

ROBERTA M. ALMEIDA ALVES
ANDRÉ LUIS TREVISAN
MARCELE TAVARES MENDES

PENSE FORA DA CAIXA EM CDI



Uma proposta para
diversificar a avaliação da
aprendizagem em aulas de Cálculo
Diferencial e Integral

ROBERTA MARCELINO DE ALMEIDA ALVES

PENSE FORA DA CAIXA EM CDI

Produto Educacional apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, do programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. multicâmpus Londrina e Cornélio Procópio.

Orientador: Prof. Dr. André Luis Trevisan

Coorientadora: Prof. Dra. Marcele Tavares Mendes

Londrina
2021



Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105,USA



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



ROBERTA MARCELINO DE ALMEIDA ALVES

ANÁLISE DE UM PROCESSO AVALIATIVO ALINHADO A UM AMBIENTE DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DE CÁLCULO PAUTADO EM EPISÓDIOS DE RESOLUÇÃO DE TAREFAS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino de Matemática.

Data de aprovação: 09 de Junho de 2021

Prof Andre Luis Trevisan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof.a Lilian Nasser, Doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro (Ufrj)
Prof Osmar Pedrochi Junior, Doutorado - Universidade Norte do Paraná (Unopar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 09/06/2021.



Apresentação

Esse material foi concebido a partir da pesquisa desenvolvida pela primeira autora, Roberta Marcelino de Almeida Alves, no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Cornélio Procópio/Londrina, sob orientação do segundo autor, André Luis Trevisan e coorientação da terceira autora, Marcele Tavares Mendes.

A pesquisa foi realizada na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 (CDI1), em condições reais de ensino, em uma turma regular do curso de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do câmpus Londrina, no semestre de 2019.

Com base nos resultados, organizamos este material com a intenção de compartilhar com professores e o público em geral interessado no ensino e na aprendizagem de CDI e nas possibilidades de "pensar fora da caixa" no âmbito da avaliação nessa disciplina, favorecendo uma mudança de mentalidade e "do modo de fazê-la". Embora contenha instrumentos específicos aplicados uma única vez durante a pesquisa, tem potencial de replicabilidade em contextos diversos, possuindo alto teor inovador.



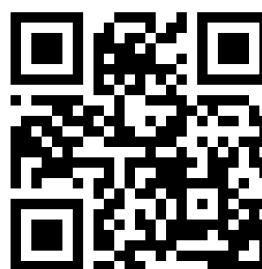
Ilustrações

As imagens utilizadas nas páginas deste material estão disponíveis na internet e são de uso livre.

Os sites de busca foram:



pixabay



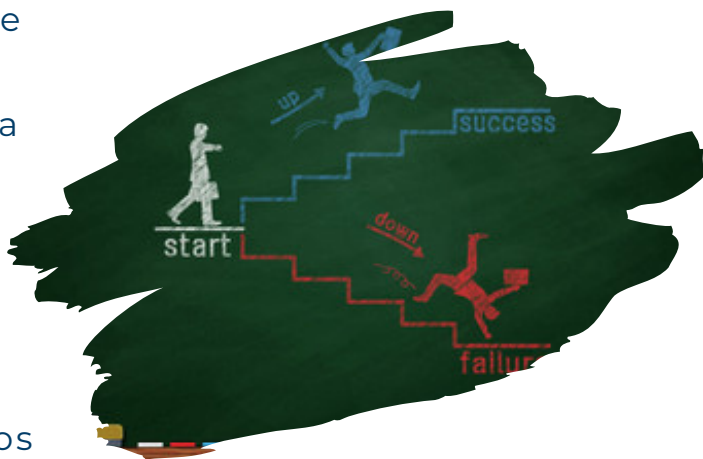
Adobe Stock





INTRODUÇÃO

O ensino e a aprendizagem de CDI são temáticas que têm ganhado espaço no âmbito da Educação Matemática, com pesquisas de busca compreender e apresentar propostas para minimizar as dificuldades encontradas por estudantes, bem como os altos índices de reprovação.



De modo geral, os alunos ingressantes nos diferentes cursos superiores apresentam uma dinâmica de estudo desenvolvida na Educação Básica, com características como:

- a memorização e mecanização de procedimentos;
- a falta de experiências com tarefas de carácter investigativo;
- o hábito em trabalhar de forma individual;
- as dificuldades em expor e argumentar suas ideias, seja em grupo, ou para toda a sala.

“Reverter” essa situação implica a adoção de propostas pedagógicas nas quais os estudantes tenham um papel ativo e trabalhem, quando possível, em grupos, em tarefas não precedidas de exemplos, que sejam desencadeadoras de discussões e que contribuam para a compreensão dos conceitos de CDI, bem como metodologias e/ou estratégias



de ensino diferenciadas da prática tradicional, como a resolução de problemas, a modelagem matemática ou o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Com isso, buscou-se investigar a constituição de um ambiente de aprendizagem que leve em conta tais recomendações e que considera os “aspectos estruturais (estrutura da instituição de ensino, a natureza dos cursos de graduação oferecidos por ela, o perfil do egresso que se almeja e o perfil dos estudantes matriculados na disciplina de Cálculo, entre outros) e aspectos pedagógicos e procedimentais” (BORSSOI; SILVA; FERRUZZI, 2016, p.4).

Uma possibilidade para disciplina de CDI, em nosso contexto de trabalho, é a constituição desse ambiente por meio do trabalho em episódios de resolução de tarefas (TREVISAN; MENDES, 2018), e que se tem mostrado uma proposta factível, levando em conta as condições reais de ensino, como:

- turmas numerosas;
- ementa extensa;
- demandas rotineiras da sala de aula; e
- a organização didático-pedagógica proposta pela instituição.

No esquema a seguir sintetizamos alguns elementos que constituem esse ambiente.

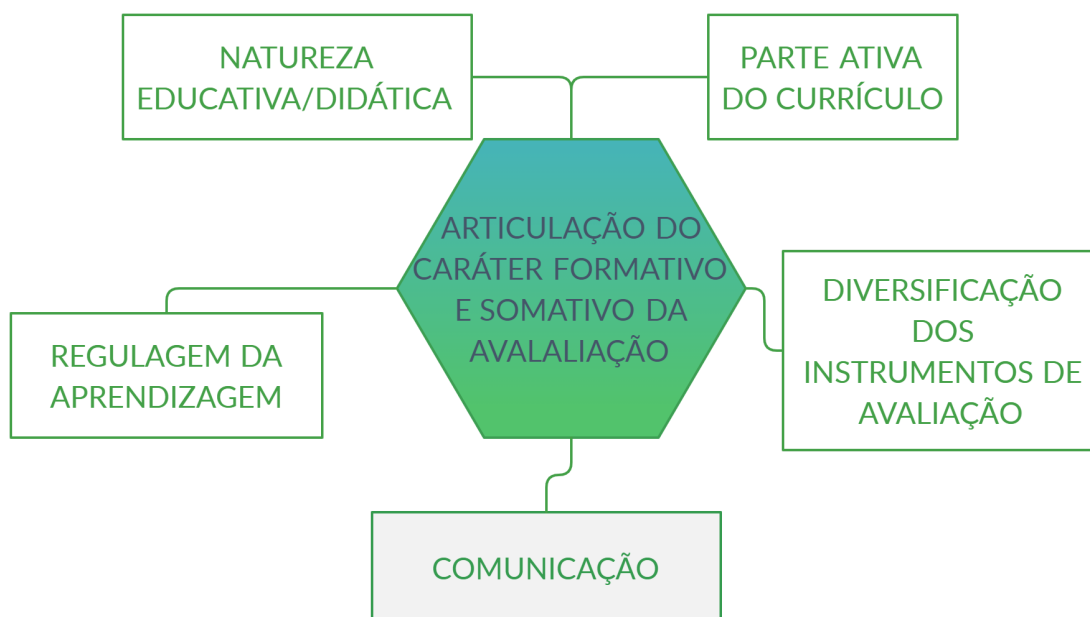


Em um ambiente de ensino e de aprendizagem pautado em episódios de resolução de tarefas, todos os aspectos apontados nesse esquema precisam ocorrer de forma articulada e em sintonia. Em especial, no que diz respeito à avaliação.

Para que a avaliação se torne parte integrante e indissociável do ambiente de ensino e de aprendizagem proposto, tornou-se necessário articular o caráter somativo com o caráter formativo ao se avaliar, atendendo tanto as demandas político-pedagógicas da instituição quanto oferecendo aos estudantes oportunidades de aprendizagem.



Como forma de sintetizar o processo de avaliação alinhada à proposta de trabalho em ambientes de ensino e de aprendizagem pautados em episódios de resolução de tarefas, foi desenvolvido um esquema, que contempla as características que buscou atribuir à avaliação, tanto quanto possível, um caráter formativo, além de atender às demandas institucionais de quantificar o desempenho dos estudantes (contemplando, assim seu caráter somativo).



Instrumentos de avaliação

Ao longo do semestre, foram previstos 8 momentos formais de avaliação (em média, quinzenalmente), com duração de 1 a 2 aulas (de 50 minutos cada uma), além da organização de um portfólio no decorrer de todo o semestre, com configurações diversificadas e diferentes instrumentos. Algumas opções foram:



1º INSTRUMENTO

GRUPO, SEM CONSULTA



2º INSTRUMENTO

CONSULTA AO CADERNO



3º INSTRUMENTO

GRUPO ARTICULADO COM TDIC



4º INSTRUMENTO

COLA E USO DE TDIC



5º INSTRUMENTO

PROVA ORAL E ANÁLISE DO ERRO



6º, 7º E 8º INSTRUMENTO

INDIVIDUAL E COM/SEM CONSULTA

Para a composição da nota final, foram consideradas:

- a melhor dentre as notas obtidas nas atividades avaliativas 1 e 2, correspondendo a 1,5 pontos na nota final;
- a melhor dentre as notas obtidas nas atividades avaliativas 3 e 4, correspondendo a 2,0 na nota final;
- a melhor dentre as notas obtidas nas atividades avaliativas 5 e 6, correspondendo a 2,5 pontos na nota final;
- a melhor dentre as notas obtidas nas atividades avaliativas 7 e 8, correspondendo a 3,0 pontos na nota final; e
- a nota do portfólio (1,0 ponto).



Visto que a composição de nota considerava sempre o melhor desempenho entre duas atividades avaliativas, o estudante poderia escolher participar ou não desses momentos, garantindo, assim, uma oportunidade de regulação do seu processo de aprendizagem e de recuperação das notas.

No final do semestre, aplicamos um questionário, sem atribuição de “nota”, elencado as percepções dos estudantes acerca do processo de avaliação e dos instrumentos avaliativos utilizados, reconhecendo se, de algum modo, evidenciaram potencial da diversificação de instrumentos de avaliação e oportunidades de aprendizagem por eles geradas.



1º INSTRUMENTO



Esse instrumento de avaliação consiste em uma prova escrita, a ser realizada em tempo limitado, em dupla e sem consulta, no tempo de 1 aula (50 min). Foi organizado com 3 questões.

Apresentamos algumas das potencialidades desse instrumento:

- Comunicação oral: em uma prova em dupla, o diálogo é provedor de **oportunidades de aprendizagem**, visto que um estudante acaba auxiliando o outro na escolha de estratégias de resolução, bem como promove discussões acerca do enunciado das questões e as possíveis compreensões.
- Tarefas diversificadas (polo fechado-aberto): são importantes para o **desenvolvimento do raciocínio matemático**, uma vez que oportuniza aos estudantes a escolha de diferentes estratégias de resolução e possibilita ao professor, durante a correção, a atribuição parcial de nota, considerando diferentes aspectos dessa estratégia.
- Promoção do raciocínio criativo: deve atender aos critérios da **novidade** (uma nova sequência de raciocínio é criada ou uma sequência esquecida é recriada), da **plausibilidade** (os argumentos que apoiam a escolha da estratégia e / ou implementação da estratégia apresentam conclusões verdadeiras ou plausíveis) e fun-



damento matemático (os argumentos são ancorados em propriedades matemáticas essenciais).

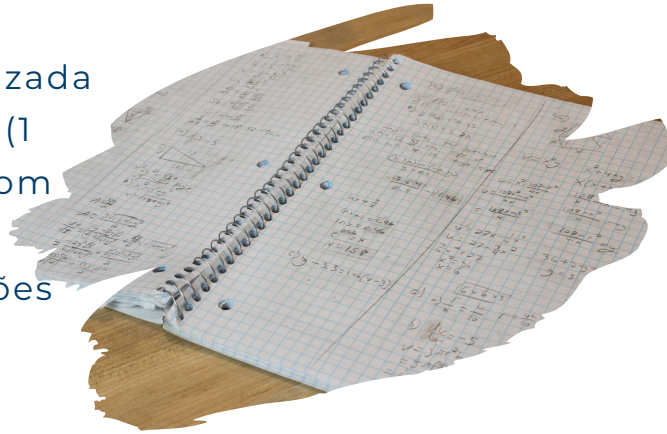
O 1º instrumento de avaliação e algumas produções escritas analisadas na dissertação podem ser acessados pelo QR Code





2º INSTRUMENTO

Trata-se de uma prova escrita individual, realizada em um tempo restrito (1 aula de 50 minutos), com consulta ao caderno, composta por 4 questões (três problemas e um exercício).



Apesar de sua natureza mais fechada, as questões possibilita a **mobilização de diferentes tipos de raciocínio**, e a **elaboração de estratégias** que permite aos estudantes ultrapassar a simples memorização de fatos ou procedimentos. Segundo a categorização proposta por Stein e Smith (2009), no que diz respeito ao nível de demanda cognitiva, reconhece-se que tais tarefas envolvem a utilização de procedimentos sem conexão com significados.

A consulta ao caderno além de auxiliar nas **pesquisas**, no estudo e na **construção do conhecimento**, é também uma ferramenta que remete à questão da **equidade** entre os estudantes. Com a possibilidade de consulta, os estudantes são motivados a **organizar os conteúdos** de acordo com as suas necessidades, levando em consideração as múltiplas variedades de aprendizagem além de se sentirem mais **seguros** para a realização da prova.



O 2º instrumento de avaliação e algumas produções escritas analisadas na dissertação podem ser acessados pelo QR Code





3º INSTRUMENTO

Esse instrumento é organizado em duas partes. A primeira parte realizada em grupos de três integrantes, produzindo dados escritos e em áudio com as discussões envolvendo a utilização do software Geogebra.



A segunda parte do instrumento é desenvolvida individualmente, e os estudantes podem utilizar o caderno como material de consulta.

Na primeira parte da avaliação, a utilização do software Geogebra é um aspecto diferencial. Como destacam Mendes, Trevisan e Elias (2018), a utilização de TDIC possibilita os estudantes assumirem um papel de **protagonista** no seu processo de avaliação, utilizando as potencialidades do software para realizar investigações.

Propomos questões abertas de exploração (PONTE, 2005), visando a uma **análise descritiva e visual** do gráfico, e a utilização das ferramentas de manipulação de parâmetros oferecidas pelo software.

A **comunicação** entre os estudantes é utilizada como mecanismo para o **professor reconhecer os caminhos percorridos pelos estudantes**, pois, ao analisar os áudios produzidos no decorrer da resolução da atividade avaliativa, consegue-se observar que um estudante auxiliava o outro desde um simples erro de fala, na discus-



são de estratégias de resolução, até no momento de “colocar no papel” o resultado do diálogo produzido.

A **parte 2** envolve um problema no contexto de **otimização**, explorando uma das demandas presentes nas Diretrizes Curriculares para o ensino de Engenharia de projetar soluções, isto é, tomar decisões e desenvolver processos de melhoria contínua de um problema contextualizado em problemas semirreais.

Em síntese, a parte 1 desse instrumento apresenta características de comunicação similares à do Instrumento de Avaliação 1, que possibilita um estudante contribuir para o processo de aprendizagem de seus colegas.

Em especial, destacamos o uso de TDIC como ferramenta de apoio à aprendizagem, uma vez que, na aplicação da pesquisa, evidenciou aos estudantes que, com a forma canônica de uma função polinomial do segundo grau, consegue-se traçar o esboço e visualizar a importância dos coeficientes.

O 3º instrumento de avaliação e algumas produções escritas poderão ser acessados pelo QR Code





4º INSTRUMENTO

O Instrumento de Avaliação 4 envolve três momentos: o primeiro é a elaboração da “cola”, elaborada em horário extraclasse e integrante do portfólio, a partir de um roteiro indicado pelo professor; o segundo, uma prova escrita, individual e com uso dessa cola e o terceiro, a elaboração de um vídeo envolvendo uma situação-problema de otimização.



Dizemos que a confecção da “cola” é **direcionada**, pois acompanha um **roteiro** que o estudante deve seguir, disponibilizado alguns dias antes da data da Atividade Avaliativa 4 .

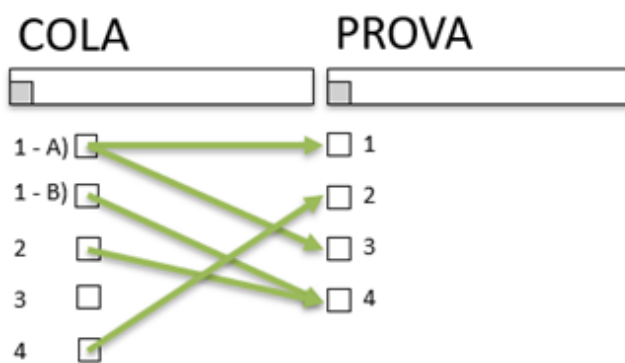
O roteiro é composto por questões abertas de exploração em um contexto de matemática pura e demanda uma duração média para sua resolução. A composição da prova escrita individual, por sua vez, deve envolver vários conceitos do CDI propostos de forma integrada, conforme organização curricular em espiral (TREVISAN; MENDES, 2017), ao contrário dos moldes tradicionais nos quais a avaliação é realizada com esses conteúdos sendo explorados em separado.

A utilização da “cola” como material de consulta possibilita a **autorregulação da aprendizagem** dos estudantes. Na dissertação, muitos estudantes relataram que sentem-se seguros e assistidos com esse tipo de recurso.

O segundo momento é individual, e os estudantes podem utilizar a “cola” e a calculadora, e suas respostas devem ser



justificadas. As questões são similares às do roteiro da “cola”, isto é, as questões abertas de exploração. Esse Instrumento demanda uma duração médio para sua realização, e o contexto enquadra na matemática pura, segundo Ponte (2005).



Analisando lado a lado as questões da cola com as questões da Avaliação 4, desenvolvida durante a pesquisa, observa-se que os dados da resolução das questões da “cola” poderiam auxiliar na resolução das questões da prova, com exceção da Questão 3, que trata do cálculo do volume de um sólido de revolução.

As tarefas de exploração, como as propostas na primeira e segunda parte desse instrumento de avaliação, auxiliam na autonomia intelectual dos estudantes, por convidá-los a formularem questões e a procurarem justificações; além disso, podem ser classificadas como de alto nível de demanda cognitiva, envolvendo a utilização de procedimentos com conexão com significados (STEIN; SMITH, 2009).

O terceiro momento desse Instrumento de Avaliação é a elaboração de um vídeo que envolve uma situação-problema de otimização. A turma deve ser dividida em duplas ou trios, e cada estudante recebe uma situação de otimização diferente, selecionada pelo professor a partir de livros usuais de CDI 1.

Um fator importante presente nessa fase de utilização desse instrumento está relacionado com o protagonismo



do estudante com relação a sua aprendizagem, tendo um papel ativo, tornando-se participante do processo, justificando os procedimentos, discutindo, questionando, construindo rotas de resolução, expondo as suas ideias sobre o assunto com o professor da turma e com seus colegas no momento da elaboração do vídeo.

O 4º instrumento de avaliação e algumas produções escritas poderão ser acessados pelo QR Code





5º INSTRUMENTO

O Instrumento de Avaliação 5 é dividido em duas partes. A primeira é uma prova escrita, individual, envolvendo o contexto de “matemática pura” e as questões são problemas (Questão 1 e 2) e exercício (Questão 3). A parte 2 desse instrumento é uma **avaliação de desempenho oral** articulada com a **análise de erros**.

Para constituir esse instrumento de avaliação do desempenho oral, o professor da disciplina deve selecionar, com base na produção escrita de estudantes



de CDI de semestres anteriores, questões que evidenciam uma diversidade de estratégias e contemplam equívocos usualmente cometidos no cálculo para o conteúdo a se avaliar. Para cada questão, propomos a seleção de quatro resoluções para cada uma das duas questões.

Os estudantes devem ser orientados a escolher, para cada um deles, três resoluções e analisá-las, procurando evidenciar:

- (A) se a estratégia escolhida estava adequada para o tipo de limite proposto;
- (B) se a notação utilizada na resolução estava ou não correta;
- (C) se havia algum equívoco no cálculo e, se houvesse, dizer qual era, e
- (D) identificar se a resposta final estava ou não correta.

A dupla pode fazer anotações, mas a análise em si deve ser apresentada por meio de áudio enviado para o professor, de no máximo 5 minutos.



Conforme apontam Iannone, Czichowsky e Ruf (2020), a **avaliação do entendimento relacional** é potencializada pela utilização da avaliação de desempenho oral pois, além de **relacionar conceitos**, os estudantes têm maior possibilidade de **produzir argumentos** e **transmitir sua compreensão** ao trabalhar de maneira dialógica.

Na dissertação, o fato dos estudantes, nessa etapa da disciplina, já estarem habituados a trabalhar em grupo e realizar discussões, possibilitou identificar características associadas ao entendimento relacional, como poder vincular conceitos matemáticos, identificar a veracidade de uma resolução e analisar o seu erro.

Acerca das potencialidades do instrumento, destaca-se sua característica em termos da **comunicação dialógica**, por possibilitar que os estudantes **raciocinassem** e **ressignificassem conceitos**, além de realizar correções “em tempo real” e ajustes na elaboração dos argumentos, sendo capazes de se envolver em um discurso científico (IANNONE; CZICHOWSKY; RUF, 2020).

Analisar a produção de outros semestres possibilita aos estudantes **reconstruir, explicar e criticar** a sua própria resolução, explorar diversificadas formas de resolução e aprender Matemática de forma alternativa.

Algumas limitações que podem ser encontradas na constituição do instrumento incluem a divisão na fala e o tratamento “mecânico” dos critérios, exteriorizando concepções equivocadas acerca de alguns conceitos matemáticos.



Esse instrumento de Avaliação gerou o artigo “Uma Experiência com um Instrumento de Avaliação do Desempenho Oral no Âmbito da Disciplina de Cálculo”, publicado na Revista Paranaense de Educação Matemática (ALVES; TREVISAN, 2020).

O 5º instrumento de avaliação, algumas produções escritas e o artigo podem ser acessados pelo QR Code.





6º, 7º E 8º INSTRUMENTO

Por se tratar de instrumentos de avaliação que apresentam características similares às dos outros já comentados, destacamos alguns pontos mais interessantes de cada um, exceto do Instrumento 8, que é próximo dos instrumentos 6 e 7, porém sem o material de consulta.

O Instrumento de Avaliação 6 é uma prova escrita individual, contextualizada na “matemática pura”, devendo envolver exercícios e problemas. Os estudantes podem levar como “cola” cinco páginas xerocadas ou impressas de algum livro de CDI.

Na avaliação aplicada, as Questões 1 e 2 da prova, destacamos a possibilidade de regulação da aprendizagem oferecida aos estudantes, por convidá-los a formularem questões e a procurarem justificações. A questão 3 envolveu a aplicação de um procedimento específico sobre derivadas. Já a Questão 4 ofereceu aos estudantes a oportunidade de escolha para a resolução de integrais indefinidas.

O Instrumento de Avaliação 7 é uma prova individual e com possibilidade de utilização de material de consulta. Para esse Instrumento, propomos uma “cola coletiva” elaborada na lousa da sala de aula. Para isso, os estudantes podem fazer anotações na lousa, antecipando o que consideram necessário, sem saber como serão as questões.

Para esse instrumento, dispõe os 20 minutos iniciais da aula para que a turma, como um todo, fizesse anotações. Nesse tempo, a turma fica sozinha e para negociar o que consideram ou não relevante incluir nas anotações.



O Instrumento de Avaliação 8 é uma prova escrita, individual, envolvendo o contexto de “matemática pura”, podendo envolver questões abertas de exploração, exercícios e problemas.

Os instrumentos 6, 7 e 8 foram aplicados na dissertação, em um momento em que o foco da disciplina estava voltado para a aplicação de regras. Buscou-se, construir instrumentos que contemplassem características do ambiente de ensino e de aprendizagem proposto na disciplina e diferenciando-se do modo como, usualmente, é feito em uma abordagem mais tradicional.

Esses instrumentos de avaliação podem ser acessados por QR Code

6º Instrumento



7º Instrumento



8º Instrumento



Reflexões sobre as oportunidades de aprendizagens geradas





Os momentos formais de avaliação a partir dos 8 instrumentos descritos ocorreram quinzenalmente oportunizando mais reflexões, autorregulação, interação entre professor e aluno e entre os próprios alunos e, conseqüentemente, fornecendo mais informações a respeito dos processos de ensino e de aprendizagem, se comparados a um modelo tradicional de avaliação.

Além do processo avaliativo que busca articular o caráter somativo com o caráter formativo ser mais justo para os estudantes, possibilitou, também, olhar a avaliação como parte ativa do currículo, ou seja, contínua e articulada às atividades acadêmicas dos estudantes (BRASIL, 2019). Separamos alguns aspectos que merecem destaque como:

- A natureza educativa/didática oportunizou momentos de reflexão tanto para o aluno regular seu próprio processo de aprendizagem quanto para o professor regular e intervir.
- A comunicação que esteve presente em todos os momentos no ambiente de ensino e de aprendizagem, ocorrendo tanto de forma oral como escrita, por meio das discussões promovidas entre o professor e o estudante, ou entre os próprios estudantes.
- A estrutura curricular não usual e em formato de espiral, na qual os estudantes tiveram a oportunidade de retomar e “revisitar”, em vários momentos, os diversos conteúdos da ementa da disciplina, de forma cada vez mais entrelaçada e aprofundada, de modo que sua nota não fosse atribuída por meio de provas que abordam, separadamente, esses conteúdos (como em uma prática tradicional e um currículo linear).

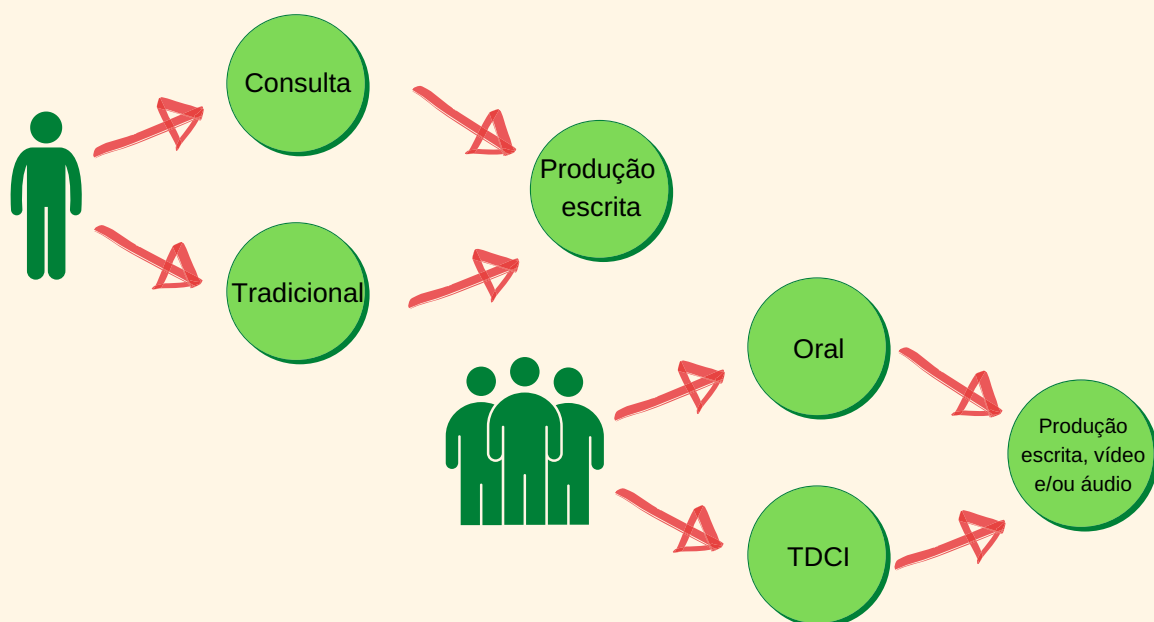


- A diversificação de instrumentos que ocorreu em oito momentos formais de avaliação, além de um portfólio organizado ao longo de todo semestre.

Apesar da especificidade de cada instrumento, alguns características comuns a vários deles foram:

1. A elaboração das "colas" constituíram-se momentos de reflexão e síntese de conceitos considerados importantes, além de evitar a preocupação com a memorização. Além disso, retirou-se a ideia de subversão da cola, que foi tornada uma ferramenta de estudo e material de consulta para a prova.
2. A comunicação oral, totalmente diferente dos moldes tradicionais, possibilitou “ouvir o que estava acontecendo na cabeça dos estudantes” e entender melhor seu raciocínio matemático, que, na maioria das vezes, é sintetizado, parcialmente, na produção escrita.

No esquema apresentado abaixo buscamos evidenciar as características que consideramos representativas de cada instrumento de avaliação.





Esse esquema ilustra algumas similaridades entre os vários instrumentos utilizados. Por exemplo: as avaliações individuais, quase sempre foram realizadas com algum material de consulta (fotocópia do livro, cola coletiva, cola individual, caderno, cola roteiro); e as avaliações realizadas em grupos, geralmente foram combinadas com recursos que possibilitaram a avaliação do desempenho oral (áudio/vídeo) e o uso de TDIC.

Nas respostas ao questionário proposto ao final do semestre (detalhadas na dissertação), foi comum encontrar algum comentário sobre o uso do material de consulta como um instrumento que proporcionou aos estudantes duas das funções anexas de uma avaliação formativa: assistência e segurança.

5) Até IV, as pessoas com algum tipo de consulta ajudaram principalmente na tranquilidade ao fazer a prova, já que o conhecimento já estava fixo, serviam para confirmação de conhecimentos precisos. Não senti ^{grande} diferença entre os diferentes tipos de cola, mas preferi a cola coletiva já que só foram feitas colas com as relações trigonométricas e fórmulas, de modo que me senti incentivado a estudar.

Sobre o uso do material de apoio.

6) O uso de uma "cola" ou material de apoio ajudou que na minha opinião, traz para o aluno uma segurança e domínio do conteúdo. Pois conforme os exercícios elaborados em sala tem uma base para a prova no caderno.



Tratando da configuração dos instrumentos que utilizaram o material de apoio, geralmente possuíam de 3 a 4 questões abertas que solicitavam aos estudantes propor, criar ou construir um problema envolvendo o conteúdo, e que ofereciam aos estudantes a oportunidade de evidenciar sua aprendizagem.

Para ilustrar, tomemos o Instrumento de Avaliação 1 que requeria dos estudantes construir exemplos e, assim, evidenciar sua compreensão sobre o conceito de convergência.

2. “Se os termos de uma sequência alternam entre positivos e negativos, então ela pode ser tanto convergente quanto divergente”. Construa um exemplo (usando tanto fórmula quanto algum tipo de representação gráfica) para ilustrar que ela pode ser convergente, e outro para ilustrar que ela pode ser divergente. Explique suas escolhas.

3. Deseja-se investigar o comportamento térmico de um material submetido a determinado procedimento experimental. Para isso foram tomadas medidas de temperatura em $^{\circ}\text{C}$ em intervalos de 1 em 1 hora, por um período de 12 horas. Os dados são mostrados na tabela ao lado.

a) Em qual momento, durante o monitoramento, observou-se a maior variação de temperatura? Justifique.

b) Explique como utilizar o conceito de função diferença para investigar se a curva que liga os pontos do gráfico da sequência de valores de temperatura é côncava para baixo ou para cima. OBS. A simples marcação de pontos no plano cartesiano não serve como justificativa.

Outro exemplo foi o Instrumento de Avaliação 4 – Parte 2, na qual os estudantes tiveram a autonomia em construir a função polinomial do 3o grau ou, ainda, propor e resolver um problema no contexto de aplicação das integrais definidas no cálculo de áreas.



1. Construa uma função polinomial de 3º grau com dois pontos críticos, sendo as abscissas (coordenadas x) desses pontos negativas. Apresente cálculos que justifiquem sua construção.
2. Para a função construída na questão anterior, determine a equação da reta tangente ao seu gráfico, no ponto de coordenada $x=1$.
3. Ainda para a função construída na questão 1, determine o intervalo em que seu gráfico é côncavo para cima.
4. Proponha e resolva um problema envolvendo o cálculo da área sob o gráfico de uma função do 2º grau que possua duas raízes reais.

Em um ambiente de ensino e de aprendizagem pautado em Episódios de Resolução de Tarefas, a prática de propor aos estudantes criar, construir e dar exemplos de um problema envolvendo um conteúdo específico, se tornou comum, como evidenciado nas tarefas apresentadas no referencial teórico; prática essa que se transpôs para os instrumentos avaliativos, e também nas tarefas do portfólio. Como exemplo:

- na tarefa 1 do portfólio foi solicitado aos estudantes construir e exemplificar situações em que se aplicam casos de sequências numéricas que variam de modos diferentes;
- na tarefa 2 foi solicitado aos estudantes exemplificar situações reais, cuja representação gráfica é feita por parábolas.

Entenda melhor o crescimento da taxa!
Qual parâmetro se utiliza para entender a taxa?

① Construir exemplos de sequência numérica que variam de modos diferentes

② Exemplificar situações aplicadas a cada caso



No que diz respeito à realização do trabalho em grupo no contexto avaliativo, podemos destacar o incentivo à iteração entre os estudantes. As oportunidades de aprendizagem geradas estão relacionadas com o modo de lidar com os diferentes pensamentos, no ajuste de informações que surgem referente aos significados e interpretações, na negociação de uma solução comum entre os estudantes.

Outra oportunidade de aprendizagem refere-se à comunicação que se estabelece entre membros do grupo, podendo destacar a solidariedade, a socialização, o espírito de trabalho coletivo, a troca e a ressignificação de conhecimentos que ocorre durante a realização da avaliação, aspectos esses que ultrapassam práticas de avaliação tradicionais, e que se alinham às DCN da Engenharia (BRASIL, 2019).

Referente à configuração das questões para os instrumentos que contemplam essas características, podemos destacar algumas palavras que remetem a ação de reflexão (comente, descreva, explique, investigue, justifique e analise o erro), e que diferem daquelas usualmente presente em provas escritas de CDI em um contexto tradicional (calcule, determine, prove).

Abaixo, há resoluções apresentadas por estudantes em semestres anteriores para questões envolvendo limites.

Para cada um dos limites, escolha três resoluções e analise, procurando evidenciar se:

A estratégia escolhida está adequada para o tipo de limite proposto.

A notação utilizada na resolução está ou não correta.

Há algum equívoco no cálculo e, se houver, qual é.

Identificar se a resposta final está ou não correta.

Você pode fazer anotações e discutir, mas a análise em si deve ser apresentada por meio de áudio enviado para ~~(41) 3333-3333~~. Não há um tempo padrão para o áudio, mas procure não ultrapassar 5 minutos.



Os instrumentos de avaliação organizados desta forma proporcionaram ao estudante assumir um papel ativo no seu processo de aprendizagem, traçando suas próprias estratégias de estudo, fazendo reconhecer onde encontra as suas falhas e podendo corrigi-las.

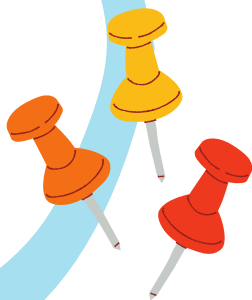
A avaliação deixou de ser um momento de “sorte ou azar”, e o estudante foi convidado a se preparar de forma sistemática, direcionada.



Considerações Finais (reflexões da 1ª autora)

A experiência de observar uma metodologia de ensino diferente dos moldes usuais de ensino e a diversificação dos instrumentos de avaliação mostrou possibilidades reais de não ficar preso ao tradicionalismo. Por muitas vezes, olhamos para essa “utopia” de tentar posicionar no mesmo plano aspectos formativos com os somativos (porque a avaliação formativa me trazia uma ideia de algo que eu não conseguiria alcançar, como se estivesse em uma outra dimensão).

Entendo que, ao se considerar os contextos reais de ensino, não conseguimos trazer para o “chão de aula” uma avaliação que seja 100% formativa devido às demandas político-pedagógicas instituídas no ambiente escolar, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior.



Mas conseguimos nos aproximar dela, no intuito de promover a aprendizagem e alguma equidade aos nossos estudantes.

O objetivo desse material foi exemplificar como trazer, sempre que possível, para o ambiente de ensino que muitas vezes é somativo, o caráter formativo, ao avaliar seus estudantes.

Cabe ao leitor incorporá-lo na sua prática pedagógica da maneira que achar mais oportuna. Uma vez que, segundo Pedrochi Júnior (2018) o que caracteriza se um instrumento é a sua utilização, o foco da avaliação, as intenções ao avaliar e as justificativas para o uso do instrumento.



REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. A.; TREVISAN, A. L. Uma Experiência com um Instrumento de Avaliação do Desempenho Oral no Âmbito da Disciplina de Cálculo. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, v.9, p. 731-749, 2020.

BORSSOI, A. H.; SILVA, K. A. P.; FERRUZZI, E. C. Tarefas desencadeadas em aulas com modelagem matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016, São Paulo. *Anais... ENEM*, 12. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016. p. 1-12.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, Brasília (Brasil), 26 abr. 2019. Edição 89. Seção 1, p. 43.

IANNONE, P.; CZICHOWSKY, C.; RUF, J. The impact of high stakes oral performance assessment on students' approaches to learning: a case study. *Educational Studies in Mathematics*, v. 103, p. 313–337, 2020.

MENDES, M. T.; TREVISAN, A. L.; ELIAS, H. R. A utilização de TDIC em tarefas de avaliação: uma possibilidade para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. *Debates em Educação*, v. 10, n. 22, p. 140-163, 2018.



PEDROCHI JUNIOR, O. **A avaliação formativa como oportunidade de aprendizagem: fio condutor da prática pedagógica escolar.** 2018. 69 f. Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

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

STEIN, M.; SMITH, M. Tarefas Matemáticas como quadro para reflexão. **Educação e Matemática**, v. 105, p. 22-28, 2009.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. . Integral antes de derivada? Derivada antes de integral? Limite, no final? Uma proposta para organizar um curso de Cálculo Integral. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, p. 353-373, 2017.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. Ambientes de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: uma proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, p. 209-227, 2018.

