

Experiências no ensino de matemática durante o ensino remoto emergencial na Unicamp

Ricardo Miranda Martins¹ 

Mahendra Prasad Panthee² 
Ledesma³ 

Diego Sebastian

Resumo

A Unicamp foi uma das primeira universidades públicas do Brasil a suspender as aulas presenciais, no dia 13 de março de 2020, e a retomar com o programa de “Ensino Remoto Emergencial” no dia 15 de abril de 2020. Neste curto espaço de tempo, os docentes precisaram adquirir várias competências digitais e pedagógicas para lidar com a questão das aulas remotas. Neste artigo, descrevemos parte das experiências vivenciadas por alguns docentes do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Unicamp dentro desse contexto nas disciplinas de “Geometria Analítica e Vetores” e “Cálculo III”. Apesar de todas as dificuldades, conseguimos manter um processo de ensino-aprendizagem de bastante qualidade e com muitas descobertas que poderão ser aproveitadas no futuro para aprimorar nosso ensino.

Palavras-chave: Cálculo; Equações Diferenciais; Geometria analítica

Abstract

Unicamp was one of the first public universities in Brazil to suspend presential classes, on March 13, 2020, and to start an online semester, called “Program for Emergency Remote Teaching”, on April 15, 2020. In this short period of time, professors had to acquire several digital and pedagogical skills to deal with the issue of remote classes. In this article, we describe part of the experiences lived by some professors from the Institute of Mathematics, Statistics and Scientific Computing at Unicamp within this context in the disciplines of “Analytical Geometry and Vectors” and “Calculus III”. Despite all the difficulties, we managed to maintain a teaching-learning process of reasonable quality and came up with many discoveries that could be used in the future to improve our teaching.

Keywords: Calculus; Differential Equations; Analytic Geometry.

1. Introdução

Com a pandemia de Covid-19, a Unicamp foi a primeira universidade do Brasil a suspender as atividades presenciais, a partir do dia 13 de março de 2020.

¹Diretor Associado do Imecc/Unicamp.

²Coordenador de Ensino do Imecc/Unicamp.

³Coordenador da disciplina Geometria Analítica e Vetores no primeiro semestre de 2020.

No início as atividades presenciais foram suspensas por 15 dias, o que ainda deixou esperança de que poderíamos ter chance de voltar às atividades presenciais no curto prazo. Rapidamente percebeu-se que as atividades presenciais não poderiam ser tomadas antes de alguns meses, e o período de suspensão de atividades foi ampliado.

A suspensão das atividades presenciais gerou muitas incertezas, e fez com que a administração da universidade começasse a estudar soluções para médio e longo prazos. Na próxima seção indicamos algumas normativas que foram estabelecidas para regular o que a Unicamp chamou de “Ensino Remoto Emergencial”, “Ensino Digital” ou “Programa Emergencial para os cursos e disciplinas de Graduação e Pós-Graduação”.

Desde o começo, ficou claro que não se tratava de passar todas as atividades para EAD - Educação a Distância, por vários motivos. O mais forte deles é que a Unicamp não tem regulamentação para oferecer ensino por EAD. Além disso, as características do EAD são bastante diferentes do que estava ao nosso alcance fazer naquele momento. O que seria feito é “improvisação organizada” do ensino tradicional, usando recursos computacionais que possibilitassem que ele pudesse ser realizado de forma remota.

A suspensão das atividades presenciais na Unicamp, decorrente da pandemia de Covid-19 no primeiro semestre de 2020, obrigou as diferentes unidades da universidade a adotarem uma nova dinâmica de trabalho.

O impacto do “Ensino Remoto Emergencial” no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica do Imecc foi muito grande, considerando que somos o instituto da Unicamp que oferece disciplinas para o maior número de alunos (cerca de 15 mil matrículas estão sob a responsabilidade do Imecc a cada ano).

Adaptar todas as disciplinas para o regime *on-line* obrigou a uma rápida movimentação de todos os envolvidos, docentes, alunos e servidores não docentes, no sentido de procurar metodologias e soluções adequadas para a nova realidade.

Em poucos dias, o (EA)² - Espaço de Apoio ao Ensino de Aprendizagem, órgão da Pró-Reitoria de Graduação da Unicamp, criou um *website* de apoio ao ensino digital (veja [3]), contendo desde coisas básicas, como tutoriais para utilizar o Google Meet, até recursos avançados, como o uso de *softwares* para fazer *streaming* de aulas, por exemplo, pelo YouTube. Com o avançar do semestre, outros tópicos passaram a ser relevantes, exemplificando-se a questão de como realizar avaliações *on-line*.

Foram organizados diversos Seminários (“Webinars”) sobre as “novas práticas de ensino”, com a presença de especialistas nacionais e internacionais, para que boas experiências pudessem ser rapidamente compartilhadas. Tais seminários foram organizados tanto pela Pró-Reitoria de Graduação de Unicamp quanto pela Comissão de Ensino do Imecc e, reuniam um percentual grande dos docentes. Os encontros *on-line* para relatos sobre as boas experiências foram um ponto muito importante dentro do “Ensino Remoto Emergencial” da Unicamp, pois fez com que todos aprendessem rápido a utilizar tanto as tecnologias envolvidas quanto as práticas pedagógicas mais adequadas a cada disciplina.

Paralelo a esse treinamento dos docentes, a questão de acessibilidade dos alunos aos materiais também foi muito discutida. Uma grande quantidade de alunos não dispunha de acesso a internet, ou de equipamentos adequados para acompanhar as disciplinas. A Unicamp organizou empréstimos de computadores/*notebooks/tablets* para os alunos que precisassem, e também repassou aos alunos vários *chips* de celular com internet, para que pudessem acompanhar as atividades. No caso

dos alunos do Imecc, conseguimos atender a todos os pedidos de empréstimo de equipamentos que foram feitos durante o primeiro semestre de 2020. Isso evitou que muitos alunos cancelassem a matrícula, evitando a evasão.

Nas próximas seções, descrevemos como foi a dinâmica em duas disciplinas do Imecc/Unicamp durante o “Ensino remoto emergencial”: “Geometria Analítica e Vetores”, ministrada em geral para alunos ingressantes na graduação, e “Cálculo III”, ministrada para alunos do segundo ano da graduação. No caso da disciplina “Geometria Analítica e Vetores”, ela foi coordenada pelo Prof. Diego Sebastian Ledesma. Já a disciplina “Cálculo III” foi ministrada pelo Prof. Ricardo Miranda Martins, todos os três docentes do Departamento de Matemática do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Unicamp.

2. A situação na Unicamp

Através da Resolução GR-25/2020, de 16/03/2020 [4] a Unicamp permitiu migração para atividades de educação mediada por tecnologia, considerando as especificidades de cada currículo e suas disciplinas.

A resolução estabeleceu o prazo de 28 de março a 15 de abril para adequar as atividades de ensino na forma remota. Cada unidade organizou-se para adequar as atividades, atendendo suas especificidades, de forma remota.

Inicialmente organizamos as atividades com a esperança de que seria possível completar o semestre de forma presencial, por volta do mês de junho. Como a situação não deu sinal de melhora, outras Resoluções regulamentaram as atividades de ensino e avaliações para que o semestre pudesse ser finalizado de forma totalmente remota, no dia 31 de agosto.

O Imecc aderiu ao ensino remoto mediado pela tecnologia desde o primeiro dia. Todas as disciplinas, inclusive as disciplinas de serviços (oferecidas para cursos de graduação não sediados no Imecc, como os cursos de engenharia) foram adequadas na forma remota. Para isso, cada docente preparou plano emergencial e a Coordenação de Ensino do Imecc criou uma página web específica para organizar e divulgar tais atividades.

Como o período para adequação ao ensino remoto foi curto, não foi possível estabelecer um único modo de dar aulas na forma remota. No momento, era mais importante que cada docente pudesse fazer da forma que se sentisse mais capaz, e os planos de desenvolvimento das disciplinas foram refeitos para atender a cada disciplina e cada grupo de alunos.

Muitas aulas foram dadas de forma síncrona usando o Google Meet. Também foram gravados vídeos das aulas e fornecidos aos alunos nas plataformas Google Classroom ou Moodle.

Alguns docentes criaram um canal no YouTube para facilitar na divulgação e acesso dos vídeos que produziam. Também foram preparados *slides* e outras mídias digitais para facilitar o acompanhamento das aulas pelos alunos.

A parte da avaliação foi um dos assuntos mais delicados neste processo de ensino remoto.

Cada docente usou sua autonomia para adequar as especificidades de sua disciplina. A grande maioria dos docentes adotou avaliação contínua aplicando testes ou trabalhos em grupo, diminuindo o peso das provas “tradicionais”.

As provas tradicionais também foram aplicadas. Na maior parte das disciplinas, tivemos três tipos de avaliações, com tempo fixo para realização. Esse tempo variava de pouco mais que 2 horas (no

mesmo horário da aula) até alguns dias. Apesar de cada um desses métodos ter pontos positivos e pontos negativos, o resultado final foi satisfatório, e os índices de aprovação foram em média superiores aos do modelo presencial. Muitos são os fatores que podem ter causado isso, e não iremos tratar desse tema neste artigo, mas acreditamos que a avaliação continuada e um maior tempo disponível para que os alunos pudessem se preparar podem ter contribuído para isso.

3. Disciplina MA 141 - Geometria Analítica e Vetores

A disciplina MA 141 - Geometria Analítica é uma disciplina que o Imecc oferece na Unicamp em forma coordenada para os diferentes cursos de engenharias da universidade. É uma disciplina que no primeiro semestre de 2020 contou com 1080 estudantes (na sua grande maioria, ingressantes) distribuídos em 10 turmas com horários matutino, vespertino e noturno.

Foram 7 docentes responsáveis que contaram com a ajuda de 4 auxiliares didáticos (3 alunos de graduação e um de pós-graduação). Durante a suspensão das atividades presenciais, decorrente da pandemia de Covid-19 no primeiro semestre de 2020, essa estrutura necessitou ser modificada, em no máximo de 15 dias, para se adaptar a uma novo formato de oferecimento: o Ensino Remoto.

3.1. Atividades com Ensino Remoto

Diante da suspensão de atividades presenciais, a coordenação da disciplina entendeu ser necessário montar, na medida do possível e das circunstâncias, uma estrutura de educação *on-line* para a disciplina seguindo mais ou menos ideias apresentadas em [2] e tendo como molde o modelo oferecido pela SBM para o programa de mestrado Profmat em alguma de suas disciplinas.

Nessa direção, foi elaborada uma página especial no *site* da coordenação da disciplina centralizando:

- Informações gerais sobre a disciplina: Ementa, bibliografia, listas de exercícios, critérios de aprovação e recursos adicionais (aulas de Geometria Analítica da Univesp, alguns sites de exercícios resolvidos e resoluções de listas de exercícios);
- Informações de cada turma: horários e *links* para salas de aula no Google Meet junto com os horários das aulas e referências para materiais complementares que cada docente disponibilizou;
- Os horários e *links* (do Google Meet) das salas de monitorias (eram de três horas por dia, nos horários 12h-14h e 18h-19h) e que eram ministradas pelos auxiliares didáticos.

O objetivo disso era que qualquer aluno da disciplina Geometria Analítica da Unicamp conseguisse acessar todo material disponível para a disciplina e acompanhasse as aulas de qualquer professor que estivesse ministrando Geometria Analítica no semestre. Em particular, como a maioria dos docentes fez as gravações das aulas, mesmo não conseguindo acessar no momento da aula, o aluno podia fazê-lo depois, e, no caso de ter dúvidas, poderia esclarecê-las com os auxiliares didáticos (disponíveis cerca de 3 horas por dia em uma sala do Google Meet).

No que se refere a exercícios de fixação de aprendizado, foram introduzidas mudanças no que era oferecido nos anos anteriores.

Primeiramente foram incluídos exercícios de provas de anos anteriores às listas para tentar, de alguma forma, diminuir as reclamações dos estudantes sobre a não coerência das provas com as listas de exercícios.

Outra mudança introduzida foi a introdução de respostas aos exercícios. Nesse sentido foi estimulado, por parte da coordenação, que os auxiliares didáticos escrevessem a resolução de alguns exercícios como forma de simplificar também o trabalho deles.

A metodologia de ensino era diferente de docente para docente, mas, em linhas gerais, era utilizada a plataforma Google Classroom e Google Meet, que fazem parte do pacote G-Suite, que a Unicamp assina. As aulas eram ministradas nos horários usuais das disciplinas, fazendo uso de recursos digitais, como mesas digitalizadoras, *tablets* etc.

As aulas eram gravadas, armazenadas no Google Drive e depois disponibilizadas aos alunos por meio de *links* no Google Classroom ou na página pessoal de cada docente. Também foram disponibilizados os *slides* das aulas, o quadro da aula (fotografado) ou o material teórico da aula em formato .pdf para consulta.

Como forma de fixação de aprendizagem, alguns docentes da disciplina elaboraram exercícios extras que eram disponibilizados como atividades por meio do Google Classroom.

Essas atividades extras, embora à primeira vista pareçam ser uma boa forma de obter o engajamento de alunos, mostraram-se de realização bastante complexa para alguns, considerando todo o contexto da pandemia. De fato, por diversos motivos, muitos alunos não conseguiam acompanhar as atividades. O motivo principal parece ser que todas as disciplinas que eles estavam cursando utilizavam metodologias ativas para engajar os seus estudantes, gerando um acúmulo de tarefas.

Por isso, de parte da coordenação, foi adotado o critério de que tais atividades extras fossem opcionais e não obrigatórias. Foi evidente o declínio numérico na participação dos estudantes nessas atividades extras, ao passo que avançava o semestre.

3.2. Avaliações

No que se refere às avaliações, levando em consideração as circunstâncias enfrentadas e os recursos disponíveis, entendemos que a metodologia implementada não foi a melhor, mas sim o que era possível fazer no momento.

Acreditamos que o processo de avaliação é parte fundamental do processo de aprendizagem, pois é nela que o aluno consegue demonstrar os conhecimentos adquiridos. No entanto, o critério de como avaliar é bastante amplo. Além disso, no contexto da pandemia, nem todos os estudantes têm as mesmas condições para acompanhar os cursos (desde equipamentos adequados até um local tranquilo para poder estudar).

Sendo assim, é muito difícil fazer com que o processo seja fiel à realidade, em particular pela grande possibilidade de que os alunos possam recorrer a meios fraudulentos para conseguir a aprovação. Por outro lado, entendemos também que a pressão e o estresse são os principais combustíveis para estimular os comportamentos de trapaça por parte dos estudantes.

Em todo caso, ficou subentendido que o processo avaliativo deve levar em consideração que os alunos da disciplina iam no mínimo consultar os materiais disponíveis ou anotações sobre a disciplina e, muito provavelmente, compartilhar entre eles, para comparar resoluções.

Levando em consideração isso, junto ao contexto da pandemia, do ensino remoto e os meios tecnológicos disponíveis por alunos e professores, a forma de avaliação aplicada para a disciplina seguiu a diretriz de desestimular a cola tirando pressão e estresse no processo e visando favorecer o aprendizado.

Nesse sentido foi planejado aplicar uma prova única para cada aluno, com conteúdos similares aos das listas de exercícios e com nível de dificuldade similar entre provas, e com um tempo de prova suficiente para que o aluno possa resolvê-la por conta própria com o material de que dispunha.

Para isso, o critério de aprovação da disciplina contou com duas provas e um exame, seguindo os seguintes critérios:

- provas no formato de múltipla escolha;
- questões parecidas com as das listas de exercícios;
- um banco de questões grande (ver tabelas a seguir);
- tempo de resolução de prova de 36 horas.

Detalhamos a seguir o porquê de cada um dos critérios.

A escolha do formato de múltipla escolha foi uma decisão técnica. Como a grande maioria dos docentes da disciplina não tinha conhecimento suficiente das diversas opções de plataformas disponibilizadas pela universidade para ensino digital, tornava-se muito difícil fazer uma migração direta para esses.

Isso levou-nos a utilizar o aplicativo AutoMultipleChoice [6] para elaborar as provas. Nele é possível, por meio de um banco grande de questões, fazer um número suficiente de provas diferentes alterando o número que gera a aleatoriedade no sorteio das questões. No nosso caso foram geradas 1300 variantes diferentes para cada uma das provas e 100 para o exame final da disciplina. Cada docente recebia, por parte da coordenação, um arquivo com as provas e gabaritos e disponibilizava no Google Classroom para seus alunos.

A prova era uma atividade com

- a) Um arquivo contendo as provas. Cada prova continha as questões com as opções e uma folha de respostas;
- b) Um arquivo com instruções para que cada aluno encontre as questões que devia realizar;
- c) Um “código da honra” no qual, basicamente, o aluno comprometia-se a não recorrer a meios fraudulentos para realizar sua prova.

O aluno resolvia a sua prova e marcava as respostas na folha de respostas utilizando qualquer editor de PDF disponível. A seguir, escaneava os cálculos da resolução e imprimia a folha de respostas. Também utilizando algum aplicativo, assinava seu “código da honra” de forma digital. Anexava tudo e devolvia pelo Classroom.

A entrega da prova era formada por:

- a) A folha de respostas marcada;
- b) Os cálculos que justificavam as respostas;
- c) O “código da honra” assinado.

O motivo pelo qual foi pedida a folha de respostas separadamente foi técnico: é possível juntar todos os arquivos e depois utilizar o AutoMultipleChoice para corrigir. Isto facilitava o processo de correção, pois o docente já tinha em mãos o gabarito e a resolução com os cálculos feitos pelos alunos.

O conteúdo da prova era parecido com questões das listas de exercícios, mas com um banco de questões bem grande (na prova 1 foram 526 variantes, na prova 2 foram 440 variantes e no exame final foram 70 variantes). A distribuição dos temas das questões/variantes está nas seguintes tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Prova 1

Questão	Tema	Nº variantes
1	Sistemas lineares	70
2	Determinante	60
3	Planos	60
4	Projeção ortogonal	60
5	Produto entre vetores	60
6	Retas	60
7	Planos+vetores	60
8	Pontos coplanares	60
9	Verdadeiro-Falso	36

Tabela 2: Prova 2

Questão	Tema	Nº variantes
1	Cônicas	80
2	Rotação	60
3	Cônicas e coord. polares	60
4	Retas reversas	60
5	Posic. Relat. Planos	60
6	Verdadeiro-Falso	120

Tabela 3: Exame

Questão	Tema	Nº variantes
1	Cônicas	20
2	Sistemas lineares	10
3	Determinante	10
4	Vetores e prod. entre vetores	10
5	Posic. Relat. Planos	10
6	Posic. Relat. Retas	10

Modelos das provas aplicadas podem ser encontrados na página da disciplina na Unicamp ou aqui:

- Prova 1: <http://www.ime.unicamp.br/~dledesma/disciplinasministradas/aval1SGA2020/P1-ma141-2020.pdf>

- Prova 2: <http://www.ime.unicamp.br/~dledesma/disciplinasministradas/aval1SGA2020/P2-ma141-2020.pdf>
- Exame: <http://www.ime.unicamp.br/~dledesma/disciplinasministradas/aval1SGA2020/Exame-ma141-2020.pdf>

O tempo máximo de resolução da prova, como dito anteriormente, foi de 36 horas. De forma geral ficou claro que não seria possível aplicar uma prova em que todos os alunos estivessem em condições mais ou menos semelhantes se o tempo de prova fosse muito curto.

A mudança foi uma grande novidade para todos os envolvidos e, portanto, uma avaliação com tempo de prova curto estaria incluindo outros fatores no processo. É por isso que no contexto em que estávamos, sendo que a maioria dos estudantes era ingressante e com a percepção de que até os docentes estavam enfrentando dificuldades tanto pessoais como com a tecnologia – foi entendido que o tempo mínimo para deixar a prova disponível deveria ser de pelo menos 24 horas.

Em um primeiro momento, pode parecer que 36 horas seja muito tempo mas, por outro lado, o objetivo era estimular o aluno a resolver a sua prova como se fosse uma lista de exercícios, deixando algum tempo para que ele possa estudar enquanto faz a prova.

O fato de as provas serem diferentes entre quaisquer dois estudantes estimulava o aprendizado, pois se um deles precisasse de ajuda em uma questão e decidiu consultar algum colega, tinha que necessariamente ser ensinado a resolver a questão – e não somente copiar a resposta. Além disso, o tempo de duração da prova não combate a possibilidade de que o aluno possa recorrer a outros métodos fraudulentos de aprovação. Não é, portanto, mudando necessariamente o tempo de prova que se impede a fraude.

3.3. Resultados

Em linhas gerais foi um semestre muito conturbado. Tivemos problemas de tempo, inexperiência, falta de previsibilidade em relação à volta as aulas presenciais ou que tipo de avaliações poderíamos aplicar (presencial ou *on-line*) e mudanças no calendário. No entanto, na avaliação dos envolvidos, docentes e alunos, a disciplina conseguiu se adaptar de forma satisfatória para o ensino remoto.

O nível de aprovação foi alto (88%) mostrando uma alta expressiva com respeito aos semestres de anos anteriores. Entendemos que isto possa ser reflexo de diferentes variáveis, e, em comparação com as outras disciplinas que o Imecc ofereceu para esses mesmos alunos, houve muito pouca mudança nos números.

A coordenação da disciplina passou formulários de Google Forms entre os alunos para avaliar como foi, em linhas gerais, a experiência de estudar Geometria Analítica com o ensino remoto.

De forma geral os pontos positivos pontuados pelos estudantes foram:

- A organização geral da disciplina no Ensino Remoto;
- As aulas ao vivo nos horários estabelecidos para cada turma;
- Que as aulas sejam gravadas e fiquem disponíveis para posterior consulta;
- Disponibilizar material sobre conteúdo da aula antes de ela acontecer;
- O formato/modelo das provas e o tempo da prova;
- O atendimento extra aula no formato *on-line*.

Por outro lado, foram apontadas como pontos a serem melhorados:

- Questões técnicas referentes à resolução da câmera para as videoaulas;
- O tempo da prova, pois a prova 1 foi longa demais, na visão de alguns estudantes.

Sobre o segundo ponto indicado pelos alunos, a prova de fato ficou longa. Isso justifica-se por ter sido nossa primeira experiência com aplicação de provas *on-line*, e, considerando a duração de 36 horas, acabamos ficando com a impressão de que tal tipo de prova deveria ser mais longa que uma prova de 2 horas de duração, o que não necessariamente é verdade.

A grande maioria dos estudantes (mais de 83%) achou as provas coerentes no seu formato e tempo de prova. Muitos estudantes também relataram que a disciplina foi “fácil” e que a estrutura montada ajudou muito para isso. Cerca de 17% dos estudantes relataram ter algum tipo de dificuldade tecnológica para resolver as provas ou acompanhar a disciplina.

4. Disciplina MA311 - Cálculo III

O curso de Cálculo III na Unicamp tem como ementa

Séries numéricas e séries de funções. Equações diferenciais ordinárias. Transformadas de Laplace. Sistemas de equações de primeira ordem. Equações diferenciais parciais e séries de Fourier.

Pela ementa, nota-se que é essencialmente uma disciplina de equações diferenciais. É um curso de 90 horas, com 6 horas semanais, sendo 4 horas de aulas teóricas, com o docente, e 2 horas de aulas práticas, de resolução de exercícios. Em geral, as aulas de resolução de exercícios foram ministradas por alunos de mestrado e doutorado participantes do PED - Programa de Estágio Docente. No primeiro semestre de 2020, 821 alunos cursaram tal disciplina na Unicamp.

A disciplina é oferecida de maneira coordenada nos primeiros semestres de cada ano, o que significa que todas as turmas seguem a mesma seqüência das aulas e os alunos fazem as mesmas provas, independentemente do curso de origem. A exceção é a turma reservada para o Curso 51 - Cursão, que é a entrada unificada para os cursos de Engenharia Física, Física, Física Médica, Física Biomédica, Bacharelado em Matemática e Bacharelado em Matemática Aplicada e Computacional.

Descreveremos aqui a experiência da disciplina de Cálculo III lecionada para a turma do Cursão no primeiro semestre de 2020. Em especial no primeiro semestre de 2020, parte da filosofia do curso iria seguir o descrito em [5].

A programação das atividades da turma antes da paralisação das atividades presenciais seguia o que é tradicionalmente feito: 2 provas, com pesos 3 e 4, e vários “testinhos” (avaliações diagnósticas) nas aulas de sexta-feira, a cada quinze dias, totalizando peso 2 na nota final. Também foram programadas algumas atividades *on-line*, a serem realizadas no ambiente Google Classroom, com peso 1 na nota final.

4.1. Atividades após início do ensino remoto emergencial

Com o início das atividades remotas, no começo do mês de abril, o curso seguiu o seguinte cronograma:

- Aulas teóricas “ao vivo” toda segunda-feira e quarta-feira, no horário 09h-10h, pelo Google Meet. A participação dos alunos não era obrigatória, e esse horário era usado para que as aulas pudessem ser gravadas e disponibilizadas para a turma. Cerca de 30% da turma participava da aula de forma síncrona.
- Os *slides* utilizados nas aulas síncronas eram disponibilizados imediatamente para os alunos, bem como os vídeos das aulas. Desse modo, mesmo aqueles que não conseguiam estar presentes de forma síncrona, poderiam acompanhar posteriormente as atividades que foram realizadas.
- Aulas de resolução de exercícios, ministradas na sexta-feira, no horário 08h-10h, pela aluna participante do Programa de Estágio Docente. Essas aulas também eram realizadas pelo Google Meet, gravadas e os *slides* utilizados eram disponibilizados para os alunos.

A comunicação com a turma era feita por vários meios: além da sala de aula virtual no ambiente Google Classroom, optamos por criar um “grupo” para a turma no aplicativo WhatsApp. Isso tornava a comunicação mais rápida, diante das necessidades do ensino remoto: o compartilhamento dos *links* das aulas, materiais e informes para os alunos sobre as várias mudanças excepcionais que aconteceram nos regimentos escolares da Unicamp eram discutidos nessa ferramenta.

4.2. Avaliações

Em termos de atividades avaliativas, como ainda existia a esperança de retorno das atividades presenciais em julho ou agosto, a opção foi pela realização de várias pequenas avaliações a cada 15 dias (“testinhos”). Tais atividades eram liberadas para os alunos sempre em uma quinta-feira e deveriam ser devolvidas até a terça-feira seguinte. Conforme o semestre letivo prosseguia, e várias dessas atividades eram realizadas, ficava mais claro para todos que não seria possível retomar as aulas presenciais antes do fim do semestre.

Foram realizados 7 testinhos, e uma prova final foi aplicada. Os 7 testinhos representaram 60% da nota final da disciplina, e a prova final representou os 40% restantes.

As notas dos estudantes nos testinhos foram altas, portanto muitos deles já estavam aprovados na disciplina quando foram fazer a prova. Dessa forma, foi aplicada uma prova com muitas questões qualitativas, em vez das tradicionais questões quantitativas que costumam ser aplicadas para os alunos dos cursos de cálculo.

Uma das questões da prova foi a seguinte, adaptada de [1]. A questão exige que o aluno interprete qualitativamente as soluções de sistemas de equações diferenciais lineares.

5. *No livro “Sonhos de uma noite de verão”, escrito por William Shakespeare, no final da 1ª cena do 1º ano, Helena faz um comentário sobre o amor: “O amor não olha com os olhos e sim com a mente.” Sendo isso verdade, como a mente de vocês está cheia de equações diferenciais, talvez possamos usá-las para estudar o amor. Nossos personagens serão Romeu e Julieta. Representaremos por $R(t)$ o amor que Romeu sente por Julieta em um certo tempo t , e por $J(t)$ o amor que Julieta sente por Romeu, em um certo tempo t .*

a) *Suponha que $R'(t)$ seja proporcional a $J(t)$ e que $J'(t)$ seja proporcional a $R(t)$, digamos $R'(t) = 5J(t)$ e $J'(t) = 2R(t)$. O que acontece com o amor de Julieta por Romeu quando $t \rightarrow \infty$? Suponha uma condição inicial não nula, ou seja, que existe pelo menos algum sentimento entre eles inicialmente.*

- b) Agora suponha que o amor de Romeu por Julieta e de Julieta por Romeu seja modelado pelo sistema $R'(t) = -2J(t)$ e $J'(t) = 5R(t)$. Encontre a solução do sistema (escolha uma condição inicial qualquer, não nula) e explique, em palavras, o que acontece com o amor de Romeu por Julieta e o de Julieta por Romeu, com o passar do tempo.
- c) Você acha possível que Romeu e Julieta mantenham um relacionamento caso a relação entre $R(t)$ e $J(t)$ seja modelada por $R'(t) = -2R(t)$, $J'(t) = 3J(t)$? Considere condições iniciais $R(0) > 0$ e $J(0) > 0$.

Outra questão da prova solicitava que o aluno explicasse a outro aluno, mais jovem, como resolver um sistema de 2 equações diferenciais lineares.

Na minha opinião, o que de mais importante você aprendeu neste curso foi a parte dos sistemas de equações diferenciais lineares com coeficientes constantes. Explique para um aluno que vai fazer Cálculo III no próximo semestre como resolver um sistema da forma $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x}$, onde \mathbf{A} é uma matriz 2×2 .

Para incentivar a participação dos alunos em atividades coletivas, foi aplicada uma atividade chamada de “Duelo de equações”: os alunos deveriam enviar equações diferenciais uns para os outros, “desafiando” os colegas a resolverem as equações. Foi uma atividade que, mesmo no ensino remoto, ajudou a integrar a turma, e contou com a participação de quase 70% da turma.

As atividades desenvolvidas na disciplina podem ser encontradas no *website* <http://www.ime.unicamp.br/~rmiranda/cursos/2020-1-ma311-b/2020-1-ma311-b.html>.

4.3. Resultados

Os resultados das avaliações foram, numericamente, bem superiores aos que obtivemos nos semestres anteriores. Os índices de aprovação da turma também foram superiores, comparando com alunos de perfil (mesmo curso) semelhante de anos anteriores.

Não tentaremos explicar aqui os motivos que podem ter acarretado isso. Segundo os próprios alunos relataram na “Avaliação de Disciplina”, o fato de terem realizado mais atividades avaliativas do que geralmente faziam, bem como o fato de trabalharem em grupo, teve impacto nisso.

É impossível não pensar que as notas e os índices de aprovação foram maiores pela “cola”. No caso desta turma e disciplina, o conceito de “cola” aplica-se pouco, pois os alunos eram estimulados a resolverem as atividades em pequenos grupos, desde que informassem, no momento da entrega da atividade, qual foi o grupo.

Em um primeiro momento, questões randomizadas foram elaboradas e aplicadas nos primeiros testinhos, em geral equações diferenciais com parâmetros que dependiam do número de matrícula do aluno. Isso aumenta a complexidade da correção mas não agrega nenhum ganho pedagógico, portanto tal estratégia não foi mais utilizada nas últimas atividades.

Além disso, considerando que as atividades seriam de fato realizadas em grupo, outras habilidades foram exigidas dos alunos, como a elaboração de gráficos em *softwares* de computação algébrica (tanto no Mathematica quanto usando bibliotecas matemáticas do Python), a produção de textos explicativos sobre partes da matéria, e também a entrega de um trabalho bem redigido/escrito. O uso de LaTeX nas entregas foi estimulado, e muitos alunos assim fizeram.

5. Conclusão

O programa de “Ensino Remoto Emergencial”, que começou no primeiro semestre de 2020 e continua a ser praticado no segundo semestre, foi uma tentativa da Unicamp de não parar totalmente as atividades de ensino. Era urgente que as aulas fossem suspensas, e apesar das várias críticas que a suspensão das aulas recebeu, em poucos dias todas as demais universidades suspenderam suas aulas.

A decisão de manter as aulas remotamente, também muito criticada no começo, mostrou-se uma opção muito boa e foi adotada por várias universidades brasileiras, nos moldes criados pela Unicamp.

Em particular no Imecc/Unicamp, a mudança para o ensino remoto foi bem recebida. Ainda que no começo poucas pessoas soubessem exatamente como proceder (“Como dar aulas?”, “Como gravar vídeos?”, “Como aplicar provas?”), foi montada uma rede de colaboração entre os docentes em que boas ideias e boas experiências eram compartilhadas rapidamente, diminuindo a grande ansiedade que os docentes sentiam com a mudança brusca.

Acreditamos que o termo “Ensino Remoto Emergencial” seja bastante adequado para o que fizemos no primeiro semestre e continuamos a fazer no segundo semestre. Não é algo definitivo: o ensino presencial tem muitas características que o ensino remoto não tem, e o contato professor-aluno é algo difícil de substituir. Entretanto, considerando o momento pelo qual passamos, acreditamos que conseguimos continuar ensinando matemática com bastante qualidade, mesmo remotamente e muito do que aprendemos durante o ensino remoto poderá ser aproveitado no futuro, quando as aulas presenciais retornarem.

Agradecimentos

RMM agradece aos estudantes Pablo Lopes Paes Athu Viçoso e Mayara Duarte de Araujo Caldas pelo apoio que deram como monitores da disciplina MA311 no 1o semestre de 2020, e também a toda turma B de MA311 - Cálculo III, por participarem das atividades propostas e tornarem o curso bastante agradável, mesmo com todas as adversidades.

DSL agradece a seus colegas Roberto Andreani, Marcelo Terra Cunha, Giuliano Zugliani, Gabriel Mantovani, Yuri Bozhkov e Sara Cardell, que atuaram como professores da disciplina MA141-Geometria Analítica sob sua coordenação, pela ajuda e conselhos recebidos. Também agradece aos estudantes Beatriz Benatti, Clayton Cristiano, Lucas Martins Ferreira Lima, Tarik Ventorini de Oliveira e Vinicius De Almeida Machado pelo empenho e dedicação como monitores da disciplina.

Os autores agradecem ao parecerista pelas sugestões.

Referências

- [1] Eloshakoff, I. “Differential equations of love and love of differential equations”, *Journal of Humanistic Mathematics* 9, 2019.
- [2] Hodges, C.; Moore, S.; Lockee, B.; Trust, T. e Bond, A. *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*, Educausereview, 2020.
- [3] Página de Apoio ao Ensino Digital no (EA)²/PRG/Unicamp. Disponível em <<https://www.ea2.unicamp.br/ensino-digital-2/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.

- [4] Resolução GR-25/2020 “Programa emergencial para os cursos e disciplinas de graduação”. Disponível em <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/03/16/reitoria-cria-o-programa-emergencial-para-os-cursos-e-disciplinas-de-graduacao>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- [5] . Rota,G.C. *Ten lessons I wish I had learned before I started teaching differential equations*, disponível na internet em <https://web.williams.edu/Mathematics/lg5/Rota.pdf>.
- [6] *Site* do Aplicativo “Auto Multiple Choice”. Disponível em [<https://www.auto-multiple-choice.net/>](https://www.auto-multiple-choice.net/). Acesso em: 15 de outubro de 2020.

Ricardo Miranda Martins⁴

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica,
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 651
Campinas-SP
13083-859
<rmiranda@unicamp.br>

Mahendra Prasad Panthee⁵

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica,
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 651
Campinas-SP
13083-859
<mpanthee@unicamp.br>

Diego Sebastian Ledesma⁶

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica,
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 651
Campinas-SP
13083-859
<ledesma@unicamp.br>

Recebido: 15/10/2021
Publicado: 02/02/2021

Chamada Temática “Experiências didáticas em Matemática no período de isolamento social”

⁴Diretor Associado do Imecc/Unicamp.

⁵Coordenador de Ensino do Imecc/Unicamp.

⁶Coordenador da disciplina Geometria Analítica e Vetores no primeiro semestre de 2020.