Unidade Departamental de Matemática e Física do Instituto Politécnico de Tomar. E-mail: helena.monteiro@ipt.pt - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-971X>.

implemented and more active learning. Although we identified some limitations in implementing lesson study in higher education, we conclude that the experience was very positive in terms of student feedback, so this could be a way to help motivate them to learn mathematics.

Keywords: Lesson study. Mathematics. Higher education. Collaborative work.

Introdução

São cada vez mais os apelos para implementar abordagens de ensino que promovam o interesse dos estudantes pela aprendizagem, assim como para potencializar o seu sucesso acadêmico. Estes apelos são ainda maiores no que diz respeito ao ensino da Matemática, dado que esta é muitas vezes acusada de ser uma das principais causas de insucesso, nomeadamente em cursos de engenharia (HILLOCK *et al.*, 2013).

Para fomentar novas estratégias de implementação do currículo, em aula, é importante promover o desenvolvimento profissional dos docentes envolvidos. Neste sentido, o estudo de aula, conhecido internacionalmente como *lesson study*, é considerado um modelo de desenvolvimento profissional colaborativo que envolve grupos de professores e promove discussão e reflexão sobre as suas práticas letivas (PONTE *et al.*, 2016). Este contexto pode ser uma oportunidade para discutir as dificuldades de aprendizagem dos alunos e procurar colmatar essas dificuldades por meio de novas estratégias de ensino (STIGLER; HIEBERT, 1999).

Neste trabalho, discutimos uma experiência de estudo de aula no ensino superior, no contexto de uma unidade curricular de Análise Matemática⁴ num curso de engenharia, no qual optamos por fazer uma abordagem mais interativa e centrada nos alunos, ao contrário da abordagem tradicional, maioritariamente centrada num ensino mais expositivo por parte do docente (ABDULWAHED *et al.*, 2012; ALSINA, 2001).

Dada a falta de trabalhos que envolvam o estudo de aula no ensino superior, em particular no contexto da Matemática (DING, 2023; HERVAS, 2021), esta investigação torna-se uma contribuição importante para a literatura. Além disso, a maioria dos estudos publicados incidem mais sobre o desenvolvimento profissional do professor e não sobre o impacto que as abordagens implementadas tiveram nos estudantes. Para além de se dar conta das etapas do estudo de aula desenvolvidas (LEWIS, 2016), neste estudo damos *feedback* sobre o impacto que a abordagem escolhida teve nos alunos, nomeadamente se esta contribuiu para uma maior motivação para a aprendizagem. Também são referidos alguns constrangimentos que têm a ver com especificidades relacionadas com o ensino superior. As conclusões deste trabalho podem ser relevantes para a Educação Matemática, em particular para os interessados em utilizar esta

⁴ Também chamada de Cálculo em algumas instituições de ensino superior.

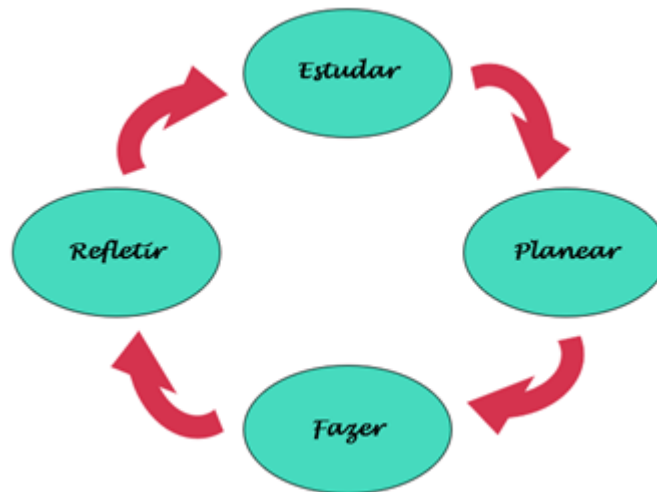
O estudo de aula em Matemática: da educação básica ao ensino superior

Há mais de cem anos que, tanto no Japão como na China, os professores utilizam o estudo de aula como uma forma de aperfeiçoamento da prática letiva, tendo como ponto de partida a realidade escolar, nomeadamente, as dificuldades dos próprios alunos (CHEN; YANG, 2013; DUDLEY; VRIKKI, 2020). Segundo Chen e Yang (2013), os docentes em início de carreira vão ganhando experiência com a colaboração, enquanto os veteranos melhoram as suas metodologias de ensino.

O estudo de aula está a ser lapidado como um processo de desenvolvimento profissional suportado pela colaboração e reflexão entre os seus participantes (PONTE *et al.*, 2016). Por meio dele, professores das mais diversas culturas espalhadas pelo mundo têm tido a oportunidade de partilhar experiências, cujo principal objetivo é encontrar caminhos para ultrapassar os obstáculos de aprendizagem dos estudantes. É durante esse período de discussão e planeamento que os docentes conseguem identificar possibilidades para o desenvolvimento de sua prática letiva e, conseqüentemente, de seu conhecimento profissional (HUANG *et al.*, 2019).

Segundo Lewis (2016), um modelo de estudo de aula (*Figura 1*), que se aproxima do original japonês, costuma contemplar quatro etapas básicas, que começam por incidir sobre o currículo e as dificuldades dos alunos, para se estabelecer qual é o tema em foco (estudar); seguidas do planeamento da aula de investigação, de acordo com o tópico escolhido (planear); implementação da aula, que é observada pelos participantes do grupo (fazer); e, finalmente, uma reflexão sobre a aprendizagem dos estudantes, no contexto da aula lecionada (refletir).

Figura 1: Ciclo de um estudo de aula



Fonte: Adaptado de Lewis (2016)

As primeiras experiências com estudo de aula (tanto no Oriente como no Ocidente) remetem para a educação básica e, dentro desse nível de ensino, a Matemática tem-se tornado um importante campo de investigação ao longo das últimas décadas (LEWIS, 2016; PONTE *et al.*, 2016; RICHIT; TOMKELSKI, 2020; STIGLER; HIEBERT, 1999).

Lewis (2016) faz uma análise de onze artigos que relatam estudos de aula realizados com professores de Matemática que lecionam na educação básica e secundária de Canadá, Japão, Austrália, China, Estados Unidos, Malásia, Coreia do Sul, Hong Kong, Shangai e Reino Unido. A autora destaca que o estudo de aula contribui diretamente em quatro dimensões relacionadas com a prática docente: conhecimento profissional, crenças e atitudes em sala de aula, lições aprendidas nos grupos colaborativos e materiais pedagógicos publicados.

Ponte *et al.* (2016) apresentam uma investigação realizada com cinco professoras de Matemática de 5.º e 6.º anos de uma escola de Lisboa, cujo objetivo foi compreender as potencialidades e os desafios do estudo de aula enquanto processo de desenvolvimento profissional. Os autores sublinham que, apesar de não perceberem muito bem a dinâmica no início do estudo de aula, as docentes participaram ativamente na resolução das tarefas propostas, tendo manifestado interesse em entender melhor a natureza dessas tarefas e o processo de raciocínio dos estudantes quando as resolvessem durante a aula de investigação. De acordo com Ponte *et al.* (2016), as participantes nesta investigação desenvolveram competências relativas à discussão coletiva e à colaboração, além de terem formado um grupo de trabalho na escola onde lecionam.

Richit e Tomkelski (2020) divulgam resultados de três estudos de aula, que contaram com a participação de 17 professores de Matemática do ensino médio (secundário) de escolas públicas do Sul do Brasil. Os autores indicam ter havido aprendizagem docente relacionada à didática da Matemática, com destaque para o ensino exploratório, o uso do *software Geogebra* e a comunicação em sala de aula, bem como com a cultura profissional, nomeadamente o trabalho colaborativo, que proporcionou momentos para o planejamento e reflexão em conjunto, potencialidades destacadas pelos participantes.

Ao longo das últimas duas décadas, as pesquisas sobre estudo de aula com professores de Matemática de educação básica e secundária têm-se expandido em diversos países pelo mundo, apresentando resultados promissores (CERBIN, 2011). No entanto, o mesmo não tem vindo a acontecer com os docentes do ensino superior (BICKERSTAFF *et al.*, 2021). Este grupo foi contemplado posteriormente, mas com um nível de publicação muito menor (CERBIN; KOPP, 2006). É neste cenário de investigação mais reduzido que se insere o estudo de aula com disciplinas de Matemática no ensino superior, nomeadamente, Análise Matemática (CARDOSO *et al.*, 2023; DING, 2023; HERVAS, 2021).

Hiebert *et al.* (2002, p. 3) referem que “existe um consenso crescente de que o desenvolvimento profissional produz os melhores resultados quando é de longo prazo, baseado na escola, colaborativo, focado na aprendizagem dos alunos e vinculado aos currículos”. O estudo de aula concentra todas essas características e, por isso, esses autores sugerem a sua adaptação para o contexto das instituições de ensino superior.

Numa das primeiras publicações a envolver uma unidade curricular de Matemática do ensino superior, Alvine *et al.* (2007) descrevem a experiência de participarem num estudo de aula na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral na Universidade de Harvard (EUA), dentro de um programa de formação docente destinado a alunos de doutoramento e pós-doutoramento em Matemática. Os autores identificam melhorias para o conteúdo abordado e afirmam que o estudo de aula proporcionou aos participantes o desenvolvimento de capacidades relacionadas com o ensino, sobretudo aos estudantes de pós-graduação (também futuros professores), pois estes não receberam preparação pedagógica suficiente na sua formação inicial.

Contando com um grupo de quatro professores do Departamento de Matemática, Estatística e Ciências da Computação, Becker *et al.* (2008) relatam as contribuições e desafios de um estudo de aula realizado na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, em outra universidade dos EUA. Para eles, o objetivo dos seis encontros semanais foi o fortalecimento de um ambiente colaborativo entre os pares, no qual também se promoveu a reflexão acerca do processo e das estratégias de ensino-aprendizagem, bem como a produção de materiais

didáticos. Becker *et al.* (2008) mencionam, ainda, o que os professores aprenderam durante a (re)elaboração de tarefas, nas quais os alunos precisavam trabalhar de forma mais ativa nas aulas, além das apreensões que essa maior exposição trouxe aos estudantes.

Bickerstaff *et al.* (2019) apresentam um projeto com docentes que lecionam disciplinas de Matemática em três faculdades comunitárias de Oregon (EUA), cujo objetivo é compreender se, e como, o estudo de aula pode influenciar a prática docente e os resultados dos alunos. Os professores sublinharam que nos seus departamentos há pouca partilha de experiências relacionadas com a prática de ensino, o que levou um dos participantes a dizer que os seus colegas são “como um recurso inexplorado para o aprendizado entre pares” (BICKERSTAFF *et al.*, 2021, p. 18). A elaboração colaborativa do plano de aula, uma das etapas previstas no estudo de aula proposto, acabou por causar certa surpresa aos docentes, uma vez que, conforme já haviam destacado, não era uma atividade comum nas instituições (BICKERSTAFF *et al.*, 2021).

Bickerstaff *et al.* (2021, pp. 16 e 17) destacam, ainda, que “a grande maioria dos participantes também indicou que o estudo de aula melhorou seus materiais curriculares, ajudou a construir sua comunidade profissional e desenvolveu sua compreensão de como os estudantes pensam e aprendem”. Segundo os autores, cerca de 75% desses professores afirmaram que o estudo de aula contribuiu diretamente para mudanças na sua prática pedagógica, principalmente no que se refere ao conhecimento sobre tarefas e comunicação matemática em sala de aula. Bickerstaff *et al.* (2021, p. 29) referem, ainda, que “experimentar novas práticas de ensino e olhar de perto para os alunos e sua aprendizagem ajudaram os professores a aumentar sua confiança com novas instruções práticas”.

Richit *et al.* (2022) descrevem um estudo de aula realizado de forma remota com professores de Matemática e Educação Matemática de sete instituições de ensino superior do Sul do Brasil. Além dos docentes, um futuro professor de Matemática também participou na experiência, que teve lugar na disciplina de Cálculo I, ministrada para uma turma do curso de Licenciatura em Matemática. Em doze sessões, o grupo i) definiu o tópico de Máximos e Mínimos e os objetivos para a aula de investigação; ii) revisou o tema, discutiu artigos e documentos curriculares sobre estudo de aula e formação docente; iii) elaborou um plano de aula com uma tarefa exploratória dentro do contexto agrícola dos alunos; iv) realizou a aula de investigação e v) refletiu sobre a aula e sobre todo o processo do estudo de aula.

Richit *et al.* (2022, p. 89) referem que “o foco e a dinâmica do estudo de aula mobilizaram e aprofundaram conhecimentos profissionais relativos à Matemática, à Didática da Matemática e à Missão do formador de futuros professores de Matemática”. Dentre esses

conhecimentos, destacam-se, respectivamente, a ressignificação de conceitos relacionados com os conteúdos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, por meio da utilização de tabelas, gráficos e representações algébricas; o planejamento da aprendizagem e não apenas o planejamento do ensino, ocorrido principalmente durante a elaboração da tarefa; e o desenvolvimento de um olhar mais atento às finalidades curriculares da Licenciatura em Matemática, que é o curso de formação de professores no Brasil.

Caridade *et al.* (2022) descrevem um estudo de aula realizado em um Instituto Politécnico de Portugal, que contou com a participação de quatro professores de Matemática e de uma doutoranda em Didática da Matemática, que também leciona para alunos de graduação no Brasil. O grupo reuniu-se durante nove semanas (oito sessões on-line e a aula de investigação presencial) e, a partir das discussões de artigos acerca da teoria e prática do estudo de aula e do ensino da Matemática em nível universitário, planejou uma aula de investigação sobre o Método de Newton-Raphson para 25 alunos da Licenciatura⁵ em Engenharia Eletrotécnica, que frequentavam a disciplina de Análise Matemática I. A tarefa exploratória consistiu em duas etapas, mediadas pelo *software Geogebra* - na primeira, os estudantes trabalharam em pequenos grupos; na segunda, discutiram o processo de resolução de forma coletiva, moderados pela professora. Além de imagens de atividades entregues por alguns alunos, os autores também publicaram a análise que fizeram às respostas dos estudantes a dois questionários, aplicados durante a aula, assim como uma nuvem de palavras que caracterizaram o encontro na perspectiva dos alunos.

Caridade *et al.* (2022) referem que a partilha de experiências e o trabalho colaborativo durante a fase de planejamento permitiram que os professores ampliassem a sua visão do processo de construção da aula de investigação. Os autores sublinham que

A participação em um estudo de aula no ensino superior é uma oportunidade para os professores analisarem metodologicamente, e em profundidade, questões fundamentais na didática do ensino de Matemática, como os procedimentos de raciocínio e as dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas propostas, em contexto prático, em que a própria dinâmica da sala de aula assume particular importância (CARIDADE *et al.*, 2022, p. 189).

Além dessa possibilidade de antecipação das ações dos estudantes diante da tarefa proposta, Caridade *et al.* (2022) destacam que os professores sentiram-se mais reflexivos e autoconfiantes no decorrer das sessões do estudo de aula, o que foi fundamental para a

⁵ Em Portugal, os cursos do 1.º ciclo de graduação são chamados de licenciatura.

promoção de seu desenvolvimento profissional.

Fajar et al. (2017) partilham alguns resultados de um estudo de aula realizado numa universidade da Indonésia, na disciplina de Cálculo Integral. Partindo das dificuldades que os estudantes geralmente apresentavam no conteúdo de Integral Definido, a tarefa elaborada para a aula de investigação propunha uma discussão inicial sobre o conceito da Soma de Riemann, por meio de um software matemático, com posterior aplicação num problema real. Por não ser algo rotineiro na disciplina, os autores destacam que os alunos tiveram certa dificuldade de interação nos pequenos grupos. Contudo, Fajar *et al.* (2017) enfatizam que essa mudança estrutural na aula possibilitou aos estudantes um modelo de aprendizagem mais ativa.

Lasut (2013) apresenta uma pesquisa desenvolvida noutra universidade da Indonésia, mostrando um panorama acerca do processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de Relações, Funções e Derivadas, num estudo de aula realizado na disciplina de Cálculo I. Além das potencialidades propiciadas pelo trabalho colaborativo dos participantes (professores e chefes de departamento), a autora destaca o rendimento dos alunos após a observação das atividades que desenvolveram em grupos durante a aula de investigação, bem como depois da aplicação de três testes. Lasut (2013) descreve que os estudantes obtiveram um domínio de 85,71% do conteúdo de Relações, 85,17% das Funções e 82,14% das Derivadas. A autora refere que o alto desempenho dos alunos foi fortemente influenciado pela dinâmica do trabalho em equipas e sublinha que “o domínio das conquistas de aprendizagem dos estudantes do grupo também está no centro das atividades do estudo da aula, onde o sucesso do grupo estabelecerá o sucesso da aula” (LASUT, 2013, p. 188).

Num trabalho mais recente, mas com os mesmos participantes e contexto que em Richit *et al.* (2022), Richit *et al.* (2023) realizam uma análise mais aprofundada da perspectiva dos alunos, diante da tarefa sobre Máximos e Mínimos que receberam na aula de investigação, planeada no estudo de aula realizado na unidade curricular de Cálculo I. Partindo da realidade rural predominante na cidade, a tarefa exploratória abordou o tema “pastejo rotacionado de gado de leite” (RICHIT *et al.*, 2023, p. 325) e, segundo os autores, permitiu que os estudantes utilizassem diferentes tipos de conhecimento dentro das áreas de Geometria, Álgebra e Aritmética. Richit *et al.* (2023, p. 331) também referem que os alunos “puderam confrontar formas de interpretar a tarefa, estratégias de representação e resolução de cada questão, bem como erros na manipulação dos objetos matemáticos mobilizados no processo”. Os autores ressaltam, ainda, que a dinâmica da aula de Cálculo I foi alterada devido ao tema da tarefa, uma vez que os estudantes estiveram mais envolvidos com os colegas e com a professora durante o trabalho nos pequenos grupos e na discussão coletiva. Para Richit *et al.* (2023), esse

protagonismo dos alunos permitiu que o processo de ensino-aprendizagem do tópico de Máximos e Mínimos deixasse de estar tipicamente centrado na docente para ser partilhado entre os estudantes e a professora.

Abdulwahed *et al.* (2012) indicam algumas tendências no ensino de Matemática em cursos superiores *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Entre elas, estão a utilização de metodologias centradas nos alunos, nas quais estes são incentivados a dialogarem mais com os professores e com os colegas em sala de aula, bem como a elaboração de tarefas mais contextualizadas por meio de exemplos do mundo real. Bonwell e Eison (1991) definem esse protagonismo discente como aprendizagem ativa.

Dessa forma, tendo em conta a escassez de trabalhos publicados sobre o estudo de aula em disciplinas de Matemática do ensino superior (CARDOSO *et al.*, 2023; DING, 2023; HERVAS, 2021), nomeadamente no que se refere à discussão das atividades que os estudantes desenvolveram, mediante um cenário que promova a aprendizagem ativa (BONWELL e EISON, 1991), e do *feedback* que deram para a aula de investigação, entendemos ser necessário um debate mais aprofundado desses e de outros aspetos, no sentido de estudarmos possíveis caminhos que conduzam à superação das dificuldades de aprendizagem que os alunos costumam apresentar nesse nível académico (HILLOCK *et al.*, 2013).

Abordagem metodológica

Este artigo tem por base uma parte da investigação de doutoramento da segunda autora, que também leciona Matemática em um Instituto Federal no Brasil. Seguimos uma abordagem qualitativa, de cunho interpretativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994), com *design* de observação participante (JORGENSEN, 1989), uma vez que a pesquisadora atuou como facilitadora do estudo de aula realizado. Essa experiência teve lugar num Instituto Politécnico de Portugal, entre outubro e dezembro de 2021, e contou com a participação de duas professoras (a primeira e a terceira autoras) que lecionam unidades curriculares de Matemática em cursos de engenharia há mais de 25 anos.

Conforme o *Quadro 1*, foram realizadas sete sessões, remotas e semanais, com cerca de uma hora e trinta minutos cada, além da aula de investigação presencial. Esta aula, com duração de duas horas, sobre o tópico Problemas de Otimização, ocorreu na disciplina de Análise Matemática I do 1.º ano de uma Licenciatura em Engenharia Mecânica. Esses estudantes eram alunos de uma das autoras deste artigo, pelo que foi ela a professora da aula de investigação e as outras duas autoras as observadoras. Todos os oito encontros e as entrevistas individuais com

as docentes foram gravados em vídeo com posterior transcrição. A reflexão foi fundamentada na análise dos dados recolhidos: a observação direta, o diário de campo e os documentos elaborados pelas professoras (plano de aula, tarefas e guião de observação). Também foram tidas em conta as reações e os esquemas de resolução dos alunos, assim como as suas respostas a um questionário on-line que elaboramos no *Google Forms*.

Quadro 1: Estrutura do estudo de aula

Sessão	Atividade
1. ^a e 2. ^a	Discussão de artigos sobre estudo de aula, currículo e tendências da Educação Matemática no ensino superior.
3. ^a a 6. ^a	Preparação da aula de investigação: escolha do tópico, definição dos objetivos, elaboração do plano de aula, do guião para as observadoras e do questionário para <i>feedback</i> dos alunos. Previsão do tempo para a resolução de dois problemas para revisão de conceitos e cinco sobre Otimização. Antecipação das possíveis dificuldades dos estudantes e as consequentes reações da docente.
7. ^a	Realização da aula de investigação e sua observação. As duas horas de aula não foram suficientes para que os alunos resolvessem as duas últimas questões propostas no plano de aula.
8. ^a	Reflexão pós-aula, com partilha dos testemunhos e registos da professora e das observadoras. Também foi feita a avaliação de todo o processo do estudo de aula.

No início da aula de investigação, os alunos foram divididos em cinco grupos aleatórios, cada um com três ou quatro elementos. A professora começou por recordar o conteúdo da aula anterior (extremos de funções), relacionando-o com esta aula. De seguida, ela apresentou um problema de cada vez, disponibilizando tempo para os estudantes discutirem e resolverem a tarefa nos seus pequenos grupos e, posteriormente, partilharem os resultados e estratégias com a turma toda. Entretanto, a docente caminhava pela sala, procurando responder às questões das equipas e tentando fazê-las estruturar o raciocínio para a resolução a partir das suas dúvidas. Enquanto isso, as observadoras, apoiadas por um guião, iam registando em papel o que observavam nos grupos. No final da aula, os estudantes receberam o *link* de um questionário (*Google Forms*) com 13 questões para avaliação voluntária da atividade realizada, que foi respondido por 16 discentes. Foram, sobretudo, estas respostas, que refletem a perspectiva dos alunos sobre a aula de investigação, que motivaram a escrita deste trabalho.

O *Quadro 2* apresenta algumas das questões colocadas aos estudantes, as quais seguem

uma escala de Likert, classificada de 1 (Discordo totalmente) a 5 (Concordo totalmente).

Quadro 2: Questões colocadas aos alunos

Número	Questão
Q1	Estou confiante em relação ao que aprendi sobre problemas de otimização.
Q2	Gostei que tivesse sido realizado trabalho em equipa.
Q3	Eu dei o meu valioso contributo à equipa e/ou à turma.
Q4	Eu estava mais focado(a) no trabalho do que em aulas anteriores.
Q5	Considero-me uma pessoa mais participativa neste tipo de aulas do que nas aulas habituais.
Q6	Eu gosto que sejam implementados métodos de trabalho alternativos na sala de aula.
Q7	Eu acho que a aprendizagem ativa (participativa) torna minha aprendizagem mais eficaz.

O projeto deste estudo foi analisado pela Comissão de Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que considerou serem respeitados os princípios éticos, bem como as orientações éticas para a investigação, expressos na Carta Ética para a Investigação em Educação e Formação da instituição. A Presidência do Politécnico em causa também aprovou a pesquisa desenvolvida. Além disso, os estudantes, todos com mais de 18 anos, depois de informados, assinaram um consentimento para o uso de imagens e documentos produzidos.

Resultados e discussão

Nesta secção começamos por explicar as várias sessões que decorreram na sequência da estrutura do estudo de aula (*Quadro 1*), onde se teve em conta as etapas básicas de um modelo de estudo de aula (LEWIS, 2016).

Na preparação da aula a lecionar (*Quadro 1, Sessões 1 a 6*), assim como na escolha do tema (*Quadro 1, Sessões 3 a 6*), procurámos partir da realidade dos estudantes em causa, em particular os conteúdos em que têm mais dificuldades e que, por isso, requerem uma reflexão sobre metodologias de ensino, o que se enquadra nos objetivos do estudo de aula como uma forma de aperfeiçoamento da prática letiva (CHEN; YANG, 2013; DUDLEY; VRIKKI, 2020). Também tivemos em consideração a escolha de um tópico que envolvesse problemas da vida

real, de forma a destacar o papel na Matemática na resolução deste tipo de tarefa. Resolver problemas da vida real dá oportunidade aos alunos de desenvolverem o seu sentido crítico por meio de processos de resolução que façam sentido no respetivo contexto. De acordo com Richit *et al.* (2023), com este tipo de tarefa, os estudantes têm a oportunidade de compreender conceitos, explorar e confrontar diferentes modos de resolução dos problemas.

Neste sentido, foi promovida uma reflexão e colaboração entre as participantes do estudo de aula, como sugerido por Ponte *et al.* (2016). Tal como defendido por Huang *et al.* (2019), foram partilhadas experiências entre as professoras do Politécnico, ambas com mais de 25 anos de experiência de ensino, com vista a identificar caminhos de desenvolvimento da respetiva prática letiva, nomeadamente para ultrapassar os obstáculos de aprendizagem dos estudantes, no que se refere à falta de conhecimentos necessários para a aprendizagem da Matemática do ensino superior, em particular em cursos de engenharia.

Nesta fase, identificámos outros constrangimentos como a falta de motivação para a aprendizagem da Matemática, a dificuldade de interpretação e resolução de problemas em contexto real, a representação em linguagem matemática e a articulação com matérias já estudadas. Também se identificou falta de hábitos de trabalho em equipa, de espírito crítico e participação ativa em aula, entre outros.

Para fazer face a este diagnóstico, decidimos abordar o tópico Problemas de Otimização, dado que este é um dos conteúdos da unidade curricular onde os estudantes habitualmente apresentam grandes dificuldades, nomeadamente ao nível da interpretação de problemas. Neste sentido, optámos por uma abordagem diferente da habitual (ALSINA, 2001), mais centrada nos alunos, com o objetivo de desenvolver o seu espírito crítico e de contribuir para uma maior motivação pela aprendizagem, assim como promover o trabalho em equipa e uma participação ativa em aula. Estas são características que também são defendidas por outros autores, tais como Abdulwahed *et al.* (2012), que referem sobre a importância de usar metodologias no ensino superior (em particular em cursos *STEM*) centradas nos alunos, assim como a elaboração de tarefas em contextos do mundo real. O diálogo entre professores e discentes, bem como entre colegas de turma também é recomendado pelos mesmos autores. A metodologia em causa, assim como a dinâmica do trabalho de grupo, também podem ser potenciadoras de um melhor desempenho dos alunos em conteúdos de Matemática (LASUT, 2013).

De seguida, passamos à discussão dos resultados da implementação da aula planeada com os estudantes (*Quadro 1, 7.ª sessão*). No decorrer da aula, depois de organizar os alunos em grupos, a professora procurou apoiá-los na resolução das tarefas propostas. Apesar dela promover a discussão entre os elementos de cada grupo, com vista a encontrar a melhor

estratégia de resolução de tarefas, as observadoras notaram alguma pressão pela preocupação que tinha em cumprir a aula planeada, a qual envolvia vários Problemas de Otimização. Por esse motivo, acabou por recorrer várias vezes ao quadro para guiar os estudantes nos trabalhos. No entanto, estes trabalharam efetivamente em grupo, sendo incentivados a discutir entre si a melhor estratégia de resolução das tarefas (*Figura 2*).

Figura 2: Alunos a trabalhar em pequenos grupos



Fonte: Autoria própria.

Apesar de inicialmente estarem um pouco tímidos, observámos que, com o decorrer da dinâmica, os discentes mostraram-se mais ativos e dispostos a interagir com os colegas. No segundo problema introdutório, com o objetivo de recordar conceitos de áreas e volumes, entre outros, a professora convidou-os a irem ao quadro, contudo, somente um aluno aceitou o convite e partilhou a resolução do seu grupo (*Figura 3*) para a seguinte tarefa, adaptada de Stewart (2014): “Um tanque, com a forma de um paralelepípedo de base quadrangular, tem 4 m^2 de área da base e 1000 cm de altura. Quantos litros de água leva o tanque? Qual é a maior distância possível entre um dos vértices da base do paralelepípedo e um dos vértices do topo?”.

Figura 3: Resolução de um dos grupos no quadro



Fonte: Autoria própria.

Ligeiramente diferente da forma como os demais alunos resolveram, para responder a segunda alínea da tarefa, esse estudante calculou a distância entre dois pontos utilizando a fórmula da distância, enquanto a maioria dos colegas recorreu ao teorema de Pitágoras para calcular o comprimento do segmento de reta que unia esses pontos.

O terceiro Problema de Otimização, colocado aos discentes, está indicado na *Figura 4*.

Figura 4: Terceiro Problema de Otimização apresentado aos estudantes

Problema O3

O Sr. Silva quer construir um pequeno reservatório para recolher águas pluviais. Pretende que tenha a forma de um paralelepípedo, que o seu comprimento seja o dobro da largura e que tenha capacidade para 360 *decilitros* de água. Quais devem ser as dimensões do reservatório, sem tampa, para que a quantidade de material a utilizar na sua construção seja mínima?



Fonte: Adaptado de Stewart (2014).

Nesta tarefa, embora todos tenham relacionado a capacidade ao volume do reservatório, algumas equipas necessitaram da ajuda da professora para associarem a quantidade de material à área de superfície do reservatório. Como se tratava de um Problema de Otimização, era necessário usar derivadas para o resolver. Apesar desse conteúdo já ter sido abordado na aula anterior, num contexto de extremos de funções, verificámos que alguns estudantes não perceberam a ligação a essa matéria e ficaram surpreendidos por as derivadas serem aplicadas na resolução deste problema.

Entre os elementos de dois grupos discutiu-se se deviam derivar o volume ou a área. Para algumas equipas não foi imediato que deviam reduzir o número de variáveis da área de superfície, tendo sido a professora que lhes despertou a atenção dessa necessidade e lembrando a relação entre o comprimento e a largura. Apenas um grupo considerou, sem orientação da docente, a condição a que estão sujeitas as dimensões do reservatório para obterem uma função só com uma variável. Depois de terem a função definida, quase todos os grupos conseguiram derivá-la e encontrar a resposta do problema. Um dos grupos errou a derivação e acabou por encontrar um valor negativo para uma dimensão do reservatório, mas logo se apercebeu de que aquele valor era impossível. De referir que em muitas equipas havia, pelo menos, um estudante que se limitava a ouvir os colegas. Também observámos que, nalguns grupos, havia um aluno

com espírito de líder que propunha esquemas de resolução, nem sempre os mais adequados. A professora procurou intervir, quer incentivando os discentes mais passivos a participar, quer a promover a discussão nos casos em que a resolução proposta não era a mais adequada.

Depois da aula, realizámos uma reflexão sobre a aprendizagem dos estudantes com base nos dados recolhidos (*Quadro 1, 8.ª sessão*). Entre as principais conclusões, verificámos que os alunos colaboraram na experiência de imediato e com entusiasmo; a maioria refletiu, questionou e procurou respostas dentro do grupo. No entanto, não se envolveram numa discussão coletiva a defender diferentes modos de resolução, como preconiza o estudo de aula (PONTE *et al.*, 2016), e a presença das observadoras perturbou alguns alunos. Apesar disso, destacamos a evolução dos estudantes ao longo da aula, nomeadamente um crescente envolvimento na discussão e resolução dos problemas em grupo, face a uma timidez e passividade revelada no início dos trabalhos. Acreditamos que este envolvimento foi conseguido porque o foco da discussão era um problema da vida real, que despertou curiosidade pela resposta, motivando assim interesse na resolução.

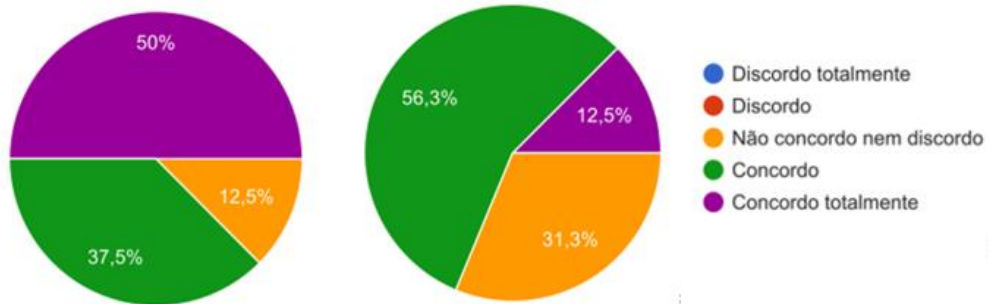
Para além da observação participante, aplicámos um questionário (*Quadro 2*) para aferirmos o *feedback* dos alunos relativamente à abordagem implementada. O *Quadro 3* apresenta os resultados de algumas respostas às questões com a escala de Likert.

Quadro 3: Principais resultados das respostas às questões com escala de Likert

Questão	Resultados
Q1	81,3% dos estudantes consideram que estão confiantes ou bastante confiantes relativamente ao que aprenderam sobre problemas de otimização .
Q2	87,5% dos alunos gostaram ou gostaram bastante do trabalho em equipa .
Q3	68,8% dos estudantes consideram que deram um contributo valioso ou muito valioso ao grupo.
Q4	Apenas 25% dos alunos consideram que estavam mais focados no trabalho do que em aulas anteriores e 50% não têm opinião formada sobre esta questão.
Q5	62,4% dos estudantes consideram-se mais ou muito mais participativos neste tipo de aulas do que nas aulas habituais.
Q6	75% dos alunos gostam que sejam implementados métodos de trabalho alternativos na sala de aula.
Q7	87,5% dos estudantes acham que a aprendizagem ativa (participativa) torna a aprendizagem mais ou muito mais eficaz .

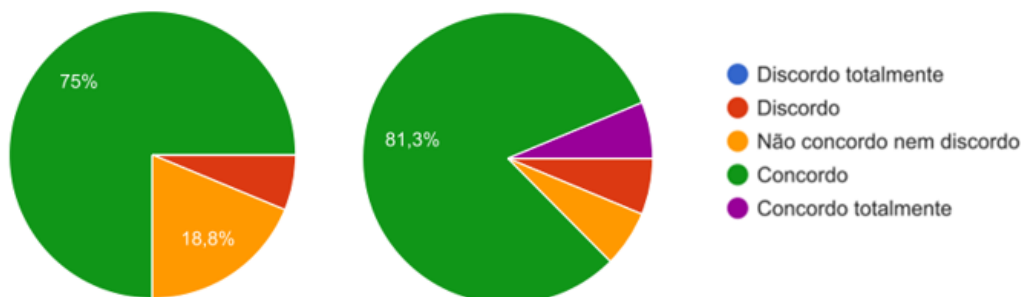
Face aos resultados apresentados no *Quadro 3*, verificámos que a maioria dos discentes (87,5%) acha que esta abordagem torna a aprendizagem mais ou muito mais eficaz. Esta eficácia é confirmada quando eles respondem que estão confiantes ou bastante confiantes relativamente ao que aprenderam sobre problemas de otimização (81,3%).

Figura 5: Gráficos com os resultados da questão Q2 (esquerda) e Q3 (direita) sobre o trabalho de equipa realizado pelos estudantes



Outro aspeto a destacar tem a ver com o trabalho de equipa (*Figura 5*), considerado uma das competências do século XXI (TALMI *et al.*, 2018), em que 87,5% dos estudantes “gostaram” ou “gostaram bastante” de trabalhar em pequenos grupos. Além disso, 68,8% consideram que deram um contributo valioso ou muito valioso à equipa. Este aspeto é reforçado na questão aberta “Do que gostou mais nesta aula?” em que, dos 16 alunos, 11 responderam que foi “Trabalho de equipa”. Como aspetos menos positivos, um ou outro estudante referiu que foram resolvidos poucos problemas e, ainda, que se distraíram com a presença de outras pessoas na sala de aula.

Figura 6: Gráficos com os resultados da questão Q6 (esquerda) e Q7 (direita) sobre a proposta de metodologias de ensino alternativas e de aprendizagem ativa em sala de aula



Finalmente, de acordo com a *Figura 6*, verifica-se que 75% dos discentes gostam que sejam implementados métodos de trabalho alternativos na sala de aula. Além disso, quase 90% dos alunos acham que a aprendizagem ativa (participativa) torna a aprendizagem mais (81,3%)

ou muito mais (6,2%) eficaz. Este *feedback* dos estudantes, face à abordagem implementada, é um reconhecimento sobre a importância que deram à experiência realizada. Este é um incentivo a que sejam realizadas mais aulas centradas nos alunos.

Em particular, o recurso a Problemas de Otimização, relacionados com aplicações à vida real, favorece a discussão e participação ativa dos estudantes, dado que os processos de resolução, assim como os resultados obtidos, devem ter significado no contexto em causa. De facto, esta é uma oportunidade para os discentes “compreenderem conceitos, explorarem processos de resolução diferentes e confrontá-los” (RICHIT *et al.*, 2023, p. 324).

Em resumo, face à discussão apresentada, destacamos algumas dimensões que surgiram na sequência da implementação de uma abordagem centrada nos alunos e relacionada com a resolução de problemas da vida real. No que diz respeito às ações e ao comportamento dos estudantes, observámos que houve *trabalho em equipa, discussão em grupo, entusiasmo na execução das tarefas, adesão à abordagem implementada e aprendizagem mais ativa*. Estes são aspetos positivos que nos levam a concluir que obtivemos bons resultados nesta experiência.

Considerações Finais

Neste artigo, demos conta de uma experiência de estudo de aula realizada no contexto de uma aula de Análise Matemática de um curso de engenharia. Para o efeito, decorreram oito sessões (*Quadro 1*), de acordo com as várias etapas de estudo de aula (LEWIS, 2016). Este é um modelo focado na aprendizagem dos alunos e, portanto, pode ser uma oportunidade de procurar estratégias de ensino que melhorem o desempenho discente (ABDULWAHED *et al.*, 2012; CHEN; YANG, 2013; DUDLEY; VRIKKI, 2020; LASUT, 2013). Foi este o nosso objetivo quando escolhemos o tópico Problemas de Otimização, no âmbito do qual podem ser trabalhados problemas da vida real, recorrendo a uma abordagem mais centrada nos estudantes, reforçando o trabalho em equipa e promovendo a discussão sobre as tarefas propostas. Nesta experiência, procurámos aferir o impacto que a utilização da aprendizagem ativa teve nos alunos, nomeadamente se os motivou para a aprendizagem. Face aos resultados apresentados, concluímos que estes colaboraram na aula planeada, sem hesitação e revelando entusiasmo. De facto, a maioria dos discentes refletiu, questionou e procurou respostas dentro do grupo.

Apesar de os Problemas de Otimização serem um tópico no qual os estudantes apresentam habitualmente algumas dificuldades de interpretação, verificámos que, com a abordagem implementada, eles empenharam-se nas tarefas apresentadas e revelaram

entusiasmo na resolução dos problemas em equipa. Observámos, ainda, que desenvolveram espírito crítico e que houve uma participação mais ativa em aula, o que culminou numa maior motivação pela aprendizagem. Tal como defendido por Richit *et al.* (2023), identificámos que com este tipo de problemas, os alunos tiveram a oportunidade de compreender conceitos, explorar e confrontar diferentes processos de resolução dos problemas.

Como aspetos menos positivos há a destacar que, em geral, os estudantes não se envolveram numa discussão coletiva a defender diferentes modos de resolução. Alguns (poucos) também referiram que os problemas resolvidos foram insuficientes para a aprendizagem do tema, assim como revelaram que a presença das observadoras os perturbou.

Concluimos que esta experiência foi bastante positiva, no que diz respeito ao *feedback* discente, pelo que reconhecemos a vantagem de implementar esta abordagem em sala de aula no ensino superior, face à mais tradicional, centrada no professor, tal como defendido por outros autores (ALSINA, 2001; ABDULWAHED *et al.*, 2012; FAJAR *et al.*, 2017; LASUT, 2013). Esta poderá ser uma forma de ajudar a motivar os alunos para a aprendizagem da Matemática, de forma a prevenir o insucesso académico (HILLOCK *et al.*, 2013; LASUT, 2013). Por outro lado, o modelo de estudo de aula proposto por Lewis (2016), que sugere o uso de tarefas abertas (PONTE, 2005) ou resolução de problemas na aula de investigação, pode ser uma oportunidade para inovar as práticas pedagógicas também no ensino superior, discutindo formas mais eficazes de promover o sucesso dos estudantes em cursos de engenharia.

No entanto, há algumas limitações relacionadas com o estudo de aula no ensino superior. Apesar desta experiência ter sido em geral bastante positiva, é de referir que as professoras envolvidas consideram que as horas de contacto de uma unidade curricular do ensino superior não são suficientes para lecionar os respetivos conteúdos programáticos com aulas deste formato. Todavia, dado que também reconhecem as vantagens assinaladas, a recomendação é que, não sendo possível realizar esta abordagem em todas as aulas, que se façam experiências pontuais desta natureza. Para além de ser vantajoso promover a prática desta dinâmica de trabalho colaborativo entre os alunos, em aula, este exemplo também poderá ser um incentivo para os estudantes utilizarem esta estratégia fora da sala de aula.

Diante de um cenário de insucesso em aulas de Matemática nos cursos de engenharia (HILLOCK *et al.*, 2013), assim como para fazer face a dificuldades dos discentes (FAJAR *et al.*, 2017), é importante que a discussão sobre o ensino de disciplinas como a Análise Matemática seja potencializada, no intuito de que melhorias sejam alcançadas. Nesse sentido, entendemos que o estudo de aula pode contribuir diretamente para mudanças significativas no ensino superior, uma vez que essa abordagem preconiza a realização de aulas e tarefas de

caráter mais exploratório e desafiador, sendo o estudante o protagonista de sua aprendizagem.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) ao abrigo do contrato 2021.04821.BD.

Referências

ABDULWAHED, M.; JAWORSKI, B.; CRAWFORD, A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: A review and critique. **Nordic Studies in Mathematics Education**, v. 17, n. 2, p. 49–68, 2012.

ALSINA, C. Why the Professor Must be a Stimulating Teacher. *In*: HOLTON. **The Teaching and Learning of Mathematics at University Level**. New York, NY: Kluwer, 2001, p. 3-12.

BECKER, J.; GHENCIU, P.; HORAK, M.; SCHROEDER, H. A college lesson study in calculus, preliminary report. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, Londres, v. 39, n. 4, p. 491–503, 2008.

BICKERSTAFF, S.; RAPHAEL, J.; HODARA, M.; LEASOR, L. A.; RIGGS, S. **The implementation and outcomes of lesson study in Community College Mathematics**. 2021. 40 p. Relatório – Community College Research Center, Teachers College, Columbia University. Disponível em: <https://ccrc.tc.columbia.edu/media/k2/attachments/lesson-study-outcomes-implementation.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução: M. J. Alvarez; S. B. Santos; T. M. Baptista. 2. ed. Porto: Porto Editora, 1994. 336 p.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports**. Washington, DC: ERIC, 1991. 121 p.

CARDOSO, M. B.; FIALHO, L. M. F.; BARRETO, M. C. Lesson Study nas teses e dissertações brasileiras na área de Educação Matemática a partir de uma revisão sistemática de literatura. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 12, n. 28, p. 86-107, 2023.

CARIDADE, C. M.; GRILO, T.; PEREIRA, V.; NEVES, R.; RODRIGUES, R. C. Teaching and learning experience: A student and teacher vision. **31st Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE)**, Coimbra, p. 186–190. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/EAEEIE54893.2022.9820405>. Acesso em: 25 jun. 2023.

CERBIN, W. **Lesson study: Using classroom inquiry to improve teaching and learning in higher education**. Sterling, VA: Stylus, 2011, 149 p.

CERBIN, W.; KOPP, B. Lesson study as a model for building pedagogical knowledge and

improving teaching. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, Fitchburg, v. 18, n. 3, p. 250–257, 2006.

CHEN, X.; YANG, F. Chinese teachers' reconstruction of the curriculum reform through lesson study. **International Journal for Lesson and Learning Studies**, Leeds, v. 2, n. 3, p. 2046–8253, 2013.

DING, M.; HUANG, R.; BECKOWSKI, C. P.; LI, X.; LI, Y. A review of lesson study in mathematics education from 2015 to 2022: Implementation and impact. **ZDM–Mathematics Education**, p. 1-13, 2023.

DUDLEY, P.; VRIKKI, M. Teachers' collaborative dialogues in contexts of lesson study. In: MERCER, N.; WEGERIF, R.; MAJOR, L. (Eds.), **The routledge international handbook of research on dialogic education**. New York, NY: Routledge, 2020, p. 217-226.

FAJAR, M. Y.; HARAHAHAP, E.; SUKARSIH, I.; ROHAENI, O.; SUHAEDI, D. Implementation of Lesson Study on Integral Calculus Course. **8th International Conference on Lesson Study: Professional Learning Community through Lesson Study for Promoting Student Learning**, Lombok, p. 400-407. 2017. Disponível em: http://repository.unisba.ac.id/bitstream/handle/123456789/15636/fulltext_fajar_proceeding_icls_2017_sv.PDF?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 05 mai. 2023.

HERVAS, G. Lesson study as a faculty development initiative in higher education: A systematic review. **AERA Open**, Thousand Oaks, v. 7, n. 1, p. 1–19, 2021.

HILLOCK, P. W.; JENNINGS, M.; ROBERTS, A.; SCHARASCHKIN, V. A mathematics support programme for first-year engineering students. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, Londres, v. 44, n. 7, p. 1030-1044, 2013.

JORGENSEN, D. L. **Participant observation: A methodology for human studies**. Newbury Park, CA: Sage, 1989. 136 p.

LAST, M. Effect of implementation lesson study to improve students' learning achievement in Calculus I of mathematics department. **Journal of Education and Practice**, v. 4, n. 20, p. 182-188, 2013.

LEWIS, C. How does lesson study improve mathematics instruction?. **ZDM–Mathematics Education**, v. 48, n. 4, p. 571-580, 2016.

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

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; MATA-PEREIRA, J.; BAPTISTA, M. O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática. **Bolema - Mathematics Education Bulletin**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 868–891, 2016.

RICHIT, A.; TOMKELSKI, M. L. Secondary school mathematics teachers' professional learning in a lesson study. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 22, n. 3, p. 2–27, 2020.

RICHIT, A.; PONTE, J. P.; RICHIT, L. A. Conhecimento profissional de professores universitários em um estudo de aula em Cálculo. **PNA**, Granada, v. 17, n. 1, p. 89–116, out. 2022.

RICHIT, A.; RICHIT, L.A.; RICHITER, A. Contributos do contexto da tarefa na abordagem de máximos e mínimos em um lesson study em cálculo. **Revista Paradigma**, Maracay, v. 44, Edición Temática, p. 318-340, may. 2023.

STIGLER, J. W.; HIEBERT, J. **The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom**. New York, NY: Free Press, 1999. 210 p.

STEWART, J. **Cálculo**. 7 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014, 524 p., v. 1.

TALMI, I.; HAZZAN, O.; KATZ, R. Intrinsic motivation and 21st-century skills in an undergraduate engineering project: The formula student project. **Higher Education Studies**, Ontario, v. 8, n. 4, p. 46-58, 2018.