

A PROVA POSTA À PROVA: REFLEXÕES A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA AVALIATIVA EM UMA DISCIPLINA DE ANÁLISE REAL

THE TEST PUT TO THE TEST: REFLECTIONS FROM AN EVALUATIVE EXPERIENCE IN A REAL ANALYSIS DISCIPLINE

Cícero Nachtigall

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

ccnachtigall@yahoo.com.br

Carla Denize Ott Felcher

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

carla.felcher@ufpel.edu.br

Bruna Vinholes Lopes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

vinholeslopes@gmail.com

Gleisson Couto de Oliveira

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

gleissoncoutoo@gmail.com

Resumo

O presente trabalho busca problematizar o sentido do tradicional dueto composto por aulas expositivas ministradas pelo professor e provas escritas, não raramente adotado em disciplinas de matemática em cursos de formação de professores. Nesse âmbito, discutimos e analisamos a percepção de dez futuros professores de matemática acerca de uma experiência realizada em uma turma da disciplina de Análise Real, na qual se optou pela apresentação de seminários e produção de vídeos pedagógicos pelos estudantes como instrumento avaliativo. Ao final do semestre, os estudantes foram convidados a manifestar as suas percepções quanto à experiência por meio de um questionário com questões abertas. A partir da análise das respostas, emergiram dois eixos principais de análise, sendo o primeiro deles relacionado à dinâmica dos encontros, e o segundo diz respeito à produção dos vídeos pedagógicos pelos estudantes. Os resultados indicam que a iniciativa foi avaliada positivamente pelo grupo e configurou um espaço de reflexão da diversidade de instrumentos avaliativos na área de matemática. Ao realocar, redistribuir e redimensionar o processo avaliativo, a experiência oportunizou questionar o sentido das práticas tradicionalmente estabelecidas em disciplinas da área matemática, integrando elementos formativos e outros comumente esperados de uma disciplina teórica e fortemente identificada com a área de matemática pura.

Palavras-chave: Formação de professores; Avaliação em matemática; Vídeos pedagógicos.

Abstract

The present work seeks to problematize the meaning of the traditional duet composed of lectures taught by the teacher and written tests, often adopted in mathematics subjects in teacher training courses. We discussed and analyzed the perception of ten future mathematics teachers about an experience carried out in a Real Analysis class, in which it was decided to present seminars and produce pedagogical videos by students as an evaluation tool. At the end of the semester, students were invited to express their perceptions about the experience through a questionnaire with open questions. From the analysis of the responses, two main axes of analysis emerged, the first being related to the dynamics of the meetings and the second relating to the production of educational videos by students. The results indicate that the initiative was positively evaluated by the group and created a space for reflection on the diversity of evaluation instruments in the area of mathematics. By relocating, redistributing and resizing the evaluation process, the experience provided the opportunity to question the meaning of practices traditionally established in disciplines in the area of mathematics, integrating training elements other than those commonly expected from a discipline that is imminently theoretical and strongly identified with the area of pure mathematics. **Keywords:** Teacher training; Assessment in mathematics; Pedagogical videos.

INTRODUÇÃO

A complexidade da formação docente configura um campo de investigação que vem se consolidando e despertando o interesse de diversos pesquisadores, sob diferentes perspectivas (DINIZ-PEREIRA, 2013; ROMANOWSKI, 2018). A formação de professores de matemática, em particular, insere-se neste contexto e é alcançada por dois fenômenos imbricados.

O primeiro deles se encontra relacionado à necessidade de qualificar a aprendizagem matemática na Educação Básica. A avaliação realizada pelo *Programme for International Student Assessment* (PISA) aponta que o desempenho brasileiro reflete um cenário preocupante e que se mantém inalterado quando comparado às avaliações anteriores¹. Carvalho e Araújo (2023) destacam que a dimensão avaliativa em matemática vem sendo apontada como um dos elementos que ajudam a compreender o baixo desempenho brasileiro nessa área. Outros fatores estariam relacionados às metodologias de ensino desatualizadas, à conexão estabelecida entre professor e aluno em sala de aula e à precariedade da formação inicial de professores.

O segundo fenômeno, mais amplo e possivelmente alcançado pelo primeiro, refere-se à denominada “crise das licenciaturas” e indica o atual desinteresse dos jovens pela

¹ <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em 11 de fevereiro de 2024, às 7h44min.

carreira docente². O estudante que opta pelo curso de Licenciatura em Matemática, possivelmente, encontrará um curso projetado a partir de duas grandes áreas: a formação matemática e a formação pedagógica. Tal organização, curricular e disciplinar, nem sempre proporciona um diálogo fluido entre essas áreas, cuja integração é deixada sob responsabilidade do próprio estudante (MOREIRA; CURY; VIANNA, 2005).

Manrique (2009) sublinha que, nos currículos de Licenciatura em Matemática das universidades públicas, as disciplinas específicas das áreas de matemática pura e aplicada tendem a ocupar um lugar privilegiado, em detrimento de disciplinas da área de educação matemática. Segundo a autora, na maior parte das disciplinas dos cursos de Licenciatura em Matemática, adota-se o método tradicional expositivo combinado a provas teóricas. No entanto, o professor precisa escolher um instrumento de avaliação que lhe traga informações sobre a aprendizagem do aluno, assim como de sua prática pedagógica (SILVA; BRANDALISE, 2023).

Subjacente ao processo formativo do futuro professor de matemática, a adoção de provas escritas, individuais e sem consulta, como principal instrumento avaliativo, parece replicar o método vivenciado ao longo da educação básica, o que inibe a emergência de outras práticas em disciplinas da área básica de matemática. Outras possibilidades metodológicas e avaliativas proporcionadas pelo advento das Tecnologias Digitais (TD), entre elas a produção de vídeos pedagógicos pelos estudantes, apresentam-se como alternativa para que se possa experimentar outros tempos e espaços, sob perspectivas avaliativas outras.

No contexto específico da formação de professores de matemática, a produção de vídeos é uma possibilidade de integrar duas perspectivas igualmente importantes para a formação dos futuros professores. Ao produzir um vídeo pedagógico, o futuro professor mobiliza recursos cognitivos, pedagógicos e tecnológicos, estabelece um fluxo natural e contínuo entre o conhecimento matemático e o conhecimento pedagógico, proporciona a experimentação da prática docente (NACHTIGALL; ABRAHÃO, 2021; NACHTIGALL; FELCHER, 2023).

Diante desse cenário, o presente artigo tem por objetivo problematizar o sentido do

² <https://revistapesquisa.fapesp.br/crise-nos-programas-de-licenciatura/>. Acesso em 8 de fevereiro de 2024, às 22h50min.

tradicional dueto composto por aulas expositivas ministradas pelo professor e provas escritas, não raramente adotado em disciplinas de matemática em cursos de formação de professores. Discutimos e analisamos a percepção de dez futuros professores de matemática acerca de uma experiência realizada em uma turma da disciplina de Análise Real, ao longo do segundo semestre letivo do ano de 2022³, na qual se optou pela apresentação de seminários e produção de vídeos pedagógicos pelos estudantes como instrumento avaliativo.

A PERSPECTIVA TEÓRICA

O sentido e a potência de disciplinas da área básica de matemática na formação do futuro professor, tais como as de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Abstrata e Análise Real, veem-se redimensionados a partir da concepção que integra, na prática da sala de aula, elementos da formação pedagógica à formação matemática. Como ressaltam Moreira, Cury e Vianna (2005),

Não se trata, nesse caso, de uma concepção que implique necessariamente “baixar o nível” da formação matemática na licenciatura, como frequentemente é alegado. Trata-se exatamente de superar essa visão dicotomizada das relações entre formação matemática “sólida” e as demandas de conhecimento da prática docente escolar (p. 40).

Cabe, nesta esteira, problematizar outras possibilidades formativas oferecidas pela disciplina de Análise Real em cursos de Licenciatura em Matemática, para além dos conteúdos abordados, reconhecidamente importantes na formação do futuro professor. Em essência, a disciplina de Análise Real está alinhada às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (REIS, 2001; MOREIRA; CAMPOS, 2023, MOREIRA; CURY; VIANNA, 2005; MOREIRA; VIANNA, 2016; GOMES et al., 2015, LÜBECK; PASQUINI, 2022).

Segundo Reis (2001), a disciplina de cálculo conecta o pensamento matemático elementar ao avançado, estabelecendo uma relação intensa e dialógica entre os conceitos de número e funções aos conteúdos de derivadas e integrais. Nessa perspectiva, sublinha o autor que a disciplina de Análise Real possibilita ao futuro professor de matemática

³ Em virtude dos ajustes realizados no calendário acadêmico da instituição na qual a pesquisa foi realizada, em decorrência dos impactos da pandemia de covid-19, o referido semestre foi desenvolvido ao longo do ano de 2023.

aprofundar os conhecimentos acerca dos conceitos abordados nas disciplinas de cálculo, implicando autonomia intelectual.

Moreira, Cury e Vianna (2005) enfatizam a necessidade da disciplina de Análise Real em cursos de Licenciatura em Matemática, baseados na perspectiva de matemáticos de diferentes universidades brasileiras. Eles argumentam sobre a importância dessa disciplina na formação de futuros professores, incluindo a aproximação com o pensamento matemático e o desenvolvimento da maturidade intelectual. A disciplina é vista como uma introdução à "cultura matemática", abordando "métodos, técnicas, estruturas, concepções e valores fundamentais da matemática", o que possibilita uma melhor compreensão de fenômenos e a aplicação em diversas áreas (Moreira; Cury; Vianna, 2005, p. 21). A conexão entre a disciplina de Análise Real e a atuação do futuro professor de matemática se daria, sob o olhar dos matemáticos participantes da referida pesquisa, por proporcionar

uma compreensão sólida e profunda dos conceitos básicos da matemática escolar, explica os "porquês" e dá mais segurança ao futuro professor da escola. Proporciona a construção de uma visão integrada e logicamente consistente da matemática elementar, em substituição a uma visão que a concebe como um amontoado desconexo de fórmulas e regras (MOREIRA; CURY; VIANNA, 2005, p. 22).

Moreira e Vianna (2016, p. 533), da mesma forma, problematizam a obrigatoriedade da disciplina de Análise Real nos cursos de licenciatura a partir do prisma de um grupo de educadores matemáticos. O estudo indica que, entre os principais atributos conferidos a essa disciplina, estaria possibilitar o contato do futuro professor com o pensamento matemático e a forma com que a matemática se organiza como conhecimento específico, introduzindo a "cultura matemática". Além disso, viabiliza o aprofundamento de conceitos básicos necessários "para que o futuro professor pudesse perceber problemas epistemológicos importantes nas abordagens usuais dadas a conceitos como números racionais e irracionais, funções, continuidade etc."

Os autores pontuam que tanto os matemáticos participantes da primeira pesquisa (MOREIRA, CURY, VIANNA, 2005) quanto os educadores matemáticos, participantes da segunda investigação (MOREIRA; VIANNA, 2016), reconhecem a importância desta disciplina na formação do futuro professor de matemática e defendem a sua presença na estrutura curricular obrigatória dos cursos de Licenciatura em Matemática. O estudo indica, entretanto, que as divergências entre os dois grupos "se centraram essencialmente no modo de abordar alguns tópicos, sobre a presença dos quais, na ementa da disciplina, não houve

discordâncias significativas (MOREIRA; VIANNA, 2016, p. 532).

Otero-Garcia, Baroni e Martinez (2013) constatam a importância da disciplina de Análise na formação de futuros professores de matemática. No entanto, eles observam que o papel da referida disciplina nos cursos de Licenciatura ainda não está completamente definido ou consensual, especialmente entre os professores que a ensinam. Ao analisarem a evolução da disciplina de Análise em dois cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, os autores atestam a dificuldade de separar essa disciplina de sua abordagem original voltada para cursos de Bacharelado em Matemática. Isso dificulta a criação de uma identidade própria para a disciplina nos cursos de Licenciatura em Matemática.

Ao tematizar a presença da disciplina de Análise Real em cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática, Gomes et al. (2015, p. 1252) diferenciam suas contribuições na formação desses profissionais e sublinham que “enquanto a análise para a licenciatura deveria elucidar aspectos presentes na educação básica, aquela oferecida aos futuros bacharéis deve ajudar a fortalecer e solidificar suas bases matemáticas”. Assim, para além dos conteúdos específicos, é necessário que o desenho da disciplina de Análise no curso de licenciatura seja traçado com elementos que proporcionem e valorizem a experimentação da profissão, a colaboratividade, a criatividade e, em particular, a diversificação dos instrumentos avaliativos.

Em se tratando de instrumentos avaliativos, Pinheiro e Zaidan (2021) demonstram que as provas tradicionais nem sempre são a melhor forma de avaliar os alunos, pois alguns estudantes podem obter boas notas mesmo sem frequentar as aulas e estudando às vésperas da prova. Esse instrumento, especialmente em cursos de licenciatura, na melhor das hipóteses, reflete uma concepção formativa parcial e compartimentada, na qual as dimensões matemática e pedagógica pouco se articulam.

Dysman e Dysman (2021) pontuam que a tradicional complexidade do processo avaliativo se manifesta e intensifica na disciplina de Análise Real, caracterizada por significativos índices de reprovação e adotada como um dos parâmetros seletivos para o ingresso em diversos programas de pós-graduação em matemática. Eis o que asseveram as autoras:

as questões propostas em provas de Análise não visam mensurar apenas o conhecimento do aluno quanto aos assuntos estudados, mas também sua capacidade para se utilizar dele de forma inventiva, isto é, buscam identificar certo tipo de inventividade analítica, normalmente esperada em um matemático acadêmico. Quanto a este ponto, uma primeira

questão que se coloca é de cunho ético: em que medida é pertinente que disciplinas de graduação tenham como objetivo filtrar talentos, isto é, mensurar habilidades e barrar a trajetória dos que se mostrem menos dotados das habilidades exigidas? A segunda questão que levantamos se foca especificamente na Licenciatura: em que medida o talento para construção de demonstrações específicas do contexto analítico é necessário à formação do professor de matemática (tendo em mente que a própria linguagem e o rigor da Análise são bastante jovens em relação à história da matemática)? (DYSMAN; DYSMAN, 2021, p. 353-354).

Pinheiro, Silva e Zaidan (2021, p. 123) aduzem que “a avaliação é um dos elementos centrais do processo educativo e, na Matemática, os altos índices de exclusão, por meio da reprovação e/ou do abandono, ainda é um desafio para o sistema educacional em todos os níveis e modalidades de ensino”. As autoras destacam a prova como instrumento avaliativo predominante em cursos de Licenciatura em Matemática, embora sejam identificadas iniciativas avaliativas pautadas nas funções diagnósticas e formativas.

Ainda que se identifique a convergência de pesquisas que apontam para a pertinência da disciplina de Análise Real em cursos de Licenciatura em Matemática, não se observa a mesma uniformidade quando o foco da discussão se concentra na abordagem dos conceitos nela contemplados e à forma de avaliá-los. Parece-nos legítimo problematizar, advogar e reconhecer que o alcance dessa disciplina, em cursos que têm o compromisso com a Educação Básica, precisa ir além do conhecimento matemático estrito. As potencialidades oferecidas pelas TD e a sua utilização nos mais diversos contextos educacionais nos autorizam a reivindicar esse espaço/tempo formativo por meio de outros ângulos, metodológicos e avaliativos.

Nesse contexto, Rodrigues, Silva e Fontenele (2022, p. 92) ressaltam o potencial da produção de vídeos pedagógicos pelos estudantes como recurso que agrega à formação de professores de matemática. Os autores destacam, entretanto, que esse recurso formativo vem sendo preterido em parte dos cursos de Licenciatura em Matemática, ficando “limitada e dependente da prática do formador que atua na licenciatura”.

Nachtigall e Felcher (2023) compreendem a produção de vídeos pedagógicos como recurso de aprendizagem e instrumento de avaliação na formação de futuros professores de matemática. Os autores indicam a eficácia da utilização de vídeos em disciplinas de matemática, tanto no que diz respeito à adoção e experimentação de diferentes abordagens de ensino - especialmente aquelas que incorporam Tecnologias Digitais no processo educacional - quanto à própria assimilação dos conceitos matemáticos em questão. Esta

abordagem didática e avaliativa está alinhada a uma visão formativa que busca ir além do percurso considerado tradicional - como aula expositiva, listas de exercícios e prova escrita - que há muito tempo tem se mostrado inadequado às demandas educacionais contemporâneas (NACHTIGALL; FELCHER, 2023).

Na mesma direção, Francisco Júnior e Francisco (2020) defendem a utilização de vídeos produzidos pelos estudantes como possibilidade avaliativa e fomento à liberdade, criatividade, autonomia e responsabilidade. Tal instrumento permite ao licenciando colocar-se no lugar do professor, autoavaliar a sua aprendizagem e performance ao comunicar o aprendido (LOPES; SILVA; CORDEIRO, 2020; NACHTIGALL; ABRAHÃO, 2021).

Gimenez (2023) anui que a produção dos vídeos pedagógicos pelos estudantes oportuniza maior protagonismo ao aprendiz e liberdade para a criação, valorizando outras habilidades. Com efeito, para o autor, o vídeo, enquanto recurso avaliativo, configura um modelo mais justo, “pois permite aos estudantes se expressarem de múltiplas formas e os incentiva à pesquisa, além de produzir uma contemplação reflexiva com o uso da arte em suas experiências estéticas e desenvolver habilidades com o uso de tecnologias” (GIMENEZ, 2023, p. 14-15).

METODOLOGIA

A disciplina de Análise Real configura como componente curricular obrigatório nos dois cursos presenciais de Licenciatura em Matemática (Integral e Noturno) da universidade na qual este estudo foi realizado. Mesmo após diversas reformulações curriculares ao longo das últimas décadas, a consulta aos projetos pedagógicos anteriores não indicou mudanças significativas na ementa, nos objetivos ou na carga-horária atribuídos à disciplina em questão.

Nos dois cursos, a ementa da disciplina é descrita, conforme os respectivos projetos pedagógicos, da seguinte forma: Números e conjuntos reais, principais propriedades topológicas de conjuntos na reta; Teoria de limites: limites de funções e sequências e suas propriedades, funções infinitesimais, lema de Bolzano-Weirstrass; Continuidade: conceito e propriedades básicas, continuidade de funções elementares e monótonas, classificação de descontinuidades, propriedades globais de funções contínuas, continuidade uniforme.

No curso de Licenciatura em Matemática - Integral, a disciplina de Análise Real está disposta no sétimo semestre, possui carga horária de 90 horas e exige, como pré-requisitos, duas outras disciplinas (Estruturas Lógico-dedutivas e Cálculo II). No curso de Licenciatura em Matemática – Noturno, embora possua a mesma carga horária de pré-requisitos, a disciplina em tela está disposta no nono semestre.

No primeiro dia de aula da turma em Análise Real, ofertada no segundo semestre letivo de 2022, o docente ministrante apresentou as duas propostas de plano de ensino para a disciplina. Na primeira, a abordagem proposta combinava aulas expositivas ministradas pelo professor e três provas teóricas, individuais e sem consulta como instrumento avaliativo. A segunda possibilidade consistia na elaboração de seminários pelos estudantes e na produção de vídeos pedagógicos. Cada grupo deveria entregar, ao final da atividade, o registro escrito contendo o conteúdo que foi trabalhado com a turma no seminário correspondente. A estas atividades estariam vinculadas 40% da avaliação semestral.

A produção de três vídeos pedagógicos, cada um contemplando a resolução de dois exercícios sugeridos pelo docente, integraria outros 40% da avaliação. A cada quatro semanas, aproximadamente, haveria o envio do link de um dos vídeos contemplando os conteúdos trabalhados naquele período. Os 20% restantes corresponderiam à participação dos estudantes em sala de aula. O quadro 1 permite diferenciar as duas propostas.

Quadro 1: propostas avaliativas

Proposta avaliativa 1		Proposta avaliativa 2	
Tipo de instrumento	Peso	Tipo de instrumento	Peso
Prova individual 1	33,33%	Apresentação de Seminário	40%
Prova individual 2	33,33%	Produção de vídeos	40%
Prova individual 3	33,33%	Participação em aula	20%

Fonte: autores (2024).

Após considerar as duas possibilidades, os estudantes debateram e confrontaram as duas propostas, esclareceram dúvidas e deliberaram, de forma unânime, pela segunda opção. Com o objetivo de oferecer suporte aos estudantes na elaboração dos seminários, o livro-texto denominado *Análise Real – funções de uma variável real* (BOURCTEIN; BOURCHTEIN, 2010) foi adotado pela turma como referência básica, o que não excluiu,

obviamente, que outros materiais também tenham sido utilizados. Como forma de facilitar o contato e a socialização de dúvidas, foi criado um grupo no aplicativo de trocas de mensagens *WhatsApp*, do qual faziam parte todos os estudantes e o professor.

Como estavam matriculados treze estudantes, formaram-se cinco duplas e um trio. A cada semana, realizavam-se três encontros, nos quais os seminários foram apresentados. Os discentes foram orientados a estudarem todas as seções, independentemente do grupo que estivesse responsável pela apresentação do seminário. A cada seis seções do livro, o ciclo de apresentações se reiniciava.

Alguns exercícios foram sugeridos pelo professor, valendo-se do livro utilizado como referência bibliográfica na disciplina. Destes, cada estudante foi orientado a produzir três vídeos, cada um deles versando sobre a resolução de dois exercícios. O docente sugeriu que o exercício dos vídeos privilegiasse o exercício da docência, com total liberdade para que o estudante adotasse o percurso que julgasse mais adequado para alcançar um aluno que estivesse acessando o material com o objetivo de melhor compreender o conteúdo.

Os critérios de avaliação dos seminários e dos vídeos foram a assertividade matemática, o encadeamento lógico dos argumentos, a adequação dos termos matemáticos utilizados e a clareza na explicação. Nos vídeos, foram avaliados também a qualidade do áudio e da imagem, a utilização de recursos de edição e apresentação. Cada vídeo foi avaliado pelo docente, que elaborou um feedback individual para cada estudante. Os estudantes socializaram o link de acesso ao vídeo em espaço específico disponibilizado na plataforma institucional, acessível a todos os estudantes e ao professor da turma.

Ao final do semestre, os estudantes matriculados foram convidados a manifestarem-se sobre as suas percepções acerca da proposta metodológica e avaliativa. O questionário, composto por dez perguntas abertas, oportunizou que os participantes se manifestassem acerca da abordagem adotada na disciplina de Análise Real. As três primeiras perguntas procuraram identificar o ano de ingresso e se o estudante possuía algum conhecimento prévio acerca dos conteúdos que seriam trabalhados na disciplina. As perguntas seguintes continham indagações quanto à preparação dos seminários, da produção dos vídeos e da percepção que os estudantes tiveram, ao final do semestre, sobre as contribuições da disciplina na sua formação.

A aplicação de questionário com questões abertas, numa perspectiva metodológica qualitativa, foi empregada neste artigo, considerando a importância de entender os

significados nas condições originais. A opção pelo questionário deve-se ao fato de ser uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são propostas com o objetivo de obter informações, crenças, sentimentos e valores acerca de um tema (GIL, 2018). Nesta pesquisa, o questionário teve a finalidade de conhecer as percepções dos estudantes após vivenciarem uma experiência avaliativa.

Dos treze estudantes matriculados na disciplina de Análise Real no referido semestre, dez responderam positivamente ao convite para participação na pesquisa em tela. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e responderam ao questionário proposto. A fim de preservar o anonimato dos integrantes do estudo, eles serão identificados neste texto como E1, E2, ..., E9 e E10.

Os dados produzidos foram estudados com atenção em busca da identificação de eixos de análise, emergindo assim dois eixos. O primeiro deles está relacionado à dinâmica de elaboração e apresentação dos seminários e às repercussões na formação docente de um grupo de futuros professores de matemática. O segundo diz respeito à produção dos vídeos pedagógicos e à potência desse recurso enquanto proposta avaliativa. Tais eixos, embora apresentados separadamente, estão imbricados na tentativa de fornecer uma visão sobre o papel da avaliação na formação acadêmica e profissional dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O grupo de estudantes participantes da pesquisa se apresentou diverso no que se refere ao período de ingresso no curso, com representantes dos anos de 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, refletindo a heterogeneidade da turma em relação ao avanço curricular. Essa diversidade pode ser atribuída, em parte, à estrutura curricular dos cursos de Licenciatura em Matemática (Integral e Noturno). Apesar de a disciplina de Análise Real ser oferecida no penúltimo semestre, os pré-requisitos necessários para cursá-la podem ser concluídos até o terceiro semestre.

Os estudantes apresentaram 36 seminários e produziram 38 vídeos. Dada a configuração metodológica empreendida, grande parte das manifestações dos estudantes participantes desta pesquisa estiveram permeadas pela comparação, naturalmente estabelecida e percebida ao longo do semestre, entre a proposta em tela e a tradicionalmente utilizada em outras disciplinas da área básica de matemática.

Tendo em vista a análise das respostas, emergiram dois eixos principais de análise, sendo o primeiro deles relacionado à dinâmica dos encontros e o segundo referente à produção dos vídeos pedagógicos pelos estudantes. Os dois eixos estiveram permeados pela temática da avaliação, uma vez que tanto os seminários desenvolvidos pelos discentes quanto os vídeos produzidos por eles compuseram o processo avaliativo.

Primeiro eixo de análise: a dinâmica dos encontros

A seguir, apresentamos as manifestações dos participantes quanto à dinâmica de elaboração e apresentação dos seminários e as repercussões na formação docente desse grupo de futuros professores de matemática.

A elaboração e apresentação dos seminários encontraram apoio em dois pilares fundamentais para a formação docente: a aprendizagem matemática autônoma e a comunicação do aprendido. Não seria suficiente, portanto, compreender o conteúdo, o que já representa um desafio considerável, dada a complexidade dos conceitos e raciocínios desenvolvidos nesta disciplina. Era preciso ainda se colocar na posição de professor e apresentar os conceitos ao restante da turma, considerar e esclarecer eventuais dúvidas e questionamentos do professor responsável, oportunizando novas aprendizagens.

Ao destacar o espaço da sala de aula como uma fonte de aprendizagem e colaboração, a manifestação do estudante E6 permite inferir que a abordagem proposta oportunizou a emergência de um espaço propício para a colaboratividade, que, segundo ele, dificilmente estaria disponível na perspectiva expositiva tradicional.

A turma aderiu à metodologia de braços abertos, foi uma experiência ímpar. A disciplina de Análise me ajudou muito a compreender conceitos trabalhados anteriormente e me incentivou a querer seguir os estudos na linha da matemática pura. Nesse formato, tivemos a oportunidade de discutir demonstrações e teoremas de forma conjunta e colaborativa. (E6)⁴

Esse ponto de vista pode ser identificado no relato do participante E1.

A questão de estar na frente da sala apresentando, estamos como professores, ensinando um conteúdo do livro para os colegas. E temos a responsabilidade de ler o capítulo e entender o conteúdo para explicar. (E1)

⁴ Nas manifestações dos participantes, iremos nos valer da transcrição diplomática, que preserva o texto conforme foi escrito, sem submetê-lo a qualquer correção ou indicação de desvio gramatical.

A interdependência das seções do livro que orientaram a preparação dos seminários foi refletida na necessidade de compreensão do que seria abordado nos demais seminários, como é possível observar no comentário da participante E10.

Muitas vezes o conteúdo abordado na minha seção dependia do conteúdo que seria abordado na seção anterior, então eu já procurava estudar as seções que os colegas ainda não tinham apresentado. (E10)

As manifestações acima sublinham algumas dimensões fundamentais do processo avaliativo, pontuadas por Gimenez (2023), tais como ser contínua, cumulativa e com predominância de aspectos qualitativos sobre os quantitativos.

No mesmo panorama, o participante E10 complementa que a possibilidade de explicar os conteúdos de análise para os colegas tornou a experiência diferenciada e formativa.

Como eu já havia tido contato com os conteúdos estudados, imaginei que seria da mesma forma. Conteúdos mais teóricos e pouco aplicáveis. Eu queria muito cursar a disciplina nessa metodologia diferenciada, procurei me dedicar ao máximo e aproveitar a oportunidade de "ser professora dos meus colegas". Aproveitar para aprender um pouco mais sobre didática e as mais diversas formas que temos de ensinar. Colaborou para que eu pudesse perceber que a forma de abordagem do conteúdo influencia sim na aprendizagem do meu aluno. (E10)

Moreira, Cury e Vianna (2005, p. 39) aduzem que as disciplinas da área básica de matemática, mesmo as caracterizadas pelo enfoque teórico, como é o caso da disciplina de Análise Real, deveriam possibilitar uma “articulação fundamentada entre os conhecimentos trabalhados na formação matemática e as questões postas pela prática pedagógica”. Segundo os autores, a articulação é uma das mais importantes contribuições para a formação docente.

Cabe enfatizar, também, que o consenso refletido na escolha pela proposta que desconsiderava o instrumento de avaliação no formato tradicional parece indicar uma inclinação desse grupo de futuros professores à experimentação de outras abordagens e formas avaliativas ao longo da licenciatura. Haja vista que esta proposta demandou significativo envolvimento do grupo, era esperado que alguns estudantes se sentissem mais confortáveis que outros, como é possível identificar nas manifestações dos participantes E5, E3 e E7:

Em um primeiro momento fiquei um pouco insegura, mas após a primeira apresentação do seminário e o primeiro vídeo, adorei a proposta, além de desenvolver a nossa didática somando positivamente na nossa

graduação. Foi melhor que eu esperava, além de nos dar mais confiança para dar uma aula. (E5)

Antes de iniciar, achei que teríamos aulas tradicionais, listas de exercícios e pelo menos duas provas. Eu me senti confortável, porque o modelo que descrevi anteriormente é exaustivo e, para mim, pouco eficiente, visto que eu sou obrigada a, praticamente, decorar conceitos quando deveria aprende-los. (E3)

Desconfortável, porque me tirou da minha "zona de conforto". Mas foi uma experiência muito boa, que tive que buscar outras maneiras de estudar diferentemente do que eu estava acostumado. Gostei muito da metodologia aplicada. Acredito que se seguisse a metodologia tradicional expositiva, teria sido somente mais uma disciplina de demonstração que teríamos que estudar. (E7)

Gomes et al. (2015) destacam que os estudantes frequentemente associam seu desempenho na disciplina de Análise Real à capacidade de memorização e reprodução. Conforme os autores, reproduzir implica repetir a demonstração de um teorema várias vezes, permitindo ao aluno, por meio da observação e construção de padrões, reproduzir na avaliação o que foi amplamente revisado durante a preparação. Essa abordagem pode ser vista como um método de treinamento baseado em repetições, visando à preparação para a avaliação.

Entendemos que a proposta em tela problematiza e sugere outros itinerários, visando ao enfrentamento da “baixa eficácia das práticas usualmente aceitas (por docentes e discentes) para simular sucesso pedagógico (como memorização e reprodução)” (DYSMAN; DYSMAN, 2021, p. 356).

O E2 nos lembra que a dedicação do estudante pode estar bastante vinculada à abordagem pedagógica adotada pelo professor. O estudante sinaliza a importância do papel desempenhado pelo docente enquanto mediador no processo de aprendizagem, independentemente da abordagem adotada.

Fez a gente ter mais dedicação aos estudos, bem como aprender outros assuntos. Para algumas pessoas, o método tradicional é muito bom. Para outras, é muito ruim, dependendo do professor. (E2)

Lübeck e Pasquini (2022, p. 104) asseveram que, “apesar do rigor exigido na disciplina, o docente que a ministrará deve tomar o cuidado de não a instrumentalizar por demasia, afastando-se dos grandes e importantes resultados em detrimento de uma valorização excessiva de suas técnicas”. Ademais, a responsabilidade pela formação pedagógica é de todos docentes que desempenham a função de professores formadores (VILLAS BOAS; SOARES, 2016).

Ao reservar espaço em sua manifestação para a relação que se consolidou entre a turma e o professor, E8 declarou que se sentiu mais contemplado pela possibilidade de ser avaliado por meio de outros recursos.

Achei bem organizado e o professor perguntou nossa opinião a todo momento. Apesar de não gostar muito de matemática pura, é fundamental ter esta cadeira desde que seja da forma como foi abordado, sem provas tradicionais, pois aí a cadeira perde totalmente o sentido. (E8)

Ao questionar a adoção de provas como instrumento avaliativo, Dysman e Dysman (2021) advogam que a necessidade de provas escritas como meio de motivar ou avaliar a aprendizagem pode sugerir uma falta de confiança no envolvimento dos alunos ou professores nas atividades propostas. No entanto, quando há engajamento genuíno e um diálogo igualitário se estabelece, a percepção das aprendizagens resultantes se torna uma consequência natural do processo, independentemente da utilização de provas como incentivo. Isso implica uma mudança da abordagem de avaliar a aprendizagem para acompanhar o processo de aprendizagem (DYSMAN; DYSMAN, 2021).

A rede de apoio organizada para a elaboração dos seminários foi destacada nos relatos do grupo. A prática docente vivenciada, o contato constante com os conteúdos abordados, as estratégias organizacionais adotadas e as trocas compuseram uma dimensão importante, subjacente ao próprio processo de aprendizagem. O grupo de troca de mensagens foi utilizado, em geral, para elucidação de dúvidas e orientações. Alguns estudantes optaram por enviar as suas dúvidas ao docente no formato privado. Foram realizadas também reuniões presenciais e on-line com alguns grupos antes dos primeiros seminários.

Eu começava a estudar a minha parte uma semana antes da data da aula. Organizava um rascunho e estudava a teoria e os exemplos. Qualquer dúvida que eu tinha, eu recorria a três suportes: os colegas, o professor e as partes dos capítulos que eu ainda não havia estudado. (E3)
Em relação a proposta foi além do que eu esperava, principalmente em relação as apresentações, que particularmente, é algo que ainda tenho bastante dificuldade. Esse foi o maior desafio. Eu e a dupla, liamos o nosso capítulo com uma maior atenção, quando possível, a gente trocava ideias do que tínhamos entendido. Fazíamos nosso resumo para apresentação. (E7)

A gente sabia que não ficaríamos com dúvidas, tínhamos auxílio dos colegas e professor. Nossa turma era bastante unida e todos colegas se dedicavam a ensinar uns aos outros. As aulas eram mais dinâmicas, mesmo em épocas de provas a sala de aula estava sempre cheia, pois era

um prazer estar ali. Pude ficar mais a vontade em sala de aula, apresentando conceitos do meu jeito e realizando resumos que pudessem facilitar a aprendizagem dos meus alunos/colegas. (E10)

As declarações acima destacam, refletem e exemplificam o defendido por Dysman e Dysman (2021) quando questionam o frágil argumento de que a prova configura fonte motivacional para a aprendizagem. De acordo com as autoras, sempre tivemos a existência da prova como motivadora do estudo, o que se associa a uma concepção de aprendizagem mercadológica incompatível com a proposta que defendemos, segundo a qual o trabalho colaborativo, a construção coletiva e o interesse da disciplina para a formação docente deveriam, por si só, motivar a aprendizagem.

Segundo eixo de análise: a produção dos vídeos pedagógicos pelos estudantes

A produção dos vídeos pedagógicos e a potência desse recurso enquanto proposta avaliativa foram evidenciadas por diversos participantes desta investigação, configurando o segundo eixo de análise da pesquisa em tela. A manifestação do participante E4 indica que a experiência contribuiu para que a produção de vídeos pelos estudantes estivesse no repertório de estratégias a serem adotadas na futura prática docente.

Fiz os exercícios algumas vezes e tentei compreender se fiz a resolução de forma correta antes de gravar. Acredito que contribuiu para que eu pudesse adotar a metodologia quando eu for lecionar, pois creio que estudamos muito mais assim. (E4)

As manifestações indicam que a atividade esteve distribuída em diversos momentos, paralelamente aos seminários apresentados. Embora a gravação tenha ocorrido em um período determinado, cabe destacar que os processos de escolha e controle demandados para a produção se deram ao longo de todo o semestre letivo.

Para a elaboração do vídeo, foi preciso escolher, por exemplo, os exercícios que seriam objeto da gravação, o tempo e o lugar considerados mais adequados e os recursos tecnológicos necessários para fazer a gravação e a edição (fase de planejamento). Ao longo da gravação (fase de execução), o processo demandou controle do futuro professor, tanto em relação à didática na exposição quanto na utilização correta dos temas matemáticos e no encadeamento da argumentação utilizada.

A necessidade de regravar o vídeo, declarada no excerto a seguir, indica a presença de uma terceira etapa, igualmente importante (fase de autoavaliação), na qual o professor

em formação é provocado a avaliar o seu próprio desempenho. Nesse âmbito, o participante E10 indica que a produção de cada um dos três vídeos exigiu envolvimento discente em todo o processo.

Eu buscava realizar todos os exercícios da lista indicada e assim que terminava a lista já selecionava dois dos que eu menos tinha tido dificuldade, aqueles que eu tinha domínio do conteúdo. Elaborava slides de todo o passo a passo da solução, revisando alguns erros que poderiam existir. Após, gravava inúmeras vezes cada resolução e editava o vídeo. Tudo isso levava bastante tempo, por isso sempre buscava fazer com antecedência. (E10)

Na mesma perspectiva, o estudante E9 pontua a organização prévia necessária para as diversas etapas da produção do vídeo e indica que a elaboração do roteiro se iniciava, em alguns casos, de forma antecipada, antes que os respectivos conteúdos fossem contemplados pelos colegas nos seminários.

Eu fazia um roteiro, separava um dia certo para terminar o vídeo, os exercícios eu fazia antes de gravar. Sempre buscava estudar o conteúdo antes da aula, mesmo que eu não entendesse tudo, sabia que na aula teria minhas dúvidas sanadas. (E9)

Certamente, este artigo amplia seu potencial ao destacar a importância de estratégias de ensino diferenciadas nos cursos de formação inicial, também em disciplinas que não são pedagógicas. De acordo com Zapata (2020), a avaliação não deve ser considerada como algo separado, influenciada apenas por variáveis limitadas à situação ou a outros fatores recentes e diretos. Segundo o autor, a avaliação, em todas as suas dimensões, deve ser integrada da maneira mais abrangente possível em um projeto instrucional amplo e detalhado, ou seja, é preciso construir uma identidade avaliativa.

Outrossim, Gimenez (2023, p. 14) ressalta que a integração dos vídeos ao processo avaliativo possibilita a atribuição de outro sentido ao erro, geralmente associado à punição. Conforme os autores, “no sistema tradicional de avaliação escolar, o ato de avaliar, muitas vezes, aparece dissociado do ato de ensinar (e aprender). As avaliações, assim estruturadas, têm a função de classificar, quantificar e, muitas vezes (e por esse motivo), de excluir”. Proporcionar reflexões desta natureza, em uma disciplina da área básica de matemática em um curso de formação de professores, parece-nos particularmente relevante. Ademais, essas vivências na licenciatura contribuirão para que os estudantes adotem estas estratégias no futuro, quando docentes.

Por fim, salientamos que a possibilidade de escolher a abordagem metodológica e

o instrumento avaliativo representou uma dimensão democrática fundamental para que a turma se mantivesse comprometida com a proposta ao longo de todo o semestre. Isso perpassou o semestre mesmo quando as demais demandas da vida acadêmica exigiram esforço redobrado do grupo, no que poderia ser chamado de um “contrato” firmado entre os estudantes sob a orientação do professor.

A escolha pela configuração caracterizada pelo protagonismo dos estudantes, tanto em relação ao estudo autônomo quanto à experimentação da prática docente por meio da apresentação dos seminários e vídeos indica que, mesmo disciplinas possivelmente identificadas com a área denominada matemática pura, como a de Análise Real, podem (e devem) agregar à formação na perspectiva didática e pedagógica em cursos de licenciatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou apresentar e problematizar uma experiência realizada em uma turma da disciplina de Análise Real, no curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade federal do Sul do Brasil. Em substituição ao tradicional dueto composto por aulas expositivas ministradas pelo professor e provas escritas, individuais e sem consulta, optou-se pela apresentação de seminários e produção de vídeos pedagógicos pelos estudantes. A ausência de uma avaliação tradicional foi bem recebida pelos estudantes, evidenciando uma inclinação dos alunos para abordagens e formas avaliativas alternativas.

De mais a mais, entre os resultados desta pesquisa, merecem relevo: 1) os estudantes valorizaram a escolha da abordagem metodológica e do instrumento avaliativo, percebendo-a como democrática e fundamental para o comprometimento com a proposta; 2) o protagonismo na apresentação dos seminários permitiu uma experiência diferenciada e formativa, promovendo aprendizagens sobre didática e colaboração entre os estudantes; 3) a produção de vídeos foi uma experiência valiosa, contribuindo para o repertório de estratégias para a futura prática docente; 4) os estudantes demonstraram engajamento e dedicação ao longo do processo, reconhecendo o papel do professor como mediador e valorizando a construção coletiva do conhecimento.

Por fim, resta esclarecida a importância do debate acerca da diversificação de instrumentos avaliativos em disciplinas da área de matemática na formação dos futuros professores de matemática, sobretudo em disciplinas eminentemente teóricas e

identificadas com a área de matemática pura, como é o caso de Análise Real. Do contrário, corre-se o risco de relegar esse reconhecido conjunto de conhecimentos e habilidades ao plano da obrigatoriedade para integralização curricular. Ora, o escasso diálogo entre os temas abordados nesta disciplina e o demandado para a sua futura atuação profissional no ensino básico não podem continuar sendo um obstáculo na promoção da qualidade da educação.

REFERÊNCIAS

BOURCHTEIN, Lioudmila; BOURCHTEIN, Andrei. **Análise Real - funções de uma variável real**. Rio de Janeiro: Ciência moderna, 2010.

CARVALHO, Welita Santos Ribeiro; ARAÚJO, Rafael Rodrigues de. Estado da questão sobre o aprendizado em Matemática no Brasil: o que dizem os eventos e pesquisas na área de Educação Matemática? **Educação Matemática em Revista**, v. 28, n. 78, p. 128-140, 2023.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. A construção do campo da pesquisa sobre formação de professores. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 127-136, 2013.

DYSMAN, Anne Michelle; DYSMAN, Fátima Carneiro. Análise real na licenciatura: do pensamento abissal à ecologia de saberes. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 11(2), pp. 336-359, 2021.

FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto; FRANCISCO, Welington. Vídeos amadores de experimentos produzidos por estudantes: possibilidades para avaliação da aprendizagem. **REnCiMa**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 838-855, out./dez. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GIMENEZ, Hércules. O vídeo digital como forma de avaliar a aprendizagem em Matemática. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, p. 1-16, 2023.

GOMES, Danilo Olímpio; OTERO-GARCIA, Sílvio César; SILVA, Luciano Duarte da; BARONI, Rosa Lúcia Sverzut. Quatro ou Mais Pontos de Vista sobre o Ensino de Análise Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, 29(53), 1242-1267, 2015.

LOPES, Renata Alves; SILVA, Márcio Nascimento da; CORDEIRO, Nilton José Neves. Contribuições da produção de videoaulas na formação de professores de Matemática na Universidade Estadual Vale do Acaraú. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 144–162, 2020.

LÜBECK, Kelly Roberta Mazzutti; PASQUINI, Regina Célia Guapo. Um estudo do livro de Cálculo diferencial e integral de Richard Courant: reflexões para o ensino de conteúdos de Análise Real. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, [S. l.], v.

7, n. 2, p. 97–122, 2022.

MANRIQUE, Ana Lúcia. Licenciatura em matemática: formação para a docência x formação específica. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 11, n. 3, p. 515-534, 2009.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti; CAMPOS, Dilhermando Ferreira. Descontinuidades na Passagem do Cálculo para a Análise: as noções de limite e de função contínua num ponto. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 37, n. 77, p. 1017–1035, 2023.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti; CURY, Helena Noronha; VIANNA, Carlos Roberto. Por que análise real na licenciatura? **Zetetike**, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 11–42, 2005.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti; VIANNA, Carlos Roberto. Por Que Análise Real na Licenciatura? Um Paralelo entre as Visões de Educadores Matemáticos e de Matemáticos. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 30, n. 55, p. 515–534, 2016.

NACHTIGALL, Cícero; ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto Abrahão. Reflexões acerca da Produção de Vídeos Pedagógicos por Estudantes de Licenciatura: Uma Experiência com a Metodologia Sala de Aula Invertida Adaptada ao Ensino Remoto. **Pleiade**, v. 15, n. 32, p. 64-73, 2021.

NACHTIGALL, Cícero; FELCHER, Carla Denize Ott. A produção de vídeos de Matemática na formação inicial do professor. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1-19, 2023.

OTERO-GARCIA, Sílvio César; BARONI, Rosa Lúcia Sverzut; MARTINES, Paula Taliari. Uma trajetória da disciplina de Análise e o seu papel para a formação do professor de matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, 15(3), 692-717, 2013.

PINHEIRO, Niusarte Virginia; SILVA, Nilson de Matos; ZAIDAN, Samira. A avaliação da aprendizagem segundo projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em matemática. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 107–127, 2021.

PINHEIRO, Niusarte Virginia; ZAIDAN, Samira. Percepções de licenciandos/as em Matemática sobre avaliação da aprendizagem. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 2, p. 130-159, 2021.

REIS, Frederico da Silva. **A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: a visão de professores-pesquisadores e autores e livros didáticos**. 2001. 302 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

ROMANOWSKI, Joana Paulin. Tendências da pesquisa em formação de professores: entre o local e o universal. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 25, n. 4, 2018.

SILVA, Giane Correia; BRANDALISE, Mary Angela Teixeira. Avaliação das aprendizagens no Ensino Remoto Emergencial: a percepção de licenciandos em Matemática. **REnCiMa**, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2023.

VILLAS BOAS, Benigna Maria Freitas; SOARES, Sílvia Lúcia. O lugar da avaliação nos espaços de formação de professores. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 36, n. 99, p. 239-254,

2016.

ZAPATA, Miguel. **La evaluación en la Universidad con la suspensión de las actividades en el aula (III):** El caso del curso "Diseño instruccional" de la Universidad de Alcalá. 2020.

Submetido em 28 de fevereiro de 2024.

Aprovado em 02 de agosto de 2024.