



## O CÁLCULO 2 NO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL DA UFPR

**Paula Rogeria Lima Couto<sup>1</sup>**  
**Lucelina Batista dos Santos<sup>2</sup>**  
**Elizabeth Wegner Karas<sup>3</sup>**  
**Carlos Eduardo Durán Fernández<sup>4</sup>**

### RESUMO

O Cálculo 2 é uma parte do Cálculo que trata das funções de várias variáveis. O Departamento de Matemática da UFPR (DMAT) tem várias disciplinas que abordam esta temática para atender às diferentes demandas dos cursos de graduação. Com a adoção do Ensino Remoto Emergencial (ERE) na UFPR durante a pandemia do COVID-19, um grupo de professores se uniu para ministrar essas disciplinas para dezenas de turmas. O objetivo deste relato é contar sobre a formação da equipe de Cálculo 2, sobre sua experiência de trabalhar em grupo e dividir a disciplina em módulos, abordando os desafios, as soluções, as vantagens e as desvantagens da metodologia adotada. O modelo de módulos foi muito conveniente às preocupações iniciais da equipe e mostrou-se adequado para atender às demandas dos cursos em relação aos números de professores envolvidos. Os ótimos resultados das disciplinas de Cálculo 2 no ERE são associados à participação de estudantes de pós-graduação e graduação na equipe, de um trabalho exaustivo de coordenação do grupo, da flexibilização pela UFPR no formato das disciplinas e da sinergia entre os membros da equipe.

### 1 INTRODUÇÃO

O Cálculo é um assunto amplo, que faz parte da formação básica de diversos cursos das áreas de Ciências Exatas, da Terra e das Engenharias. O Cálculo 2 é uma de suas subdivisões

---

<sup>1</sup> Doutora em Ciências em Modelagem Computacional (LNCC, Brasil), Professora Adjunta do DMAT/UFPR.

<sup>2</sup> Doutora em Matemática Aplicada (UNICAMP, Brasil), Pós-doutora (Universidad de Sevilla), Professora Associada do DMAT/UFPR.

<sup>3</sup> Doutora em Matemática Aplicada (Paris I - França), Doutora em Engenharia da Produção (UFSC), Pós-doutora (Chinese Academy of Sciences, China e Tokyo Institute of Technology, Japão), Professora Titular do DMAT/UFPR.

<sup>4</sup> Doutor em Matemática (State University of New York – EUA), Pós-Doutor (Impa, Brasil), Professor Associado do DMAT/UFPR.



e trata, geralmente, das funções de várias variáveis. O DMAT oferta algumas disciplinas com diferentes códigos que abordam esta temática, as quais variam em carga horária (90 ou 60 horas) e também em unidades didáticas, para atender às diferentes demandas dos cursos de graduação. Antes da pandemia, o Cálculo 2 era ofertado em todos os semestres e acontecia com aulas presenciais. Em março de 2020, quando a pandemia do COVID-19 impôs a interrupção das atividades letivas, estavam em andamento 13 turmas, com 717 alunos de 13 cursos. Seguiram-se os meses de abril e maio com muita expectativa de uma volta à normalidade, o que não se concretizou, e no final de maio, alguns professores de Cálculo 2 começaram a discutir sobre a possibilidade de sua oferta remota.

Era comum o entendimento quanto à urgência da retomada das disciplinas, mas a pouca ou nenhuma experiência no Ensino à Distância (EaD) era um fator limitante para a oferta isolada da disciplina por cada professor. Desta forma, quatro professores se reuniram para planejar uma estratégia coletiva que minimizasse as suas dificuldades individuais. Com as discussões em relação à retomada das atividades letivas se aprofundando na UFPR, ficou claro que o que seria feito não seria EaD e sim um Ensino Remoto Emergencial (ERE) (HODGES et al., 2020; MORAN, 2002), ainda que muitos dos seus recursos tecnológicos fossem semelhantes. Uma preocupação geral era a necessidade de selecionar ou produzir uma grande quantidade de materiais (videoaulas, textos, listas de exercícios, etc) que garantisse que a dinâmica usual da apresentação do conteúdo matemático não ficasse engessada e dificultasse a compreensão dos assuntos pelos estudantes, que deveriam ter também a possibilidade de os acessar de diferentes dispositivos e a qualquer tempo.

Desta maneira, o grupo sugeriu à chefia de unir esforços para juntos ofertar a disciplina remotamente e começou a se configurar a divisão da disciplina em módulos. Cada professor da equipe ficaria responsável pela produção de material didático, provas e atendimentos síncronos de um dos módulos, pois o conteúdo do Cálculo 2 é extenso e a escrita digital matemática geralmente é um fator que agrega um tempo extra e é intrínseco ao processo de produção de materiais, mesmo para os especialistas. Para tal configuração era necessária a adesão de mais membros à equipe, que se totalizaram em seis docentes após um convite do grupo aos demais professores do DMAT. Neste formato, tornou-se essencial uma coordenação para a disciplina para liderar os trabalhos, as comunicações e as exigências burocráticas da oferta da disciplina.



O objetivo deste relato é, portanto, compartilhar sobre a formação da equipe de Cálculo 2, sobre sua experiência de trabalhar em grupo e dividir a disciplina em módulos. Pretende-se abordar os desafios enfrentados e as soluções encontradas, apontando as vantagens e desvantagens da metodologia adotada. Além disso, pretende-se apontar as mudanças ocorridas na oferta da disciplina, desde sua primeira oferta no Período Especial 1 (PE1) até a retomada do segundo período de 2020.

## **2 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO DA EXPERIÊNCIA**

A primeira oferta do Cálculo 2 no ERE aconteceu no Período Especial (PE) 1, de 27/07/2021 até 25/09/2021. Em 9 semanas uma carga horária de 90 horas foi distribuída entre momentos síncronos (18 horas) e assíncronos (72 horas). Foram utilizadas a UFPR Virtual (a versão do ambiente Moodle da UFPR) para disponibilizar os materiais de estudo, efetuar as comunicações entre professores e alunos e realizar as avaliações e o Microsoft Teams para a realização dos momentos síncronos. Esta escolha se mostrou muito adequada, tendo em vista todos os suportes técnicos oferecidos pela UFPR e recursos tecnológicos disponíveis nos dois sistemas.

Foram abertas 300 vagas para atender a 12 cursos. Esse número foi reflexo da nossa insegurança, pois temíamos vários problemas durante os momentos síncronos, como os de comunicação e conexão de rede. Imaginávamos uma grande participação dos alunos nos momentos síncronos e que os sistemas de comunicação não suportariam um número tão grande de usuários simultâneos, mas isto nunca aconteceu.

O conteúdo da disciplina foi dividido em 4 módulos: o Módulo 1 abordou as Equações Paramétricas, as Coordenadas Polares e as Funções Vetoriais; o Módulo 2 foi dedicado à Diferenciabilidade de funções a várias variáveis e suas aplicações; o Módulo 3 tratou das Integrais Múltiplas e o Módulo 4 foi sobre Cálculo Vetorial. Cada um dos quatro módulos ficou sob responsabilidade de um(a) docente. Um quinto professor participou de todos os módulos através da oferta de horários adicionais para atendimentos síncronos aos alunos. Uma professora dedicou-se à coordenação da disciplina, responsabilizando-se pelos trâmites



pedagógicos junto ao DMAT, comunicação com a equipe do suporte da UFPR Virtual, criação, unificação e gerenciamento das salas virtuais nas plataformas adotadas, comunicação com os(as) estudantes e cumprimento dos prazos. Os primeiros dias foram dedicados a atividades de ambientação dos(as) estudantes à plataforma UFPR Virtual e ao sistema de avaliação.

A divisão do conteúdo em módulos favoreceu o trabalho em equipe concedendo um certo grau de independência a cada docente. Foi importante para os professores, frente ao volume de trabalho que deve ser empreendido para o desenvolvimento de uma disciplina (ou curso) à distância, poder dedicar-se a uma parte dela. Para o estudante, a adoção dos módulos elaborados por professores diferentes tem a vantagem de que o aluno aprende, na mesma disciplina, muitas maneiras diferentes de pensar, pois cada professor tem suas próprias ideias e modo de conduzir o processo de ensino/aprendizagem. Mas tem a desvantagem que a disciplina perde um pouco a unidade.

A equipe de Cálculo 2 do PE 1 contou com a oportuna participação de 4 estudantes dos programas de pós-graduação da UFPR (Programa de Pós-Graduação de Educação e Ciências e Matemática - PPGCEM, Programa de Pós-Graduação em Matemática - PPGM e Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia - PPGMNE) vinculados ao Projeto dos Programas de Pós-Graduação de Apoio ao Cálculo cujos objetivos principais são “contribuir com a redução dos índices de reprovação nas disciplinas de Cálculo” e “oportunizar aos alunos de pós-graduação uma vivência de prática de docência inovadora”. Os estudantes auxiliaram os professores nas tarefas de atendimento às dúvidas nos momentos síncronos, nas respostas aos questionamentos nos fóruns de discussão e também na produção de videoaulas e materiais escritos tais como listas de exercícios com gabaritos e apresentação de problemas resolvidos passo-a-passo. As videoaulas são um recurso muito relevante para a característica assíncrona de uma disciplina, mas elas se revelaram um grande desafio para os professores, pois demandam além dos conhecimentos da tecnologia envolvida, muitas horas de elaboração de slides, gravação, edição, etc. A ajuda dos estudantes da pós nessa atividade foi essencial para garantir que as videoaulas fossem produzidas em tempo hábil. Um doutorando do PPGM se responsabilizou pela implementação na UFPR Virtual das questões de provas elaboradas pelos professores, pois já tinha alguma experiência na elaboração de avaliações no Moodle, o que foi



fundamental para a implementação do sistema de avaliações e correções automáticas. No PE 1 não houve monitores discentes de graduação.

Do ponto de vista da equipe de professores envolvidos, foram muitos os desafios e superações ocorridas neste curto período, a começar pela desconfiança de muitos dos professores envolvidos com relação ao ensino e aprendizagem de matemática de forma remota. A ruptura com uma ideia tão fortemente estabelecida em nosso inconsciente não foi um processo simples. Rapidamente nos demos conta de que não é suficiente reproduzir a aula tradicional em uma *live*, numa tela de computador. Foi necessária a desconstrução dos paradigmas de nosso papel de professor, com o objetivo de melhorar as nossas aulas. Também constatamos que o preparo do professor nesta nova modalidade de ensino não deve se limitar ao treinamento técnico, mas também é fundamental que se tenha algum domínio da comunicação apropriada para o ambiente virtual, pois nele podem não existir elementos como a expressão facial ou outros que facilitem o entendimento. Os alunos, por exemplo, raramente abrem suas câmeras durante os momentos síncronos.

Além de rever nossas práticas, enxergar nossas deficiências, tivemos que implementar mudanças muito rapidamente. Os softwares matemáticos para o ensino/aprendizagem da Matemática, por exemplo, entraram em cena em praticamente todas as etapas do processo. Em particular, eles tiveram papel decisivo no tipo de avaliação que aplicamos. Antes da pandemia, os alunos, em geral, eram avaliados através de provas discursivas, onde eles deveriam apresentar todas as etapas de resolução de um certo número de questões propostas. No PE 1 tivemos que considerar que existem muitos pacotes e sites que resolvem completamente cálculos puramente mecânicos, mesmo alguns bem sofisticados. Também nos demos conta de que, muitos destes aplicativos/pacotes/sites oferecem a resposta com todas as etapas da resolução para alguns tipos de exercícios numéricos, como por exemplo, o cálculo de derivadas e integrais. Dado que não tem jeito de fiscalizar uma proibição de uso de softwares, decidimos explicitamente a partir do PE 2 liberar e incentivar o uso destas ferramentas e demos algumas sugestões. Deste modo, o uso de tais ferramentas representou uma enorme mudança de paradigma e da percepção do nosso papel como professores. Nos demos conta de que a tecnologia não “limita” a capacidade de raciocínio dos alunos e sua capacidade de realizar cálculos, mas, se bem utilizadas, tais ferramentas podem auxiliá-los a aprimorar as técnicas



empregadas em alguns cálculos. De maneira similar, o uso de aplicativos para obter gráficos de funções também se mostrou eficiente, pois, através destes, a compreensão de certos conceitos se tornou possível, através da visualização geométrica destes. Esta aceitação do papel do computador nos cálculos mudou completamente nossos paradigmas de ensino/aprendizagem e a nossa forma de avaliar.

Muitas das dificuldades na hora de elaborar as avaliações estiveram associadas ao uso dos softwares pelos estudantes. As questões de outrora já não poderiam ser feitas, pois poderia ser o computador quem as resolveria. Além disso, alguns parâmetros dentro das questões deveriam variar de estudante para estudante, para dificultar a cola. Os professores tiveram que pensar em como desenhar questões que avaliassem mais a parte conceitual do que a parte mecânica de calcular, tudo isto dentro do contexto do Moodle. Foi uma experiência muito construtiva que, mesmo na volta das aulas presenciais, vai enriquecer muito as ferramentas pedagógicas de avaliação.

Para a equipe de Cálculo 2 o PE 1 foi uma experiência de sucesso, pois, apesar do curto intervalo de tempo de preparação da disciplina, conseguimos elaborar uma boa quantidade de materiais digitais para disponibilizar para os alunos, conseguimos dominar as ferramentas de comunicação à distância e usá-las para ter uma boa interação com os alunos. Obtivemos bons resultados: obtivemos uma taxa de aprovação de 79,5% do total de alunos que concluíram a disciplina. Desta experiência inicial, tivemos a certeza de que o formato em módulos era uma boa estratégia para ministrar a disciplina enquanto durasse o ERE na UFPR.

O PE 2, que ocorreu no período de 01/12/2020 a 26/03/2021, possibilitou um intervalo de tempo maior para a realização da disciplina de 90 horas e ela foi ministrada em 11 semanas, o que permitiu um ajuste no tempo de duração de cada módulo. A equipe passou de 6 para 10 professores para atender também as disciplinas de 60 horas. A disciplina com o código CM202 atenderia a 4 novos cursos e se diferenciava das que foram ofertadas no PE 1, pois não abrangia os Módulos 1 e 4 e necessitava de um conteúdo de Equações Diferenciais. Com esta demanda, o quinto professor que participou dos momentos síncronos dos 4 módulos no PE 1, se tornou responsável por um novo Módulo, que junto com os Módulos 2 e 3, corresponderia às unidades didáticas da CM202. Com a flexibilidade de datas possibilitada pelo calendário do PE 2, pudemos iniciar essa nova disciplina quando o Módulo 1 já havia terminado para as turmas de



90 horas. Além disso, o novo módulo ocorreu concomitante com o Módulo 4 original. A disciplina com o código CM302, atenderia a 3 outros cursos, e se diferenciava das originais, pois o assunto do primeiro módulo deveria ser Mudança de Coordenadas e não incluiria o Módulo 4. Além disso, o enfoque e aprofundamento dessa disciplina deveria ser diferente. Desta forma, três dos novos professores ficaram responsáveis por criar e adaptar três módulos adequados para ela, aproveitando parte dos materiais já criados nos módulos originais. O quarto professor novo na equipe trabalhou junto com o professor do Módulo 3 original, para adequar o conteúdo a um intervalo de tempo maior. Mais uma vez o sistema de módulos adotado se mostrou eficaz para atender à abertura de turmas com novos códigos, pois os módulos originais poderiam ser aproveitados totalmente ou mesmo adaptados.

No PE 2 contamos também com o auxílio de 3 monitores discentes, por meio do Programa Emergencial de Monitoria Digital e os estudantes de pós-graduação também participaram na equipe de Cálculo 2 de uma maneira mais suave, porém não menos importante, auxiliando nos fóruns de discussão e na revisão dos materiais. Em relação às avaliações, no PE 1 tivemos 2 provas por módulo, com média aritmética de todas as notas ao final e no PE 2 optamos por realizar por módulo uma prova e um quiz. A prova correspondia a 75% da nota do módulo e o quiz a 25%, com a média final sendo a média aritmética das notas dos módulos. Outra mudança que ocorreu foi que no PE 2 a disciplina passou a ser totalmente assíncrona, contudo, os professores mantiveram os seus atendimentos síncronos semanais, que foram facultativos para os alunos. No PE 2 foram atendidos pela equipe 915 alunos de 18 cursos da UFPR. A taxa de aprovação foi de 51,88% do total de alunos que concluíram a disciplina.

Ainda no ERE, o segundo semestre letivo de 2020, realizado de 03/05/2021 a 14/08/2021 também contou com a oferta das disciplinas de Cálculo 2. Foram 597 alunos de 22 cursos de graduação matriculados. A equipe de Cálculo 2 contou 9 professores. A estrutura dos módulos originais sofreu uma alteração, passando de 4 para 5 módulos, pois o Módulo 3 foi dividido em dois: o primeiro abordou o Cálculo Diferencial e o segundo de Máximos e Mínimos. Além disso, passamos a ter apenas um tipo de avaliação por cada módulo (a prova) e promovemos a realização de simulados de provas com um conjunto de problemas do banco de questões que foi criado nas ofertas anteriores da disciplina. A equipe contou com a participação de um estudante de pós-graduação, que foi de grande auxílio nos fóruns de



discussão de cada módulo e com dois estudantes de graduação como monitores digitais. No referido período obtivemos uma taxa de aprovação de 50,58%. Atualmente ministramos as disciplinas do primeiro semestre letivo de 2021, ainda em ERE. Atendemos 436 alunos que ainda não foram avaliados.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o ERE, a equipe de Cálculo 2 tem se empenhado para superar os muitos desafios impostos pela pandemia do COVID-19. O modelo de módulos adotado foi muito conveniente às preocupações iniciais da equipe e mostrou-se muito adequado para atender às demandas dos cursos em relação aos números de professores envolvidos. Os resultados alcançados se devem em grande parte ao intenso trabalho da coordenação da equipe, que, de modo extremamente democrático, levou em consideração todas as preocupações e opiniões dos membros envolvidos. Além disso, a participação na equipe dos estudantes de pós-graduação e de graduação foi uma contribuição muito relevante, propiciando múltiplos aprendizados a todos os envolvidos. Outros fatores que contribuíram para os resultados obtidos foram a flexibilidade dada pela UFPR ao formato das disciplinas no ERE, que nos permitiu ajustar as cargas horárias das disciplinas dentro do calendário letivo e implementar o modelo de módulos, assim como um certo grau de independência dado aos professores dentro de cada módulo.

Acreditamos que na volta do ensino presencial, esta experiência deveria encorajar os professores do DMAT a trabalhar em turmas coordenadas, que podem ser mais eficientes e fazer as habilidades de cada um dos membros gerarem uma boa sinergia. Também constatamos que a modalidade do ensino à distância pode ser uma boa opção no que se refere à democratização do ensino superior, pois em tempos de tecnologia mais disponível é o curso universitário que vai ao aluno, otimizando seu tempo e ampliando suas condições para acessar o conteúdo. Podemos afirmar que houve um aprendizado subjetivo que ficou dentro da cabeça de cada um dos professores da equipe, mas também tem um aprendizado objetivo, disponível para todos, contido no grande banco de perguntas que temos construído ao longo do ERE.



## REFERÊNCIAS

HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. **Educause Review**. 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

MORAN, J. M. **O que é educação a distância**. Rio de Janeiro-RJ, 2002. Disponível em <http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>. Acesso em 01 de setembro de 2015.