



## O ENSINO E A APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE ENGENHARIA: AS VERSÕES FRANCESA E BRASILEIRA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5078

**Autores:** MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF, LUIS MAURICIO MARTINS DE RESENDE, CRISTIAN JOSEPH ANTOINE MERCAT, JULIANA CASTANON XAVIER

**Resumo:** O objetivo deste artigo é compreender a dinâmica da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 a partir da realidade da Université Claude Bernard Lyon 1 e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Pato Branco. Durante o ano escolar 2022-2023, houve uma turma da disciplina de Álgebra e Análise no curso preparatório na Lyon 1. Os alunos foram divididos em 5 grupos de Travaux Dirigés, para a resolução de exercícios. Durante os dois semestres, oito professores foram observados. Além disso, a UTFPR de Pato Branco ofereceu quatro turmas de Cálculo Diferencial e Integral 1 no segundo semestre de 2023. Atividades de ensino foram observadas e anotados o tempo de duração, como o tempo em que o professor passa dedicado ao quadro, tempo que os alunos passam resolvendo exercícios individualmente, e as discussões com toda a classe, por exemplo. Além disso, os professores também responderam um questionário sobre a frequência com que realizam certas atividades, bem como quais atividades eles acreditam que podem melhorar a aprendizagem dos alunos. O tempo destinado à resolução de exercícios e as oportunidades de desenvolver um ensino mais centrado no aluno, estão entre os principais aspectos que podem inspirar mudanças e melhorias no modelo brasileiro no contexto dos cursos de Engenharia.

**Palavras-chave:** Cálculo Diferencial e Integral, Metodologia, Ensino e Aprendizagem

# O ENSINO E A APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE ENGENHARIA: AS VERSÕES FRANCESA E BRASILEIRA

## 1 INTRODUÇÃO

É consenso entre os pesquisadores que o modelo educacional brasileiro foi influenciado pela França. Essa influência começou quando os burgueses enviaram seus filhos para a França durante o período colonial e, mais tarde, quando as universidades e escolas foram estabelecidas. Podemos citar o Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, onde materiais e conteúdo didático foram "importados", e a fundação da Universidade de São Paulo, que contratou professores franceses (Lucchesi, 2011).

Os cursos de engenharia franceses são atualmente de dez semestres. Os quatro primeiros semestres podem ser feitos fora da instituição de Ensino Superior (IES), em um liceu, em cursos específicos de preparação, ou na própria escola de engenharia, dependendo da instituição de ensino que oferece o curso.

O aluno deve usar sua nota de avaliação do ensino médio para solicitar uma vaga em uma escola de engenharia francesa ou em um curso preparatório. O acadêmico, por outro lado, precisa passar por um curso preparatório de dois anos que termina em uma competição nacional se decidir candidatar-se a uma das 154 *Grand Écoles*.

O curso preparatório oferece uma sólida formação básica, com 480 horas em matemática e 420 horas destinadas para física e mecânica. Após dois anos de formação básica no curso preparatório, o acadêmico realizará durante os 3 anos seguintes, somente a formação específica na *Grand École*.

As IES do Brasil têm formas diferentes de entrada nos cursos superiores. O modelo não padronizado oferece aos acadêmicos diferentes oportunidades e, às vezes, existem até mais de uma forma de pleitear uma mesma vaga em um curso. Os principais modelos incluem: os tradicionais vestibulares, vocacionados ou não; os resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), realizado pelo Sistema de Seleção Unificada (SiSU) ou diretamente na instituição; e as notas do histórico escolar do ensino médio.

Atualmente os cursos de engenharia no Brasil oferecem principalmente uma formação básica nos dois primeiros anos, com carga horária elevada para matemática e física e algumas disciplinas introdutórias em engenharia. Os três anos seguintes são voltados para a formação específica escolhida pelo acadêmico no momento de ingresso no curso.

Assim como as formas de ingressos nas IES, a sequência das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral nos cursos brasileiros de engenharia também variam, sobretudo na quantidade de disciplinas e na carga horária na matriz curricular dos cursos

Diante deste cenário, os autores propõem nesse artigo compreender a dinâmica para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 (CDI1) conforme o modelo francês atual a partir da realidade da *Université Claude Bernard Lyon 1* (Lyon 1), e do modelo brasileiro, a partir da realidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Pato Branco. E a partir dessa pesquisa, apresentar quais os aspectos que podem inspirar mudanças e melhorias no modelo brasileiro no contexto dos cursos de Engenharia.

Para coletar os dados foram observadas aulas e aplicados questionários a professores e alunos. Segundo Reis (2011) a observação de aulas ajuda a melhorar a

qualidade do ensino e da aprendizagem, pois permite acesso às estratégias e metodologias de ensino, as atividades aplicadas e as interações entre professores e alunos.

Uma revisão da literatura foi realizada antes de chegar a uma decisão sobre quais aspectos deveriam ser observados nas aulas, e quais perguntas deveriam ser incluídas nos questionários. O objetivo dessa revisão foi de obter uma melhor compreensão do uso de metodologias ativas no ensino de matemática nas engenharias e como essas abordagens afetam o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o roteiro de observação e os questionários foram ajustados a partir do instrumento que Ellis, Kelton e Rasmussen (2014) utilizaram.

## 2 O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Os conteúdos Cálculo Diferencial e Integral (CDI) são apresentados em diferentes configurações na França e no Brasil. Na França, na Lyon 1 nos ocupamos da disciplina de matemática intitulada Álgebra e Análise, que aborda conteúdos que no Brasil estão distribuídos principalmente entre as disciplinas que conhecemos por Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear.

Já no Brasil, a sequência de disciplinas de CDI pode variar em número e/ou em carga horária. A UTFPR Pato Branco tem duas versões, dependendo do curso de engenharia. Nas Engenharia da Computação, Elétrica e Mecânica a sequência de disciplinas de CDI é formada por 2 unidades: Cálculo em Uma Variável Real (90 horas e 6 aulas semanais), e Cálculo em Várias Variáveis Reais (60 horas e 4 aulas semanais). A exceção é para o curso de Engenharia Civil que oferece a sequência de CDI em 3 unidades de 60 horas cada: Pré-Cálculo e Cálculo Diferencial e Integral 1 (com ementa equivalente a Cálculo em Uma Variável Real) e Cálculo Diferencial e Integral 2. A diferença está basicamente em discutir o conteúdo de Funções na disciplina de Pré-Cálculo.

Para fins de análises, a coleta de dados e as observações das aulas no Brasil ocorreram nas disciplinas de Cálculo em Uma Variável Real e Cálculo Diferencial e Integral 1, devido ao número de turmas ofertadas, número de alunos matriculados, e semelhança entre as ementas.

### 2.1 França: a disciplina de Álgebra e Análise

Álgebra e Análise é uma disciplina que ocorre no primeiro ano do curso preparatório e tem 240 horas, com duração anual, mas é organizada em semestres. A disciplina tem um professor coordenador. Ele é responsável pela organização da mesma entre os semestres e pela articulação das atividades e dos professores das turmas de *Travaux Dirigés* (TD).

Os alunos têm 10,5 horas semanais de matemática durante o primeiro ano, sendo 4,5 horas de aulas em um grande auditório, com cerca de 130 alunos e um único professor. Para as turmas de TD os alunos são divididos em 5 grupos, e participam de aulas de resolução de exercícios durante as seis horas restantes.

As aulas no auditório são expositivas e focam em teoremas e demonstrações. Nos grupos de TD, por outro lado, o foco está na resolução de exercícios, sendo que a dinâmica da aula varia de acordo com o professor.

O auditório, que tem capacidade para 200 alunos, é equipado com um projetor multimídia, duas telas nas laterais do quadro negro. O quadro é amplo e possui três níveis. Há uma variedade de cores de giz disponíveis.

As salas de aula dos TDs variavam de pequenas salas com capacidade para 30 alunos e um pequeno quadro negro ou branco, até salas maiores, com capacidade para 50 alunos, quadro amplo, e projetor multimídia instalado. Várias cores de giz estavam

disponíveis, quando a sala possuía quadro para giz. Quando o quadro branco era branco, os professores possuíam pelo menos três cores de canetão.

Em uma página da internet é disponibilizado a ementa, o cronograma da disciplina, o conteúdo de cada aula, os exercícios para cada encontro de cada grupo de TD, listas de exercícios com gabaritos, descrição do sistema de avaliação, links para livros e textos complementares, avaliações anteriores com gabarito, arquivos de anos anteriores, e recados.

O cronograma é rígido e o professor da disciplina dita o ritmo do TD. Se o professor precisa “acelerar” um conteúdo, no TD ocorrerá o mesmo. A ementa do primeiro semestre é: cálculos algébricos, noções básicas de lógica, números complexos, aritmética, polinômios, funções e aplicações, sequências e séries reais, limite e continuidade de funções e diferenciação. Enquanto matrizes, espaços vetoriais, aplicações lineares, funções racionais, integração e equações diferenciais compõem a ementa do segundo semestre.

Os alunos passam por 4 a 8 provas escritas, que correspondem a 30% da nota final. Em grupos de 3 alunos são submetidos a avaliações orais sobre definições e teoremas. As avaliações orais têm duração de 1 hora e ocorrem 4 vezes ao longo do semestre, representando 40% da nota final. O exame final é uma avaliação única que é aplicada a todos os alunos matriculados na mesma disciplina da instituição, e representa 30% da nota final.

## 2.2 Brasil: a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1

No segundo semestre de 2023 a UTFPR Pato Branco ofereceu 3 turmas de Cálculo em Uma Variável Real, para alunos dos cursos de Engenharia da Computação, Elétrica e Mecânica, e que reprovaram na disciplina em semestres anteriores. E uma turma de CDI1 para os alunos regulares da Engenharia Civil.

Quatro professores lecionaram as disciplinas. As aulas ocorreram em salas de aulas com capacidade para 60 alunos, quadro branco amplo, equipadas com projetor multimídia e climatizadas. O tamanho das turmas variou entre 23 e 29 alunos.

Os professores utilizam o Moodle para disponibilizar o planejamento da disciplina, materiais complementares, listas de exercícios, além de manter um canal de comunicação com os alunos.

A ementa de Cálculo em Uma Variável Real trata de funções, limites, derivadas e integrais de uma variável real. Enquanto CDI1 aborda limites, derivadas e integrais de uma variável real.

As aulas são expositivas e dialogadas, tanto na apresentação dos conteúdos como para a resolução de exercícios, variando um pouco a dinâmica da aula de acordo com o professor.

O cronograma é flexível e o professor da disciplina acaba adaptando as características e necessidades de cada turma. Os alunos realizam 3 provas escritas, e o professor pode incluir atividades complementares de avaliação e/ou avaliações de recuperação.

## 3 AS ATIVIDADES DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM DE CDI1

Inspirado no trabalho de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014), 21 atividades foram elencadas para a observação das aulas de CDI1, e os professores foram questionados quanto ao emprego destas atividades em suas aulas, além de elencarem aquelas que julgam ser as cinco mais relevantes para a aprendizagem dos alunos. A seguir passamos a discutir as observações realizadas e os dados coletados a partir dos questionários.

### 3.1 Observações dos grupos de TD

Os alunos foram divididos em 5 grupos de TD (TD1, TD2, TD3, TD4 e TD5) no ano escolar 2022-2023. Os grupos se reuniam simultaneamente com dois encontros semanais de 3h de duração cada, com uma pausa de 15 minutos. Para o grupo TD1 foram selecionados 30 alunos com as melhores notas de ingresso, e os grupos restantes tinham 25 alunos. Os grupos TD4 e TD5 tiveram dois professores ministrando o TD ao mesmo tempo, alternando entre os encontros, durante o primeiro e segundo semestre respectivamente, e estes professores não foram observados. Os oito professores de TD observados serão identificados por A, B, C, D, E, F, G e H.

O Quadro 1 mostra os professores observados, os grupos de TD e o número de encontros observados.

Quadro 1 – Professores e encontros observados no TD

Professor	Grupo	Número de encontros observados
A	TD1	7
B	TD2	3
C	TD3	3
D	TD5	3
E	TD3	3,5
F	TD2	3
G	TD4	3
H	TD1	3,5

Fonte: os autores.

O número de encontros que foram observados variou de acordo com a disponibilidade dos professores para receber a primeira autora. Além disso, os movimentos sociais e os dias de greves que ocorreram durante o ano escolar perturbaram o cronograma, dificultando a disponibilidade dos professores.

As principais características observadas durante as aulas e o tempo médio dedicado a cada uma delas em minutos estão resumidas na Tabela 1. Cada encontro equivale a 180 minutos.

Tabela 1 – Características observadas e tempo médio no TD

Professor	Professor dedicado ao quadro	Alunos dedicado ao quadro	Professor respondendo alunos	Alunos trabalhando individualmente	Discussão com toda a classe	Alunos explicam seu raciocínio
A	74,1	57,7	9,7	14,4	0,0	0,0
B	116,7	0,0	11,3	17,7	4,7	8,3
C	121,7	13,7	21,3	1,3	2,0	5,3
D	107,3	3,7	21,7	29,3	0,0	1,3
E	98,3	18,6	10,3	2,0	0,0	30,3
F	115,3	0,0	19,7	29,3	0,7	2,0
G	84,7	4,3	9,7	76,7	0,7	0,7
H	69,4	38,9	13,4	20,3	13,1	6,0
<b>Média</b>	<b>94,6</b>	<b>23,1</b>	<b>13,9</b>	<b>22,1</b>	<b>2,4</b>	<b>6,2</b>

Fonte: os autores

Os encontros de TD são destinados para a resolução de exercícios, geralmente o professor apresentando a solução no quadro, e ocasionalmente os alunos apresentando a solução de alguns exercícios. Os professores perguntavam aos alunos se alguém tinha interesse em ir ao quadro. Alguns alunos se ofereceram mais de uma vez, mas outros se negaram de ir ao quadro, dizendo não estarem preparados.

Os professores C e G são os mais jovens, e têm 8 e 4 anos de experiência docente, respectivamente. Eles se relacionam com os alunos de maneira diferente dos demais professores. O professor C passou dois terços da aula no quadro, mas passou 50% mais tempo respondendo aos alunos do que a média. Ele também era frequentemente abordado pelos alunos no intervalo ou ao final da aula, para alguma dúvida, em conversa descontraída, oferecia um café como recompensa aos alunos que resolvessem um exercício específico.

Já o professor G dedicou 3,5 vezes o tempo médio ao trabalho dos alunos resolvendo exercícios individualmente. Vale destacar que durante todo esse tempo esteve circulando pelas carteiras ajudando e respondendo aos alunos. Por outro lado, pareceu que a pequena diferença de idade entre o professor e os alunos, permitiu que os alunos se expressassem mais livremente, mas com conversas paralelas nos pareceu que não respeitavam o professor.

O professor F tem dez anos de experiência docente e não convidou os alunos ao quadro. Além disso, seu tempo dedicado ao quadro é alto, quase dois terços do tempo de aula. No entanto, ele explica detalhadamente cada etapa da resolução e qual teorema permite a operação ou conclusão, enquanto está no quadro. Além disso, está acima da média no tempo destinado para responder aos alunos e na atividade dos alunos trabalhando individualmente. É o único professor que verificou a presença dos alunos em todos os encontros observados.

Os outros professores têm entre 18 e 32 anos de experiência. O professor B chegou a conclusão que a maioria dos alunos não resolveu os exercícios antes do encontro de TD, como é recomendado. É rigoroso quanto ao uso de celulares durante a aula e as conversas paralelas. Além disso, tem tempo acima da média dedicado ao quadro, ele não convidou alunos a irem ao quadro, mas discute com toda a classe, e pede que os alunos expliquem seus raciocínios.

O professor A dedica um terço do tempo para a atividade do aluno resolver exercícios no quadro, 2,5 vezes o tempo médio, mas não solicita aos alunos explicarem o seu raciocínio durante a atividade. O professor A falou algumas vezes da importância de memorizar algumas fórmulas e de ir ao quadro sem material de apoio. Também mostrou estar preocupado com uma aluna que chegou ao curso somente no sétimo encontro, perguntando se ela estava acompanhando, e a incentivou a fazer perguntas.

Nas aulas dos professores A, D e E não pode ser observada a atividade de realizar uma discussão com toda a classe. No entanto, D passou 50% mais tempo respondendo aos alunos do que a média, enquanto E foi o professor que dedicou mais tempo aos alunos explicando seus raciocínios, quase cinco vezes que o tempo médio.

Ao passar menos tempo no quadro e mais tempo em discussões com toda a classe, o professor H mostrou um maior equilíbrio entre as atividades observadas. Em um questionário aplicado entre os professores, ele afirma que é possível conduzir as aulas desta maneira graças ao envolvimento e compromisso dos alunos. Ele afirma ainda que em outras turmas, esse método não é viável.

### 3.2 Observações da disciplina de CDI1

No segundo semestre de 2023 foram quatro professores que lecionaram as disciplinas de Cálculo em Uma Variável Real (3 turmas) e de CDI1 (1 turma). Os professores

P1 e P2 lecionaram nas segundas-feiras, quartas-feiras e quintas-feiras, entre 15h50 e 17h30. O professor P3 lecionava nos mesmos dias da semana, porém entre 10h20 e 12h. E o professor P4 os encontros ocorreram nas segundas-feiras e quintas-feiras, entre 15h50 e 17h30.

O Quadro 2 mostra os professores que foram observados, relacionando a disciplina e o número de encontros observados.

Quadro 2 – Professores e encontros observados

Professor	Disciplina	Número de encontros observados
P1	Cálculo em Uma Variável Real	3
P2		2
P3		5
P4	CDI1	2

Fonte: os autores.

O número de encontros observados variou de acordo com a disponibilidade dos professores em receber a primeira autora. Outras atividades acadêmicas como avaliações e a Semana Acadêmica do curso, além dos horários simultâneos, também dificultaram a observação de um número maior de encontros com os professores P1, P2 e P4.

A Tabela 2 resume as principais características observadas durante as aulas e o tempo médio dedicado a cada uma em minutos, lembrando que um encontro totaliza 100 minutos.

Tabela 2 – Características observadas e tempo médio em CDI1

Professor	Professor dedicado ao quadro	Professor respondendo alunos	Discussão com toda a classe	Alunos trabalhando individualmente	Alunos trabalhando em grupo	Uso de softwares
P1	37,4	0,7	4,3	34,3	0	12,7
P2	62	1,5	3,5	9,5	0	0
P3	47,2	7,6	0,8	17,4	11,4	0
P4	57,5	6,5	4,5	8	0	0
<b>Média</b>	<b>51,3</b>	<b>4,1</b>	<b>3,3</b>	<b>17,3</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>

Fonte: os autores

Os professores P2 e P4 são os mais jovens do grupo com 3 e 8 anos de experiência docente respectivamente. E apesar de P2 passar 62% do tempo de aula dedicado ao quadro, a relação dele com os alunos apresenta algumas diferenças, estava em constante diálogo com os alunos, propondo questões e discussões. Os professores P1 e P3 tem 16 e 18 anos de experiência docente. Todos os professores iniciaram suas aulas relembrando o conteúdo da aula anterior.

O professor P1 foi o único a fazer uso do software GeoGebra e a incentivar os alunos a fazerem o mesmo, enquanto o professor P3 foi o único a solicitar que os alunos resolvessem exercícios em grupo. Foi observado que nos momentos em que os alunos foram solicitados a resolverem exercícios individualmente alguns deles se ajudavam, e não eram impedidos de fazê-lo. Se somarmos o tempo dedicado a alunos trabalhando individualmente e em grupo, o professor P3 dedicou 28,8 minutos para esta atividade, e pouco menos da metade do tempo de aula dedicado ao quadro.

O professor P1 também passou menos da metade do tempo da aula dedicado ao quadro, e incentivou os alunos a trabalharem em exercícios e outras atividades, apontando para uma tentativa de colocar os alunos no centro das atividades.

Vale destacar que o professor P3 foi o único que forneceu material complementar em Plataforma Moodle durante os encontros observados.

### 3.3 A metodologia de ensino e a aprendizagem segundo os professores

Os professores foram convidados a responder um questionário para complementar as observações das aulas. A primeira questão foi sobre a frequência em que certas atividades são empregadas nos grupos de TD e nas turmas de CD11. Nunca (1), raramente (2), às vezes (3), muitas vezes (4), e sempre (5) foram as opções de resposta. A média das respostas para os professores do TD e de CD11 é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Atividades desenvolvidas

Atividade	Média professores Franceses	Média professores Brasileiros
Respondo perguntas no quadro	4,6	4,3
Pergunto se os alunos têm dúvidas	4,5	4,3
Resolvo exercícios no quadro	4,3	3,8
Realizo discussão com toda a turma	3,9	3,5
Solicito que aluno explique seu raciocínio	3,8	3,5
Solicito aos alunos resolverem exercícios antes da aula	3,8	3,0
Alunos resolvem exercícios individualmente	3,6	3,5
Atendo aos alunos individualmente	3,4	3,3
Alunos resolvem exercícios no quadro*	3,3	2,5
Aluno explica seu raciocínio em avaliação*	3,1	2,5
Ministro aula em forma de palestra*	2,8	3,3
Proponho um problema novo antes do conteúdo	2,6	2,8
Abordo problema do mundo real	2,3	2,5
Alunos trabalham em grupo	2,1	2,8
Aluno explica um exercício aos colegas	2,1	2,0
Indico material complementar	1,6	2,8
Aluno faz uma apresentação para toda a turma	1,4	1,3
Entrego material pré-aula	1,3	2,3
Utilizo algum software matemático*	1,1	3,3
Aplico um jogo com a turma	1,1	1,3
Uso plataforma com feedback imediato	1,0	1,8

Fonte: os autores

As atividades com frequência entre “às vezes (3)” e “sempre (5)” figuram entre as dez primeiras listadas tanto pelos professores Franceses como os Brasileiros. A lista difere para as atividades em 9ª e 10ª posição. Para os Franceses “Alunos resolvem exercícios no quadro” e “Aluno explica seu raciocínio em avaliação”, e para os Brasileiros temos “Ministro aula em forma de palestra” e “Utilizo algum software matemático”. As atividades indicadas por um asterisco (\*) são aquelas que diferem entre as dez mais frequentes para os professores Franceses e Brasileiros.

A segunda pergunta envolve a aprendizagem dos alunos, quanto as mesmas atividades, que o professor acredita serem as cinco que podem contribuir para melhorar a aprendizagem. A atividade mais importante foi atribuída 5, e a quinta mais importante foi atribuído 1. Esta pergunta não foi respondida pelo professor D. A Tabela 4 traz as atividades apontadas pelos professores Franceses e Brasileiros.

Tabela 4 – Alunos aprendem melhor quando...

Atividade	Importância segundo professores Franceses	Importância segundo professores Brasileiros
Resolvem exercícios antes da aula	2,7	1,0
Professor resolve exercícios no quadro*	2,3	2,3
Resolvem exercícios individualmente	2,0	0,8
Colocam perguntas sobre as suas dúvidas*	2,0	1,8
Trabalham em grupo	1,7	1,3
Explica um exercício a um colega	1,1	2,5
Tem suas dúvidas respondidas no quadro	1,0	0,0
Participa de uma discussão com toda a turma	0,9	0,0
É atendido individualmente pelo professor	0,4	0,8
Resolver exercícios no quadro	0,3	1,5
Resolve um problema novo antes do conteúdo	0,3	0,0
Explica seu raciocínio em uma avaliação	0,1	1,0
Tem acesso a material complementar	0,1	0,0
Explica seu raciocínio em sala	0,0	2,3

Fonte: os autores

Resolver exercícios antes da aula, professor resolver exercício no quadro, e os alunos resolverem exercícios individualmente são características do TD, e figuram nas primeiras posições indicada pelos professores como característica que podem contribuir para melhora a aprendizagem.

Entre os professores Franceses, o “professor resolve exercícios no quadro” e os “alunos resolvendo exercícios individualmente” além de figurarem como atividades importantes para a aprendizagem, foram listadas como atividades desenvolvidas pelos professores e também foram observadas frequentemente nas aulas.

É intrigante que os professores Brasileiros apontam “explica um exercício a um colega” como a atividade mais importante, e esta atividade não pode ser observada durante os encontros. Enquanto o “professor resolve exercícios no quadro” e o aluno “explica seu raciocínio” também foram listadas como atividades desenvolvidas pelos professores e que puderam ser observadas nas aulas, principalmente as atividades do professor dedicado ao quadro.

A lista das cinco atividades mais importantes difere entre os professores Franceses e Brasileiros. As atividades indicadas por um asterisco (\*) são aquelas que figuram entre as cinco mais importantes para os dois grupos.

#### 4 DISCUSSÃO

O modelo da disciplina Álgebra e Análise desenvolvido na LYON 1 é semelhante ao modelo apresentados por outros autores como Gruber et al. (2021) e Hancock et al. (2021) nos Estados Unidos, e Radzimski et al. (2021) no Canadá, considerando as aulas de uma grande turma no auditório seguido de encontros para resolver exercícios. A diferença, no entanto, reside na duração de cada encontro e na quantidade de horas dedicadas à resolução de exercícios.

Já modelo da disciplina CDI1 desenvolvida na UTFPR Pato Branco se assemelha ao modelo praticado no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e no Instituto Federal Catarinense (IFC) onde a primeira autora já atuou como docente, e difere bastante do modelo francês.

Quando observamos os professores Franceses, temos diferenças entre os tempos para responder aos alunos nos grupos de TD. Analisando esse dados para os professores

A, B, C e D observados durante o primeiro semestre, acreditamos que o professor A tenha dedicado menos tempo pois eram os primeiros encontros do semestre, e os alunos estavam construindo laços entre si e com o professor, até se sentirem mais a vontade para colocarem suas dúvidas. Ao longo do semestre o tempo para responder aos alunos foi aumentando para os demais professores observados. Isso parece confirmar que a conexão estava sendo construída entre alunos e professores.

No segundo semestre, os professores E e F repetem essa característica. Nos pareceu que entre os professores G e H, o tempo de responder aos questionamentos dos alunos está relacionado às atividades dos alunos resolverem exercícios individualmente. Os professores responderam às perguntas dos alunos quando se aproximavam das carteiras, circulando pela sala.

Acreditamos que os alunos não estavam resolvendo os exercícios recomendados com antecedência, devido ao tempo dedicado aos exercícios individualmente nos grupos de TD, conforme observado pelo professor B. assim como o tempo que o professor dedica ao quadro e às soluções dos exercícios, enquanto os alunos apenas copiam.

Ao longo das observações, atividades como “Pergunto se os alunos têm dúvidas” e “Solicito aos alunos resolverem exercícios antes da aula”, que foram classificadas com frequência entre “às vezes (3)” e “sempre (5)”, foram identificadas, mas não figuram entre as atividades mais observadas, por que fazer perguntas aos alunos ou indicar os exercícios não leva muito tempo.

As atividades “Respondo perguntas no quadro” e “Resolvo exercícios no quadro”, que foram classificadas com frequência entre “muitas vezes (4)” e “sempre (5)”, e “Ministro aula em forma de palestra” foram reunidas como o tempo que o professor passa dedicado ao quadro durante as observações. Elas refletem o fato de que essas atividades ocupam em média metade do tempo da aula, tanto na França como no Brasil.

Na França temos “Alunos resolvem exercícios individualmente” e “Alunos resolvem exercícios no quadro” e que ocupam em média 12,3% e 12,8% do tempo de aula respectivamente. Somadas as atividades, temos 25,1% do tempo da aula os alunos resolvendo exercícios. Estas atividades figuram entre as sete mais indicadas pelos professores.

Já no Brasil os “Alunos resolvem exercícios individualmente”, a quarta atividade mais citadas pelos professores, ocupa em média 17,4% do tempo de aula. Enquanto os professores P2 e P4 dedicam menos de 10% do tempo de aula para esta atividade.

Parece haver uma concordância entre os professores Franceses e Brasileiros quanto a metodologia de ensino para a disciplina de CDI, pois as oito primeiras atividades de ensino são comuns aos dois grupos, mesmo sendo classes com características distintas, onde o TD tem como objetivo a resolução de exercícios. Estas atividades em sua grande maioria têm características de trabalho individual, como: “Resolvo exercícios no quadro”, “Respondo perguntas no quadro”, “Pergunto se os alunos têm dúvidas”, “Solicito que aluno explique seu raciocínio”, “Solicito aos alunos resolverem exercícios antes da aula”, “Alunos resolvem exercícios individualmente” e “Atendo aos alunos individualmente”.

Ressaltamos que o uso de software matemático foi utilizado somente por um professor Brasileiro (P1) nas aulas observadas, e figura entre as dez primeiras atividades listadas, com frequência entre “às vezes (3)” e “sempre (5)” para os professores Brasileiros.

Os professores Franceses indicaram ainda as atividade de “Resolvem exercícios individualmente” e “Trabalham em grupo” entre as mais importantes, porém nos parecem atividades antagônicas e não complementares.

Enquanto os professores Brasileiros acreditam que as atividades que contribuem para a aprendizagem dos alunos, e aquelas que afirmam utilizar em suas aulas, parecem não estar em sintonia, pois “Explicar um exercício a um colega” e “Resolver exercícios no

quadro” citadas como a primeira e a quinta atividades mais importantes para a aprendizagem, não figuram entre as 10 atividades mais utilizadas pelos professores, e não foram identificadas nos encontros observados.

Por fim, as atividades “Professor resolve exercícios no quadro” e “Colocam perguntas sobre as suas dúvidas” citadas pelos professores Franceses e Brasileiros como importantes para a aprendizagem aponta para a necessidade da resolução de exercícios, e que os alunos não saiam da aula com dúvidas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo francês observado nos grupos de TD da disciplina de Álgebra e Análise na LYON 1 apresenta características que podem contribuir para o modelo brasileiro para a disciplina de CDI1.

Podemos destacar a carga horária destinada para a disciplina, e principalmente o tempo destinado para a resolução de exercícios, sendo um espaço que permite alguma flexibilidade, no tocante a metodologia de ensino adotada, mesmo que em parte das aulas, como relatado por Bénéteau et al. (2016), Gruber et al. (2021), Hyland, van Kampen e Nolan (2021), Krause, Maccombs e Wong (2021), Ng et al. (2020), Olson, Cooper e Loughheed (2011), Reinholz (2015), Villalobos et al. (2021), entre outros.

Destacamos as atividades em que os alunos resolvem exercícios no quadro, porém poderiam explorar melhor este momento, principalmente associando a atividade em que o aluno explica o seu raciocínio. Assim como as atividades em que os alunos trabalham individualmente na resolução de exercícios, poderiam ser convertidas para atividades em que os alunos trabalham em grupos, criando um espaço de discussões significativas segundo Talbert (2014), alcançando progressos reais, para alunos orientados a se tornarem aprendizes autorregulados e para toda a vida.

Assim, estaríamos em direção a um ensino mais centrado no aluno, como recomendam as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2019), e como Albalawi (2018) destaca a importância da aprendizagem autorregulada e da aprendizagem centrada no aluno, para que os alunos estejam de fato envolvidos no processo de aprendizagem, e assumam responsabilidades, tornando-os aprendizes ao longo da vida.

Como ainda afirmam Bonwell e Eison (1991, p. 19), a “a aprendizagem ativa envolve os alunos fazendo coisas e pensando sobre as coisas que estão fazendo”.

Ainda podemos incluir o uso de softwares como o GeoGebra nas aulas de CDI1, como ferramenta para acelerar a compreensão do conteúdo (Božić, Takači e Stankov, 2021) e realizar manipulações que o ambiente estático do quadro não permite (Yimer, 2020).

Como perspectivas futuras, a continuação deste trabalho permitirá ainda uma análise das percepções dos alunos sobre a metodologia de ensino do professor e suas próprias percepções de aprendizagem. Isso permitirá comparar as observações realizadas, os apontamentos dos professores, e as percepções dos alunos.

## REFERÊNCIAS

ALBALAWI, A. S. The Effect of Using Flipped Classroom in Teaching Calculus on Students' Achievements at University of Tabuk. **International Journal of Research in Education and Science**, v. 4, n. 1, p. 198–207, 24 jan. 2018.

- BÉNÉTEAU, C. et al. Peer-Led Guided Inquiry in Calculus at University of South Florida. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 17, n. 2, p. 5–13, 2016.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. Washington, DC: ASHE-ERIC Higher Education Reports, 1991.
- BOŽIĆ, R.; TAKAČI, Đ.; STANKOV, G. Influence of dynamic software environment on students' achievement of learning functions with parameters. **Interactive Learning Environments**, v. 29, n. 4, p. 655–669, 19 maio 2021.
- BRASIL. Resolução CNE/CES No. 2 de 24 de Abril de 2019. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. DOU No. 80, 26 de Abril de 2019, Seção 1, Pág. 43-44, Brasília, 2019.
- ELLIS, J.; KELTON, M. L.; RASMUSSEN, C. Student perceptions of pedagogy and associated persistence in calculus. **ZDM**, v. 46, n. 4, p. 661–673, 22 ago. 2014.
- GRUBER, S. et al. Active Learning in an Undergraduate Precalculus Course: Insights from a Course Redesign. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 358–370, 28 maio 2021.
- HANCOCK, E. et al. A Holistic Approach to Supporting Student-Centered Pedagogy: Navigating Co-Requisite Calculus I. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 608–626, 28 maio 2021.
- HYLAND, D.; VAN KAMPEN, P.; NOLAN, B. Introducing Direction Fields to Students Learning Ordinary Differential Equations (ODEs) through Guided Inquiry. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 52, n. 3, p. 331–348, 2021.
- KRAUSE, A. J.; MACCOMBS, R. J.; WONG, W. W. Y. Experiencing Calculus Through Computational Labs: Our Department's Cultural Drift Toward Modernizing Mathematics Instruction. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 434–448, 28 maio 2021.
- LUCCHESI, M. A. S. O Ensino Superior Brasileiro e a Influência do Modelo Francês. In: XI Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul, II Congresso Internacional IGLU, 2011, Florianópolis. **Anais. Gestão Universitária, Cooperação Internacional e Compromisso Social**. Florianópolis: IGLU, 2011. p. 1-12. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/29534/7.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 abr 2023.
- NG, O.-L. et al. Active Learning in Undergraduate Mathematics Tutorials via Cooperative Problem-Based Learning and Peer Assessment with Interactive Online Whiteboards. **Asia-Pacific Education Researcher**, v. 29, n. 3, p. 285–294, 2020.
- OLSON, J. C.; COOPER, S.; LOUGHEED, T. Influences of Teaching Approaches and Class Size on Undergraduate Mathematical Learning. **PRIMUS**, v. 21, n. 8, p. 732–751, nov. 2011.
- RADZIMSKI, V. et al. Small-Scale Learning in a Large-Scale Class: A Blended Model for Team Teaching in Mathematics. **PRIMUS**, v. 31, n. 1, p. 1–16, 2 jan. 2021.

REINHOLZ, D. L. Peer-Assisted Reflection: A Design-Based Intervention for Improving Success in Calculus. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 1, n. 2, p. 234–267, 20 jul. 2015.

REIS, P. **Observação de aulas e avaliação do desempenho docente**. Cadernos do CCAP-2 ed. Lisboa: Ministério da Educação - Conselho Científico para a Avaliação de Professores, 2011.

TALBERT, R. Inverting the Linear Algebra Classroom. **PRIMUS**, v. 24, n. 5, p. 361–374, 28 maio 2014.

VILLALOBOS, C. et al. Coordinating STEM Core Courses for Student Success. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 316–329, 28 maio 2021.

YIMER, S. T. Stimulating Content Knowledge Learning of Intermediate Calculus through Active Technology-Based Learning Strategy. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 12, 2020.

## TEACHING AND LEARNING IN THE DISCIPLINE OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN THE ENGINEERING COURSE: THE FRENCH AND BRAZILIAN VERSIONS

**Abstract:** *The objective of this article is to understand the dynamics of the discipline of Differential and Integral Calculus 1 from the realities of the Université Claude Bernard Lyon 1 and the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Pato Branco campus. During the school year 2022-2023, there was a class in the discipline of Algebra and Analysis in the preparatory course at Lyon 1. Students were divided into 5 groups of Travaux Dirigés, for the resolution of exercises. During the two semesters, eight teachers were observed. In addition, UTFPR of Pato Branco offered four classes of Differential and Integral Calculus 1 in the second half of 2023. Teaching activities were observed and noted the length of time, such as the time the teacher spends dedicated to the board, time that students spend solving exercises individually, and discussions with the whole class, for example. In addition, teachers also answered a questionnaire about how often they perform certain activities, as well as what activities they believe can improve student learning. The time devoted to solving exercises and the opportunities to develop a more student-centered teaching are among the main aspects that can inspire changes and improvements in the Brazilian model in the context of Engineering courses.*

**Keywords:** *Differential and Integral Calculus, Engineering, Teaching and Learning*

