

O Estudo de Aula no Ensino Superior de Matemática: uma investigação a partir de uma experiência de trabalho colaborativo na Universidade do Algarve em Portugal

Frederico da Silva Reis¹ António Guerreiro² Susana Fernandes³

Resumo

Neste artigo, apresentamos uma investigação realizada por meio de uma experiência de trabalho colaborativo envolvendo 4 professores universitários de Portugal e do Brasil, que desenvolveram um ciclo de Estudo de Aula na Universidade do Algarve, em Portugal, como concebido pelos pesquisadores João Pedro da Ponte, Marisa Quaresma e Joana Mata-Pereira. Objetivamos, pois, investigar o Estudo de Aula como um espaço de dinâmicas colaborativas entre os participantes do processo e suas contribuições para o ensino de Cálculo. A colaboração iniciou-se a partir de uma reunião na qual foi estabelecido como objetivo a elaboração de uma sequência didática para o ensino de regras iniciais de derivação, em uma disciplina de Matemática oferecida para o curso de Gestão Marinha e Costeira, sob a responsabilidade de uma das professoras, no 1.º semestre do ano letivo de 2024 / 2025. A metodologia de pesquisa contemplou todas as fases do ciclo de Estudo de Aula, desde uma reunião de planeamento da sequência a ser explorada na aula a lecionar, seguindo com a aula lecionada pela professora responsável e observada pelos demais professores, concluindo com uma reunião de reflexão na qual foram apresentadas as observações que propiciaram discussões de episódios nucleares da aula. A avaliação de todo o processo pelos professores apontou como conclusões da investigação: a importância de se fomentar oportunidades de trabalho colaborativo entre professores de Matemática do Ensino Superior; a contribuição da colaboração entre os alunos para a sua aprendizagem; a possibilidade de construção de um conhecimento procedimental em Cálculo que privilegie a criatividade e a autonomia dos alunos; a necessidade de se repensar o ensino de Cálculo de forma a desenvolver o pensamento flexível dos alunos, tornando-os sujeitos ativos de sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: Estudo de Aula, Educação Matemática no Ensino Superior, Ensino de Cálculo, Trabalho Colaborativo.

Lesson Study in Mathematics Higher Education: an investigation based on a collaborative work experience at the University of Algarve in Portugal

Abstract

In this article, we present an investigation carried out through a collaborative work experience involving 4 university professors from Portugal and Brazil, who developed a Lesson Study cycle at the University of Algarve, in Portugal, as conceived by researchers João Pedro da Ponte, Marisa Quaresma and Joana Mata-Pereira. We therefore aim to investigate Lesson Study as a space for collaborative dynamics between participants in the process and their contributions to the teaching of Calculus. The collaboration began with a meeting in which the objective was to develop a didactic sequence for teaching initial derivation rules, in a Mathematics subject offered for the Marine and Coastal Management course, under the responsibility of one of the teachers, in the 1st semester of the 2024 / 2025 academic year. The research methodology covered all phases of the Lesson Study cycle, from a meeting to plan the sequence to be explored in the class to be taught, followed by the class taught by the teacher in charge and observed by the other teachers, concluding with a reflection meeting in which observations were presented that led to discussions of core episodes of the class. The evaluation of

¹ Instituição (Sigla), País. E-mail: mail@mail.com

² Instituição (Sigla), País. E-mail: mail@mail.com

³ Instituição (Sigla), País. E-mail: mail@mail.com

the entire process by teachers highlighted the following conclusions: the importance of promoting collaborative work opportunities among Mathematics teachers in Higher Education; the contribution of collaboration between students to their learning; the possibility of building procedural knowledge in Calculus that favors students' creativity and autonomy; the need to rethink the teaching of Calculus in order to develop students' flexible thinking, making them active subjects of their own learning.

Keywords: Lesson Study, Mathematics Education in Higher Education, Teaching Calculus, Collaborative Work.

Estudio de Clase en Matemáticas de Educación Superior: una investigación basada en una experiencia de trabajo colaborativo en la Universidad del Algarve en Portugal

Resumen

En este artículo, presentamos una investigación realizada a través de una experiencia de trabajo colaborativo que involucró a 4 profesores universitarios de Portugal y Brasil, que desarrollaron un ciclo de Estudio de Clase en la Universidad del Algarve, en Portugal, tal como lo concibieron los investigadores João Pedro da Ponte, Marisa Quaresma y Joana Mata-Pereira. Por ello pretendemos investigar el Estudio de Clase como un espacio de dinámicas colaborativas entre los participantes del proceso y sus aportes a la enseñanza del Cálculo. La colaboración comenzó con una reunión cuyo objetivo fue desarrollar una secuencia didáctica para la enseñanza de reglas iniciales de derivación, en una asignatura de Matemáticas ofrecida en la carrera de Gestión Marina y Costera, bajo la responsabilidad de uno de los profesores, en el 1er semestre del curso 2024 / 2025. La metodología de investigación abarcó todas las fases del ciclo de Estudio de Clase, desde una reunión para planificar la secuencia a explorar en la clase a impartir, seguida de la clase impartida por el profesor responsable y observada por los demás profesores, concluyendo con una reunión de reflexión en la que se presentaron observaciones que llevaron a discusiones de episodios centrales de la clase. La evaluación de todo el proceso por parte de los docentes destacó las siguientes conclusiones: la importancia de promover oportunidades de trabajo colaborativo entre los docentes de Matemáticas en la Educación Superior; la contribución de la colaboración entre estudiantes a su aprendizaje; la posibilidad de construir conocimientos procedimentales en Cálculo que favorezcan la creatividad y autonomía de los estudiantes; la necesidad de repensar la enseñanza del Cálculo para desarrollar el pensamiento flexible de los estudiantes, convirtiéndolos en sujetos activos de su propio aprendizaje.

Palabras clave: Estudio de Clase, Educación Matemática en la Educación Superior, Enseñanza de Cálculo, Trabajo Colaborativo.

INTRODUÇÃO

O Estudo de Aula (*Lesson Study*, como denominado na língua inglesa, ou *Estudio de Clase*, como denominado na língua espanhola) é um processo focado na prática docente e suas contribuições para o desenvolvimento profissional de professores que atuam nos mais variados níveis de ensino são ressaltadas por diversas pesquisas em Educação Matemática (Ponte, Quaresma & Mata-Pereira, 2024; Pina & Fiorentini, 2021; Duarte & Ponte, 2024; Zimdars, Agranionih & Baier, 2024), devido às possibilidades de reflexão e colaboração entre os professores participantes, ao longo das diversas fases do processo.

Por sua vez, como professores universitários com uma vasta e diferenciada experiência docente, seja em Portugal ou no Brasil, constatamos que, no *lócus* do Ensino Superior de Matemática, os espaços de trabalho colaborativo entre docentes raramente são fomentados ou mesmo ocupados quando oportunizados, provavelmente, devido a uma cultura, infelizmente, ainda vigente, de que o professor universitário deve aprender a (ou já saber) ministrar aulas por “tentativa e erro”, inclusive, muitas vezes, desconsiderando a importância

da construção de competências pedagógicas profissionais (Reis & Zeichner, 2021; Pimentel, 2024).

Particularmente, quando examinamos o contexto do ensino de Cálculo Diferencial e Integral, doravante denominado simplesmente por Cálculo, algumas pesquisas apontam como reflexo dessa cultura docente individualista o alto índice de reprovações nas diversas disciplinas oferecidas para os cursos de ciências exatas, econômicas e aplicadas, além de um cenário de dificuldades de aprendizagem dos conceitos nucleares do Cálculo associadas às metodologias tradicionais de ensino que priorizam a memorização de fórmulas e regras (Anjos, Martins & Reis, 2023).

No presente artigo⁴, apresentaremos uma investigação realizada ao longo de uma experiência de trabalho colaborativo envolvendo 4 professores universitários que desenvolveram um ciclo de Estudo de Aula com alunos da Universidade do Algarve, em Portugal, planeando, lecionando, observando e refletindo sobre uma sequência didática elaborada para o ensino de regras iniciais de derivação. Especificamente, objetivamos investigar a potencialidade colaborativa do Estudo de Aula, bem como suas contribuições para o ensino de Cálculo.

| O ESTUDO DE AULA E SUAS POTENCIALIDADES

O Estudo de Aula tem sido focado em diversas investigações em vários países do mundo, destacadamente em Portugal e no Brasil, o que pode ser comprovado pelo crescente número de produções bibliográficas, como apontam Isoda e Baldin (2023).

Como afirmam Ponte et al. (2024), o Estudo de Aula pode ser utilizado na formação inicial de professores, numa determinada disciplina ou na prática de ensino supervisionada, formação presente nos mestrados de Ensino em Matemática, por exemplo. Outrossim, nossa investigação apresenta a utilização do Estudo de Aula em uma experiência de trabalho colaborativo envolvendo professores universitários que, de certa forma, pode ser enquadrada em uma perspectiva de formação continuada, ao considerarmos que o professor universitário, em sua trajetória docente, constrói e reconstrói seus conhecimentos de acordo com suas experiências e seus percursos formativos e profissionais e, por isso, há necessidade de uma reflexão sobre as práticas pedagógicas do professor ao longo de sua carreira acadêmica (Pereira, Reis & Tinti, 2022).

Um ciclo de Estudo de Aula, segundo Ponte et al. (2024), percorre e consiste em cinco fases, apesar dos pesquisadores admitirem diversificações e combinações entre algumas delas. A seguir, descreveremos sucintamente tais fases, já buscando uma adaptação para o nosso grupo colaborativo, formado por 4 professores participantes do processo formativo,

⁴ Produção bibliográfica associada ao projeto de pesquisa de Pós-Doutoramento do 1.º autor, desenvolvido na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, sob a supervisão dos 2.º e 3.º autores.

de entre os quais, uma professora responsável pela aula lecionada, como detalharemos no delineamento metodológico:

1. Definição do Objetivo: fase na qual é definido um objetivo para a aula (ou aulas) a ser lecionada, levando-se em consideração o calendário letivo e a inserção da aula no currículo dos alunos;

2. Planeamento: fase na qual é feito um estudo do programa e de materiais didáticos, com vistas a identificar eventuais desafios aos alunos no estudo do tópico curricular, além do estudo de aspectos da dinâmica da aula de Matemática, da formulação dos objetivos específicos, do plano de aula e também do plano de observação da aula a ser lecionada e observada;

3. Lecionação / Observação: fase na qual a aula é lecionada pelo professor responsável, escolhido pelo grupo, e os demais participam como observadores, anotando todos os aspectos da aula lecionada;

4. Reflexão: fase na qual, logo após a aula lecionada, os participantes apresentam suas observações concretas sobre a aula e refletem sobre a conexão entre os objetivos planejados e as observações realizadas, discutindo, ainda, episódios da aula que mereceram um maior destaque;

5. Documentação: fase na qual é elaborado um relatório escrito sobre todo o processo, com vistas à elaboração de um relatório conjunto pelos participantes.

As potencialidades colaborativas e formativas do Estudo de Aula para os professores são referidas por muitas pesquisas que apontam como contribuição basilar a oportunidade de criação e participação em um espaço de formação coletiva, colaborativa e reflexiva, no qual dinâmicas colaborativas são promovidas por meio da discussão e partilha de ideias para alcançar objetivos comuns (Duarte & Ponte, 2024), o que propicia a construção coletiva de aprendizagens discursivas, interativas e experienciais (Pina & Fiorentini, 2021). Observamos que essa potencialidade do Estudo de Aula se ancora numa perspectiva colaborativa, na medida em que um professor de Matemática, invariavelmente, precisará interagir colaborativamente com seus pares, em diversos momentos de sua prática docente, como em discussões coletivas dos programas de ensino, dos manuais didáticos ou de projetos de investigação que podem ser planejados e implementados, num movimento que demanda e, ao mesmo tempo, resulta em desenvolvimento profissional.

As aprendizagens profissionais do professor também se constituem numa potencialidade do Estudo de Aula, segundo algumas pesquisas, pois a interação com seus colegas, especialmente, nas fases de planeamento, lecionação / observação e reflexão, pode proporcionar aprendizagens e aprendizados conceituais e didáticos relacionados com a prática docente e com a própria Matemática (Maia, Marins & Fiorentini, 2024). No bojo desse proces-

so, os professores podem não somente identificar suas crenças sobre a prática letiva, como também podem repensar suas concepções sobre os processos de ensino e de aprendizagem construídas durante o seu percurso escolar e académico (Rodrigues, Quaresma & Ponte, 2024). Observamos que essa potencialidade do Estudo de Aula se ancora numa perspectiva formativa, na medida em que um professor de Matemática necessitará, constantemente, ao longo de sua atividade docente, refletir sobre suas crenças e concepções que, certamente, influenciarão suas escolhas didáticas, desde a análise do papel e do lugar do ensino de Matemática, até ao planeamento, desenvolvimento e avaliação de tarefas matemáticas que poderão, proficuamente, contribuir para a aprendizagem matemática de seus alunos.

Também a potencialidade de contribuir para a constituição dos diversos domínios de conhecimentos do professor é apontada por algumas pesquisas, ao destacarem o Estudo de Aula como um espaço de construção de conhecimentos docentes referentes ao conteúdo específico, pedagógico do conteúdo e do currículo (Caetano & Bezerra, 2024), promovendo, mais especificamente, o desenvolvimento do conhecimento sobre a Matemática para o ensino, sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática letiva (Martins, Duarte & Ponte, 2023). Observamos que essa potencialidade do Estudo de Aula se ancora numa perspectiva cognitiva, na medida em que um professor de Matemática mobilizará diversos domínios de seus conhecimentos ao encaminhar o ensino em sala de aula e, ao perspectivar a aprendizagem de seus alunos, é inevitável que reflita sobre as capacidades matemáticas subjacentes objetivadas em cada tarefa matemática proposta ou atividade didática desenvolvida.

Por fim, algumas pesquisas destacam a potencialidade de uma abordagem exploratória do ensino de Matemática no processo de Estudo de Aula, ao propiciar ao professor uma familiarização com essa abordagem, nomeadamente, em relação à preparação, condução e reflexão sobre os momentos da aula, contribuindo para focar sua atenção em aspetos como a importância da antecipação das dificuldades de aprendizagem dos alunos e do papel que as discussões coletivas assumem numa aula de Matemática (Martins, Mata-Pereira & Ponte, 2021) e também para a sua compreensão de uma aula seguindo a abordagem exploratória, especialmente, em relação à natureza das tarefas e à estrutura da aula (Quaresma, Macedo, Neves & Ponte, 2024). Observamos que essa potencialidade do Estudo de Aula se ancora numa perspectiva didática, na medida em que um professor de Matemática poderá se sentir desafiado a conduzir o ensino exploratório de determinados conteúdos matemáticos trabalhados na sua formação para docente e, certamente, sentir-se-á melhor preparado para tal se tiver vivenciado experiências didáticas que o permitam compreender a natureza de uma aula sob a abordagem exploratória.

Como ressaltamos, neste artigo, nosso olhar se moverá para o Estudo de Aula como um processo colaborativo entre professores, entendido como um espaço / momento caracterizado pela possibilidade de diálogo e interações entre os pares, o que, em certa medida, parece romper com o “isolamento docente”, muito característico da carreira académica de

Matemática no Ensino Superior, e também favorecer a construção de novas metodologias de ação educativa. Neste contexto, o professor perpassa o fazer docente, promovendo momentos de reflexão sobre as ações desenvolvidas tanto em sua sala de aula quanto na prática docente dos demais integrantes do grupo colaborativo, o que só é possível por meio do registro reflexivo compartilhado e mediado na colaboração (Cremoneze & Ciríaco, 2019).

UM OLHAR PARA O ENSINO DE CÁLCULO E AS POSSIBILIDADES DO ESTUDO DE AULA NESSE ENSINO

O ensino de Cálculo tem sido alvo de muitas investigações, principalmente, devido às dificuldades de aprendizagem evidenciadas pelos alunos e ao alto número de reprovações, o que tem inquietado diversos pesquisadores e motivado a realização de diversas pesquisas em Educação Matemática no Ensino Superior (Reis, Cometti & Santos, 2019; Bicalho & Reis, 2021).

Tradicionalmente, o ensino de Cálculo é caracterizado pela ênfase em procedimentos formais (regras e algoritmos) isolados dos conceitos subjacentes a tais procedimentos, o que não contribui para a formação de um fator que deve ser considerado fundamental por todos os professores de Matemática, em todos os níveis de ensino: a flexibilidade do pensamento em Matemática (Reis, 2001).

Algumas habilidades, disposições e atitudes podem ser consideradas como formas de manifestação do pensamento flexível em Matemática. Por exemplo, quando um aluno pensa num caso particular que ainda não havia estudado, ele está pensando criativa e autonomamente. Já quando um aluno busca generalizar uma propriedade ou até mesmo busca apresentar uma demonstração para essa propriedade, ele está generalizando e/ou demonstrando. Já quando um aluno prefere se apoiar em sua própria compreensão de um conceito ao invés de buscar apoio em uma regra ou algoritmo memorizado, ele está dando sentido ao conhecimento matemático. Por fim, em todas essas atitudes, a curiosidade está presente também como manifestação de um pensamento flexível.

Por outro lado, ao tentar privilegiar o desenvolvimento do pensamento flexível em Matemática de seus alunos, torna-se também fundamental que os professores de Matemática conheçam as limitações e os aspectos relevantes das diferentes representações e a adequação do significado utilizado em certos conceitos e resultados, ou seja, também apresentem um conhecimento flexível em Matemática. Essa flexibilidade do conhecimento do professor é assim descrita por Llinares e Sánchez (1996, p. 109):

A ideia da flexibilidade do conhecimento do professor deve ser entendida como a habilidade que devem possuir os estudantes para professor de modificar o significado associado aos conceitos matemáticos em relação às características das tarefas traçadas e/ou às características do sistema de representação empregado. Este é um

aspecto do conhecimento do professor que determina sua capacidade para ajudar os alunos a construir sua compreensão das ideias matemáticas e a caracterizar os processos de negociação dos significados associados aos diferentes modos de representação utilizados.

Logo, uma questão ligada ao pensamento flexível dos alunos, privilegiado por professores que buscam um conhecimento flexível passa pela forma como é trabalhada pelo professor, em sala de aula, a relação entre processo e conceito.

Particularmente, na prática pedagógica do Cálculo, deparamo-nos com situações em que a relação entre procedimento e conceitualização acontece com as mais variadas facetas, muitas vezes não percebidas / entendidas pelo professor. Analisemos um exemplo central: Nas regras de derivação, aplicar uma regra para encontrar a derivada de uma determinada função é uma atividade que privilegia o conceito de derivada ou somente o procedimento de obtenção da derivada por meio da aplicação da regra? É possível caracterizar como conceitual uma atividade que, em sua essência, é procedimental? Então, a demonstração dessa regra seria muito mais procedimental do que conceitual? Mas o que seria, por fim, uma atividade que privilegie mais o conceitual?

Inicialmente, podemos caracterizar o *conhecimento procedimental* como um conhecimento de regras, algoritmos e procedimentos-padrão na aprendizagem, como por exemplo, as regras de cálculo de limites ou as regras de derivação e integração. Já o *conhecimento conceitual* é exigido, por exemplo, na resolução de um problema na qual os alunos devem identificar e relacionar os conceitos apropriados ao contexto / conteúdo do problema. Um exemplo interessante são as aplicações das derivadas que aparecem em diversos problemas sob o “título” de taxa de variação, devendo o aluno fazer a relação de que a taxa de variação é, no fundo, a derivada da função em questão. Isto é, antes do procedimento adequado, é necessária a identificação do conceito subjacente ao tópico em que está inserido o problema.

Na prática docente do Cálculo, entretanto, uma das grandes dificuldades do professor é fundamentar o conhecimento procedimental em um conhecimento conceitual, para que o aluno, de facto, não somente “conheça as regras”, mas minimamente saiba “como elas funcionam”.

Retomando a questão da importância de se fomentar um pensamento flexível no aluno, especificamente, no caso das regras de derivação, entendemos que a habilidade de demonstração não deve ser nuclear no ensino de Cálculo; entretanto, os alunos devem ter sua curiosidade despertada e, para tal, devem ser incentivados a pensar de forma criativa e autônoma, a buscar generalizar propriedades utilizadas nas diversas regras (especialmente, as regras iniciais de derivação, como a regra da potência) e a buscar apoio em sua própria compreensão do conceito de derivada que, afinal, encontra-se subjacente às diversas regras de derivação.

Noutras palavras, entendemos que, na prática de sala de aula do Cálculo, o professor deve procurar explorar todos os elementos da forma o mais dinâmica possível. Principalmente, quando consideramos um fator fundamental que deve ser levado em consideração quando se pensa no ensino de Cálculo: o seu papel enquanto disciplina “instrumental” para a formação de profissionais de diversas carreiras. Um interesse primordial presente nessa discussão pode estar nas metodologias que contribuem para uma aprendizagem de Cálculo que seja significativa para os diversos profissionais em formação que, em diferentes medidas, utilizarão seus conceitos, regras e/ou algoritmos na continuidade de sua formação ou em sua futura prática profissional.

Dentro dessa perspectiva, voltamos nosso olhar para as dificuldades de aprendizagem dos alunos em conceitos do Cálculo. Anjos et al. (2023) destacam, basicamente, três fatores apontados por investigações que, se não explicam de forma cabal, ao menos buscam lançar luz sobre essa questão.

Os dois primeiros fatores são destacados por Abreu e Reis (2011), que não “apontam culpados” pelas falhas nos processos de aprendizagem do Cálculo, mas afirmam que a responsabilidade de mudar esse quadro é de todos aqueles que estão envolvidos nos seus processos de ensino e de aprendizagem. Os investigadores apontam como justificativas recorrentes para as dificuldades na aprendizagem dos alunos a abordagem didática tradicional de alguns professores e também a preparação inadequada dos alunos no Ensino Secundário. Segundo os investigadores, um exemplo dessa conjunção de fatores encontra-se na articulação de conceitos prévios relacionados a funções que, geralmente, causa dificuldades na aprendizagem de conceitos como continuidade e derivadas, quase sempre apresentados pelos professores de “maneira formal”.

Um outro fator é destacado por Nasser (2009), ao ressaltar que as dificuldades na aprendizagem do Cálculo podem ser de natureza epistemológica, sendo que esses obstáculos epistemológicos foram estudados, inicialmente, por Bachelard e explorados por vários matemáticos, que distinguiu três tipos de obstáculos à aprendizagem: obstáculos de origem *ontogênica*, que se referem a limitações do próprio sujeito; obstáculos de natureza *didática*, que dependem das experiências de aprendizagem vivenciadas; e obstáculos de ordem *epistemológica*, inerentes ao conhecimento. Segundo a investigadora, esses obstáculos dificultam a aprendizagem, pois o aluno cria uma resistência à construção e à compreensão de novos saberes. Assim, uma das justificativas para os altos níveis de reprovação em Cálculo poderia ser a quantidade de entraves de que os alunos enfrentam no decorrer da disciplina.

Tendo em vista as diversas problemáticas na aprendizagem do Cálculo, alguns investigadores buscam não somente pontuar as dificuldades apresentadas pelos alunos, mas também dar visibilidade a diversas propostas pedagógicas, na tentativa de contribuir para

a solução de algumas dessas dificuldades e, assim, perspectivar novas possibilidades para o ensino de Cálculo.

Especificamente, devido ao foco do presente artigo, lançaremos nosso olhar para algumas investigações realizadas sobre o Estudo de Aula tendo como *lócus* o ensino de Cálculo, buscando apresentar as suas contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem.

Costa, Neves e Monteiro (2023), inicialmente, destacam que a Matemática é, frequentemente, atrelada às causas de insucesso dos alunos em cursos de Engenharia. As investigadoras apontam, pois, o Estudo de Aula como um processo focado na aprendizagem do aluno, que busca promover o desenvolvimento profissional docente por meio de um ambiente colaborativo e reflexivo e, portanto, pode se constituir em uma forma de buscar estratégias de ensino que melhorem o desempenho dos alunos. A experiência de Estudo de Aula apresentada pelas investigadoras foi centrada na resolução de problemas de otimização, com alunos de Análise Matemática I (equivalente ao Cálculo I) do curso de Engenharia Mecânica de um Instituto Politécnico, em Portugal. Os resultados da investigação indicaram 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. Por fim, as investigadoras identificaram algumas limitações na implementação do Estudo de Aula no Ensino Superior e concluíram classificando a experiência como bastante positiva, no que diz respeito ao *feedback* dos alunos, indicando que o Estudo de Aula pode ser uma forma de ajudar a motivá-los para a aprendizagem de Matemática.

Já Richit, Richit e Richiter (2023) assumiram, por pressuposto, que a abordagem do Cálculo em cursos universitários, tais como a Licenciatura em Matemática, possui grande importância, devido ao papel dessa componente curricular na formação dos futuros professores, pelo fato de que os conceitos do Cálculo constituem ferramentas matemáticas essenciais para a análise de fenômenos, em distintos campos do conhecimento. A investigação, de natureza qualitativa e interpretativa, foi realizada por meio de um Estudo de Aula sobre máximos e mínimos em Cálculo, envolvendo oito professores de Instituições de Ensino Superior, os quais se dedicam à formação de futuros professores de Matemática. A análise da investigação apontou influências em três perspectivas: na interpretação da tarefa, na mobilização de conceitos e representações e na formulação de conclusões.

Dessa forma, assumindo que o Estudo de Aula é um processo que possui potencialidades colaborativas e formativas para os professores que dele participam e que também se constitui em um processo que pode abrir novas possibilidades para o ensino de Cálculo, apresentamos, agora, a pesquisa que realizamos, delineando-a em sua perspectiva e contexto.

DELINEANDO METODOLOGICAMENTE A INVESTIGAÇÃO

A experiência de trabalho colaborativo aqui apresentada foi delineada numa perspectiva metodológica qualitativa, em seus pressupostos e métodos de produção e análise de dados, tendo percorrido, após o enquadramento teórico que fundamentou o processo investigativo, as fases do ciclo de Estudo de Aula descritas por Ponte et al. (2024).

Inicialmente, o grupo colaborativo foi, inicialmente, formado pelos 3 autores deste trabalho, todos professores doutores com mais de 20 anos de experiência docente no Ensino Superior, incluindo atividades de ensino, pesquisa e extensão em cursos de graduação e pós-graduação de formação de professores de Matemática. Após uma reunião inicial, decidiu-se convidar para compor o grupo colaborativo, uma professora com mais de 40 anos de experiência docente de diversas disciplinas de conteúdo matemático no Ensino Superior, inclusive, já na qualidade de professora responsável pela aula a ser lecionada, uma vez que ela estava ministrando, no então corrente 1.º semestre do ano letivo de 2024 / 2025 (setembro a dezembro de 2024), algumas disciplinas de conteúdo matemático para diferentes cursos de graduação da Universidade do Algarve.

A seguir, foram realizadas reuniões, gravadas em áudio, para a definição do objetivo e para o planeamento, seguidas da leção e observação da aula e, posteriormente, de uma reunião de reflexão e discussão, como detalharemos a seguir.

DESCREVENDO O CICLO DE ESTUDO DE AULA

Inicialmente, na reunião de definição do objetivo, com duração de 2 horas, foi apresentado brevemente pelo 2.º autor deste artigo, uma contextualização do Estudo de Aula, suas fases de um ciclo completo e suas utilizações mais frequentes, de acordo com as investigações académicas mais recentes. Devido às possibilidades de realização do processo pelo grupo, ficou decidido que o foco estaria nos processos de ensino e de aprendizagem de um conteúdo matemático a ser definido pelo grupo e também na dinâmica de colaboração propiciada pela interação entre colegas de uma mesma universidade que, entretanto, ao longo de muitos anos, ainda não haviam realizado um trabalho colaborativo nesse modelo.

Após analisarem as disciplinas ministradas pela professora responsável pela aula a ser lecionada, o grupo se deteve em analisar mais detalhadamente a disciplina de Matemática para o curso de Gestão Marinha e Costeira, cujo programa contempla tópicos de Álgebra Linear e de Cálculo Diferencial e Integral.

Segundo a professora responsável, os tópicos de Álgebra Linear contemplados no referido programa eram matrizes, determinantes e sistemas lineares, que, geralmente, não apresentavam grandes dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos. Assim, segundo ela, pelos pressupostos da fase de definição do objetivo de um Estudo de Aula, os clássicos

tópicos do Cálculo Diferencial e Integral contemplados na disciplina pareciam ser mais adequados ao processo de Estudo de Aula, hipótese referendada pelos demais participantes do grupo, todos também com experiência docente de Cálculo.

Pelo andamento do calendário letivo, dentro de mais algumas semanas, seriam abordadas as primeiras regras de derivação que, pela experiência docente de todos os integrantes do grupo, sempre apresenta dificuldades de aprendizagem na generalização da derivada de funções do tipo $k.x^n$, com $k, n \in \mathbf{Q}$, particularmente, relacionadas com dificuldades de transformação de potências racionais em radicais e vice-versa, conteúdos trabalhados no Ensino Secundário. Ademais, foi destacado que, geralmente, as dificuldades de aprendizagem das regras de derivação do produto, do quociente e até mesmo da regra da cadeia podem estar relacionadas com as dificuldades na regra da potência. Foi definido, então, como objetivo do Estudo de Aula, a elaboração de uma sequência didática para o ensino das regras de derivação a partir da exemplificação de algumas derivadas de funções do tipo $k.x^n$, com $k, n \in \mathbf{Q}$.

Na reunião de planeamento, ocorrida 2 semanas após a definição do objetivo, com duração de 2 horas, o grupo retomou as discussões sobre as dificuldades de aprendizagem nas regras de derivação e, particularmente, nas regras iniciais envolvendo potências racionais multiplicadas por uma constante, como destacado. De forma conjunta, e após complementarização de ideias e reelaboração das propostas iniciais, foram elaboradas 4 subsequências de exemplos, exercícios e generalizações de regras abordando o cálculo de potências racionais negativas, a transformação de potências racionais em radicais e vice-versa, a derivada de funções do tipo $k.x$, com $k \in \mathbf{Q}$ e a derivada de funções do tipo x^n , $n \in \mathbf{Q}$, tendo em vista, então, a uma futura generalização da derivada de funções do tipo $k.x^n$, com $k, n \in \mathbf{Q}$, tendo por base a identificação de regularidades, inerentes às regras de derivação, por parte dos alunos.

Ainda nessa reunião, o grupo definiu que a turma na qual a aula seria lecionada seria convidada à formação de duplas de alunos, prática não regular nessas aulas, e as subsequências seriam apresentadas pela professora responsável que, inicialmente, apresentaria os exemplos no quadro para, a seguir, desafiar os alunos a resolver os exercícios, buscando, ao final, obter as generalizações das regras envolvidas em cada subsequência. Por fim, foram discutidos os principais aspetos a serem observados pelos demais participantes do grupo, destacadamente, a dinâmica de desenvolvimento da aula, o desempenho dos alunos ao resolverem os exercícios e obterem as generalizações das regras, as dúvidas manifestadas ao longo da aula, e também as interações entre os alunos e entre eles e a professora responsável.

Após duas semanas, então, a aula planeada foi lecionada, com duração de 1,5 horas, contando com a presença de 20 alunos, divididos em 10 duplas, como previamente plane-

ado, que, devidamente consultados, deram sua permissão para a gravação áudio da aula. A professora responsável, demonstrando ter muita experiência didática e possuir um relacionamento muito próximo com os alunos, propiciou uma fluidez no desenvolvimento da sequência didática planejada pelo grupo, sempre deixando os alunos muito à vontade para manifestarem eventuais dúvidas e, principalmente, seguros para, após um tempo de resolução dos exercícios e generalizações propostos, em cada uma das 4 subsequências elaboradas, irem até ao quadro e apresentarem suas soluções, com referência ao raciocínio utilizado a partir dos exemplos elencados, numa linguagem matemática muito informal, posteriormente formalizada pela professora.

A discussão de dúvidas nos grupos da turma foi residual porque, praticamente, todos os exercícios e generalizações estavam corretos, como resultado do trabalho de parceria e das interações com a professora responsável durante o trabalho autônomo, com uma única exceção em um exercício de transformação de um radical em potência racional, cujo erro foi rapidamente percebido e corrigido pelo próprio aluno que tinha ido ao quadro apresentar sua solução. Uma outra situação, que gerou alguma discussão, foi a propósito da derivação de em torno do expoente da derivada, se tratava-se de ou , em resultado da compreensão sobre a regra associada à diminuição do expoente da função, que só fica positivo quando o expoente é uma fração imprópria positiva.

Um facto que chamou a atenção dos professores observadores foram as interações entre os alunos de uma mesma dupla e entre duplas diferentes, como sugerido, intencionalmente, pela professora responsável. Cabe destacar que 10 alunos da turma cursaram Ciências e Tecnologias no Ensino Secundário, que possui Matemática como disciplina obrigatória, ao longo dos 3 anos, e já haviam estudado derivadas. Entretanto, outros 10 alunos da turma cursaram Línguas e Humanidades no Ensino Secundário, que possui Matemática Aplicada às Ciências Sociais apenas como disciplina opcional, ao longo de 2 anos, e nunca haviam estudado derivadas. Assim, observou-se que os alunos provenientes do curso de Ciências e Tecnologias atuaram como “monitores” dos alunos provenientes do curso de Línguas e Humanidades que, naturalmente, apresentaram maiores dificuldades na resolução dos exercícios e, principalmente, nas generalizações das regras de derivação abordadas.

Por fim, o grupo se reuniu para o momento de reflexão e discussão sobre as observações realizadas na aula lecionada, com duração de 2 horas. Todos os aspetos que destacamos anteriormente foram apresentados pelos professores observadores e a avaliação geral é de que os objetivos específicos de cada uma das subsequências elaboradas foram atingidos, na medida em que as resoluções apresentadas pelos alunos no quadro e no material recolhido assim o demonstraram e, com isso, também foi considerado alcançado o objetivo definido no início do processo. A professora responsável destacou positivamente a realização dos trabalhos em pares, sendo uma estratégia pedagógica a ser retomada em suas aulas.

Ao longo do momento de reflexão, os professores participantes puderam refletir sobre a experiência de participação no Estudo de Aula, sobre a importância de cada uma das fases do ciclo e, principalmente, sobre a experiência do trabalho colaborativo realizado. Ao final, o grupo decidiu pela elaboração do presente artigo, como forma de documentação e síntese.

| DISCUTINDO OS RESULTADOS

Na reunião de reflexão e discussão, a professora responsável apresentou os resultados de uma avaliação realizada com os alunos, uma semana após a aula planeada e lecionada. Ao comparar com resultados de anos anteriores, ela destacou um notável aumento na pontuação obtida no total da avaliação e, particularmente, nas questões relacionadas com as regras iniciais de derivação, ainda que tenha ressaltado não ter realizado uma comparação formal com medidas estatísticas que pudessem ratificar sua constatação, com um viés científico-formal. Destacou, ainda, o crescente envolvimento de alguns alunos, em relação à sua experiência de anos anteriores, nesse tópico das derivadas durante as aulas.

Entretanto, se a perspectiva inicial do grupo foi desenvolver o ciclo de Estudo de Aula, proposto por Ponte et al. (2024), com foco nos processos de ensino e de aprendizagem de um conteúdo matemático e também na dinâmica de colaboração, de forma até mesmo surpreendente, a experiência de trabalho colaborativo suplantou as expectativas de todos os participantes, no sentido de que, ao longo do processo, lograram destaque as ricas oportunidades de interações no seio do grupo colaborativo, consideradas primordiais para o desenvolvimento profissional docente (Cremoneze & Ciríaco, 2019) e que, certamente, proporcionaram a criação de um ambiente rico para a troca de experiências e anseios que, por sua vez, corroborou para uma reflexão coletiva sobre a prática docente e sobre a importância da produção de estratégias para o ensino, com vistas à aprendizagem dos alunos (Pereira et al., 2022).

Nesse contexto, merece destaque a revelação feita pela professora responsável pela aula lecionada de que, em seus mais de 40 anos de experiência docente de Matemática no Ensino Superior de Portugal, tanto em Lisboa como em Faro, a participação no Estudo de Aula foi sua primeira oportunidade de planeamento conjunto de uma aula, bem como foi a primeira vez em que contou com seus colegas, professores universitários, a observar uma de suas aulas lecionadas e que, também por isso, sentiu-se muito bem em participar e vivenciar todo o processo.

Entendemos, então, que a experiência de participação no processo de Estudo de Aula oportunizou a todos os participantes do grupo a possibilidade de interação espontânea, durante a qual todos se sentiram à vontade para discutir e partilhar ideias (Duarte & Ponte, 2014), desde o momento de definição do objetivo até o momento de reflexão conjunta.

Nesse contexto, a construção de aprendizagens discursivas, interativas e experienciais foi, de facto, coletiva (Pina & Fiorentini, 2021), pois todos os participantes do grupo já haviam participado, ao longo de sua carreira docente, de algumas (poucas) atividades com seus pares que, entretanto, não foram desenvolvidas numa perspectiva amplamente colaborativa e, muitas vezes, perpassaram por eventuais reuniões de “coordenação de disciplinas”, como relatado pela professora responsável pela aula lecionada, ao refletir sobre sua vasta experiência docente no Ensino Superior de Matemática.

. Particularmente, para esta professora responsável, podemos caracterizar como uma aprendizagem profissional advinda de sua participação em todas as fases do Estudo de Aula, uma vez que ela pode refletir sobre sua prática docente e sobre o próprio papel da Matemática na formação de seus alunos do curso de Gestão Marinha e Costeira (Maia et al., 2024). Nesse bojo, não somente ela, mas todo o grupo refletiu sobre as relações entre os conteúdos matemáticos ensinados e aprendidos pelos alunos durante a sua formação escolar e académica (Rodrigues et al., 2024), concluindo que a opção de curso feita por eles no Ensino Secundário influencia, diretamente, nas eventuais dificuldades de aprendizagem, por exemplo, em conceitos do Cálculo, como revelou nossa experiência de Estudo de Aula.

Outro destaque, certamente, cabe ao facto de que a sequência didática elaborada pelo grupo para o ensino de regras iniciais de derivação se mostrou profícua para a aprendizagem dos alunos, na medida em que, de forma geral, eles conseguiram resolver todos os exercícios e generalizar todas as regras propostas. Entendemos que tal constatação foi fruto de um trabalho coletivo que se iniciou pela discussão sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos nas regras de derivação e culminou com o planeamento, desenvolvimento e avaliação da sequência didática. Nossa experiência de Estudo de Aula se constituiu, então, num processo de (re)construção de conhecimentos docentes (Caetano & Bezerra, 2024) que caminhou do tradicional “tripé” do conhecimento dos professores do conteúdo específico, pedagógico do conteúdo e do currículo para uma reflexão sobre que Matemática é, de facto, relevante para o ensino (Martins et al., 2023) na perspectiva da aprendizagem dos alunos.

Nesse contexto, foi notável a contribuição da abordagem exploratória e indutiva da sequência didática elaborada para a aprendizagem dos alunos, especialmente, pela constatação de que tal elaboração se deu, inicialmente, pela antecipação das dificuldades de aprendizagem dos alunos (Martins et al., 2021) que conduziu o grupo de participantes à discussão sobre quais subsequências de exemplos, exercícios e generalizações de regras seriam mais adequados à estrutura da aula (Quaresma et al., 2024), uma vez definidos seus objetivo e foco.

Já especificamente em relação ao ensino de Cálculo, podemos destacar contribuições de nossa experiência de Estudo de Aula em diferentes vertentes. A primeira vertente contributiva aponta para o fomento do pensamento flexível em Matemática (Reis, 2001). Ao

resolverem os exercícios propostos em cada subsequência, que se iniciava com exemplos, os alunos foram desafiados a pensar de forma criativa e autónoma, na medida em que, a partir dos exemplos apresentados, eles deveriam resolver os exercícios e, ao final, buscar uma generalização para cada uma das regras iniciais de derivação que, cabe destacar, ainda não haviam sido enunciadas e demonstradas. Também verificamos, ao longo da observação da aula lecionada, que todos os alunos demonstraram estar bastante curiosos em relação à generalização das regras de derivação feita por eles e, especialmente, se o tinham feito de forma correta. Entretanto, também para os professores participantes do Estudo de Aula, entendemos ter havido um despertar para a importância de privilegiarmos o desenvolvimento do pensamento flexível em Matemática de nossos alunos e o nosso próprio pensamento flexível (Llinares & Sánchez, 1996), na medida em que, ao longo do processo, por diversas vezes, discutimos as limitações e os aspectos relevantes das diferentes representações das derivadas e a adequação do seu significado ser ou não evidenciado no ensino das regras de derivação.

Exatamente nessa discussão, insere-se a segunda vertente contributiva do Estudo de Aula para o ensino de Cálculo. Se, por um lado, nossa sequência didática não privilegiou o desenvolvimento de um conhecimento que pudesse ser caracterizado como tipicamente conceitual, por outro lado, o desafio do trabalho autónomo e da generalização das regras de derivação lançado aos alunos revitalizou o tradicional carácter procedimental das corriqueiras atividades matemáticas baseadas em regras, algoritmos e padrões, pois a professora responsável não apresentou, de antemão, as regras de derivação que, geralmente, são seguidas de fartos exemplos; muito pelo contrário, os alunos foram instigados a generalizar tais regras, após a apresentação de alguns exemplos nevrálgicos e da proposição de exercícios elaborados, exatamente, de forma a conduzi-los à generalização pretendida em cada caso. Obviamente, voltamos a ressaltar que a aula lecionada não contemplou, em seus objetivo e planeamento, a exploração do conceito de derivada nem a realização de demonstrações formais das regras de derivação abordadas.

Por fim, é necessário apontarmos uma terceira vertente contributiva do Estudo de Aula relacionada às dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação às regras de derivação. Se a dinâmica de colaboração, como já destacamos, surpreendeu nossa expectativa como professores participantes do processo formativo, podemos afirmar que o trabalho colaborativo entre os alunos também foi nuclear no desencadeamento prático da aula lecionada e observada, pois consideramos fundamental a interação entre aqueles que, no Ensino Secundário, haviam cursado Ciências e Tecnologias com aqueles que haviam cursado Línguas e Humanidades e que, naturalmente, apresentaram dificuldades na resolução dos exercícios e, principalmente, nas generalizações das regras de derivação. Por meio das interações com seus colegas de dupla e até mesmo de outras duplas, praticamente, todas as dúvidas surgidas ao longo da aula lecionada foram resolvidas, o que aponta para a im-

portância de que o professor de Cálculo reflita constantemente sobre sua prática docente (Abreu & Reis, 2011), à luz dos obstáculos à aprendizagem de seus alunos (Nasser, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, objetivamos investigar a potencialidade colaborativa do Estudo de Aula, bem como suas contribuições para o ensino de Cálculo a partir de nossa investigação realizada ao longo de uma experiência de trabalho colaborativo no desenvolvimento de um ciclo de Estudo de Aula, como detalhamos.

As possibilidades de reflexão e colaboração que surgem, naturalmente, ao longo das diversas fases do Estudo de Aula, certamente, contribuem para a prática docente e para o desenvolvimento profissional dos professores participantes do processo, como apontam algumas das pesquisas que destacamos na introdução deste trabalho e como constatamos em nossa investigação que, obviamente, possui limites em termos de objetivos e de considerações pertinentes.

Outrossim, de forma acentuada, a oportunidade de trabalho colaborativo que vivenciamos no ciclo de Estudo de Aula realizado mereceu destaque, dado o *locus* de sua realização: a sala de aula do Ensino Superior de Matemática, um espaço tradicionalmente “fechado” para a presença e a observação de outros professores universitários, além do responsável pela disciplina observada. Dessa forma, são poucas as oportunidades de interações entre os pares que, quando acontecem, muitas vezes, são voltadas somente para a discussão de aspetos do cronograma de aulas e avaliações e, poucas vezes, reservam possibilidades de discussão coletiva e profícua de aspetos dos processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos.

No contexto do ensino de Cálculo, nossa investigação foi delineada metodologicamente e focada nas regras iniciais de derivação, o que a diferencia em seus aspectos constitutivos básicos das investigações realizadas por Costa et al. (2023), centrada na resolução de problemas de otimização e por Richit et al. (2023), centrada em máximos e mínimos. Entretanto, todas elas apontaram como contribuições do processo de Estudo de Aula para o ensino de Cálculo a relevância das discussões em grupo pelos alunos e a motivação à aprendizagem, uma vez que eles se tornam sujeitos mais ativos e motivados a interpretar as tarefas apresentadas nas aulas lecionadas e a formular conclusões relacionadas aos conceitos mobilizados.

Destarte, concluímos apontando para a importância da realização de novas investigações centradas no Estudo de Aula como processo gerador do trabalho colaborativo e do desenvolvimento profissional de professores de Matemática do Ensino Superior, e realizadas à luz de se investigar suas múltiplas contribuições para os processos de ensino e de

aprendizagem de Cálculo / Análise, Álgebra e Geometria, porquanto em muito agregarão à pesquisa vigente em Educação Matemática no Ensino Superior.

| AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve (FCT / UAlg).
À Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Universidade Federal de Ouro Preto (PROPPI/UFOP).

| REFERÊNCIAS

- Abreu, O. H., & Reis, F. S. (2011). Uma discussão sobre o papel das definições formais no ensino e aprendizagem de limites e continuidade em Cálculo I. *Educação Matemática Pesquisa*, 13(3), 439-459. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/7098>
- Anjos, I. M., & Martins, E. M., & Reis, F. S. (2023). O Quiz Interativo Digital na identificação de dificuldades de aprendizagem em conceitos nucleares do Cálculo I. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 14(2), 1-26. <https://doi.org/10.26843/rencima.v14n2a13>
- Bicalho, D. C., & Reis, F. S. (2021). O contexto digital e os estilos de aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(1), 1-26. <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2751>
- Caetano, R. S., & Bezerra, R. C. (2024). Lesson Study na Formação Inicial: uma experiência na Disciplina de Estágio. *Zetetiké*, 32(1), 1-17. <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8676425>
- Costa, M. C. O., & Neves, R. B., & Monteiro, M. H. M. (2024). Uma experiência de Estudo de Aula em Matemática no Ensino Superior com estudantes de Engenharia. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 12(29), 428-448. <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.29.428-448>
- Cremonese, M. L., & Ciríaco, K. T. (2019). Práticas Compartilhadas e Trabalho Colaborativo em Educação Matemática nos Anos Iniciais: a formação continuada de professoras em um grupo de estudos. *Perspectivas da Educação Matemática*, 12(30), 728-748. <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/5221>
- Duarte, N. G., & Ponte, J. P. (2024). Dinâmicas de colaboração num estudo de aula na formação de professores de Matemática. *Revista em Didáctica de la Matemática*, 19(1), 1-23. <http://doi.org/10.30827/pna.v19i1.28719>
- Isoda, M., & Baldin, Y. Y. (2023). Estudio de Clases Japonés, su Naturaleza y su Impacto en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas. *Paradigma (Maracay)*, 44(2), 5-35. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p5-35.id1410>
- Llinares, S., & Sánchez, V. (1996). Comprensión de las nociones matemáticas y modos de representación: el caso de los números racionales em estudiantes para profesores de

- primaria. In: Gimenez, J., & Llinares, S., & Sánchez, V. (Eds.). *El proceso de llegar a ser um professor de primaria: cuestiones desde la Educación Matemática* (1ª ed., pp. 95-118), Comares.
- Maia, M., & Marins, A. S., & Fiorentini, D. (2024). Lesson Study na formação de professores que ensinam matemática em Sobral: resultados e projeções futuras. *Revista Cearense de Educação Matemática*, 3(7), 1-20. <https://doi.org/10.56938/rceem.v3i8.4181>
- Martins, M., & Duarte, N., & Ponte, J. P. (2023). Estudo de Aula na formação inicial de professores de Matemática: aspetos-chave que promovem o desenvolvimento do conhecimento didático dos futuros professores. *Quadrante*, 32(1), 120-141. <https://doi.org/10.48489/quadrante.28737>
- Martins, M., & Mata-Pereira, J., & Ponte, J. P. (2021). Os Desafios da Abordagem Exploratória no Ensino da Matemática: aprendizagens de duas futuras professoras através do estudo de aula. *Bolema*, 35(69), 343-364. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a16>
- Nasser, L. (2009). Uma pesquisa sobre o desempenho de alunos de Cálculo no traçado de gráficos. In: Frota, M. C. R., & Nasser, L. (Orgs.). *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates* (1ª ed., pp. 43-58), Sociedade Brasileira de Educação Matemática.
- Pereira, S. R., & Reis, F. S., & Tinti, D. S. (2022). A utilização da plataforma Google for Education em uma experiência de formação continuada de professores de Matemática: realidades brasileiras ou latino-americanas? *Vidya*, 42(2), 81-100. <https://doi.org/10.37781/vidya.v42i2.4228>
- Pina, R. S. P., & Fiorentini, D. (2021). Aprendizagens de Futuros Professores de Matemática em um Estágio Curricular Supervisionado em Processo de Lesson Study. *Perspectivas da Educação Matemática*, 14(34), 1-30. <https://doi.org/10.46312/pem.v14i34.12676>
- Pimentel, C. M. (2001). *A utilização do software GeoGebra nos cursos de Licenciatura e de Bacharelado em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto: potencialidades, realidades e perspectivas*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto]. <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/19345>
- Ponte, J. P., & Quaresma, M., & Mata-Pereira, J. (2024). *Guia do Estudo de Aula na Formação Inicial de Professores*. Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.
- Quaresma, M., & Macedo, A., & Neves, R. C. P., & Ponte, J. P. (2024). Apropriação pelos Futuros Professores de Matemática da abordagem do Ensino Exploratório em processo de Estudo de Aula. *Zetetiké*, 32(1), 1-22. <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8676684>
- Reis, F. S. (2001). *A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: A visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos*. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas]. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2001.206743>

- Reis, F. S., & Cometti, M. A., & Santos, E. S. (2019). Contribuições do GeoGebra 3D para a aprendizagem de Integrais Múltiplas no Cálculo de Várias Variáveis. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(2), 15-29. <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/revista/article/view/2328>
- Reis, F. S., & Zeichner, K. (2021). Los desafíos de la formación inicial de profesores de Matemáticas como profesionales democráticos. *Paradigma (Maracay)*, 42(2), 18-39. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p18-39.id1029>
- Richit, A., & Richit, L. A., & Richter, A. (2023). Aportes del Contexto de Tarea en el Abordaje de Máximos y Mínimos en un Estudio de Clase en Cálculo. *Paradigma (Maracay)*, 44(2), 317-339. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p317-339.id1422>
- Rodrigues, C. O., & Quaresma, M., & Ponte, J. P. (2024). Estudo de Aula no estágio curricular supervisionado: revelando crenças de futuros professores de Matemática. *Zetetiké*, 32(1), 1-22. <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8676380>
- Zimdars, E. R., & Agranionih, N. T., & Baier, T. (2024). Desenvolvimento da prática docente no Estudo de Aula: uma análise fenomenológica. *Zetetiké*, 32(1), 1-20. <https://doi.org/10.20396/zet.v32i00.8676715>

Apêndice—Información sobre el artículo

Historico editorial

Submetido: 01 de Febrero de 2025.

Aprobado: 01 de Junio de 2025.

Publicado: 05 de Julio de 2025.

Como Citar — APA

Reis, F. da S., Guerreiro, A., & Fernandes, S. (2025). O Estudo de Aula no Ensino Superior de Matemática: uma investigação a partir de uma experiência de trabalho colaborativo na Universidade do Algarve em Portugal. *PARADIGMA*, XLVI(2), e2025029. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025029.id1684>.

Como Citar — ABNT

REIS, Frederico da Silva; GUERREIRO, António; FERNANDES, Susana. O Estudo de Aula no Ensino Superior de Matemática: uma investigação a partir de uma experiência de trabalho colaborativo na Universidade do Algarve em Portugal. *PARADIGMA*, Maracay, v. XLVI, n. 2, e2025029, Jul./Dic., 2025. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025029.id1684>.

Conflicto de intereses

Nada que declarar.

Declaración de disponibilidad de datos

Todos los datos han sido presentados/generados en este artículo.

Derechos autorales

Los derechos de autor pertenecen a los autores, que conceden a revista **Paradigma** los derechos exclusivos de primera publicación. Los autores no serán remunerados por la publicación de sus artículos en esta revista. Los autores están autorizados a celebrar contratos adicionales por separado, para la distribución no exclusiva de la versión del artículo publicado en esta revista (por ejemplo, publicación en un repositorio institucional, en un sitio web personal, publicación de una traducción o como capítulo de un libro), con reconocimiento de autoría y primera publicación en esta revista. Los editores de la revista **Paradigma** tienen derecho a realizar ajustes textuales y adecuación normativas en este artículo.

Acceso libre

Este artículo es de acceso abierto (**Open Access**) y sin gastos de envío ni de procesamiento del artículo (**Article Processing Charges - APCs**). El acceso abierto es un amplio movimiento internacional que pretende proporcionar acceso en línea libre y gratuito a la información académica, como publicaciones y datos. Una publicación se define como de acceso abierto cuando no existen barreras financieras, legales o técnicas para acceder a ella; en otras palabras, cuando cualquiera puede leerla, descargarla, copiarla, distribuirla, imprimirla, investigarla o utilizarla en la educación o de cualquier otra forma dentro de los acuerdos legales.



Licencia de uso

Este artículo es licenciado con **Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**. Esta licencia le permite compartir, copiar y redistribuir el artículo en cualquier medio o formato. La licencia no permite utilizar el material con fines comerciales ni adaptarlo, remezclarlo o transformarlo.



Comprobación de similitud

Este artículo fue sometido a una comprobación de similitud utilizando el software de detección de texto **iThenticate** de Turnitin, a través del servicio de **Similarity Check** de la Crossref.



Proceso de evaluación

Revisión por pares a doble ciego (*Double blind peer review*).

Editor

Fredy E. González  

Publisher

Este artículo ha sido publicado en la revista **Paradigma** vinculada al Centro de Investigaciones Educativas Paradigma (CIEP) del Departamento del Componente Docente de la **Universidad Pedagógica Experimental Libertador** (Núcleo Maracay). La revista **Paradigma** publica artículos de carácter técnico-científico, derivados de estudios e investigaciones que sirvan de apoyo al desarrollo del conocimiento educativo, propiciando el diálogo entre los diferentes campos de la educación. Las ideas expresadas en este artículo son de los autores y no representan necesariamente la opinión del consejo editorial o de la universidad. En Brasil, la revista Paradigma obtuvo la calificación **Qualis A1** en la **Evaluación CAPES (2017-2020)**.

