

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF

**METODOLOGIAS ATIVAS E OS IMPACTOS DAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS
EMPREGADAS NO ENSINO DE CÁLCULO I NAS ENGENHARIAS: UM ESTUDO
COMPARATIVO BRASIL FRANÇA**

PONTA GROSSA

2026

MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF

**METODOLOGIAS ATIVAS E OS IMPACTOS DAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS
EMPREGADAS NO ENSINO DE CÁLCULO I NAS ENGENHARIAS: UM ESTUDO
COMPARATIVO BRASIL FRANÇA**

**The impacts of the different strategies used in teaching Calculus I in
engineering undergraduate courses on academic performance: a comparative
study Brazil France**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luis Maurício Martins de Resende
Coorientador: Prof. Dr. Christian Joseph Antoine Mercat

PONTA GROSSA

2026



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa



MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF

**METODOLOGIAS ATIVAS E OS IMPACTOS DAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS EMPREGADAS
NO ENSINO DE CÁLCULO I NAS ENGENHARIAS: UM ESTUDO COMPARATIVO BRASIL
FRANÇA**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Ensino De Ciência E Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Ensino.

Data de aprovação: 10 de Abril de 2026

Dr. Luis Mauricio Martins De Resende, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dra. Ana Paula Jahn, Doutorado - Universidade de São Paulo (Usp)
Dra. Carla Manuela Alves Pinto, Doutorado - Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico Do Porto - Isep
Dr. Christian Joseph Antoine Mercat, Doutorado - Université Claude Bernard Lyon 1
Dra. Edineia Zarpelon, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dr. Michel Teston Semensato, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dra. Nilceia Aparecida Maciel Pinheiro, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 10/04/2026.

Ao meu amado esposo Mário Lucio Roloff.

AGRADECIMENTOS

Este é um momento muito especial, mas também muito difícil, pois me faltam palavras para agradecer a todos aqueles que me acompanharam neste processo.

Não posso deixar de agradecer aos meus orientadores, Luis Maurício de Resende e Christian Mercat, obrigada pela paciência e a sabedoria com que me orientaram nesta jornada. Colaboraram com o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço à minha amiga e colega, Edinéia Zarpelon, que sempre me atendeu e respondeu pacientemente às minhas inúmeras dúvidas, principalmente em relação ao intercâmbio. Assim, estendo o meu agradecimento a todas as colegas do grupo de pesquisa.

Aos professores e colegas do PPGET, que fizeram parte desta etapa da minha jornada, cada um desempenhou um papel importante para que eu pudesse chegar onde estou agora.

Também aos professores da banca avaliadora, pela leitura atenta, sugestões e correções necessárias para que o objetivo deste trabalho possa ser alcançado, muito obrigada!

A todos os meus familiares, aqui representados pelo meu amado esposo Mário, que compreenderam os momentos de ausência e afastamento necessários para o desenvolvimento deste trabalho, obrigada pela compreensão.

Ao meu Senhor e Salvador, obrigada pelas oportunidades e por colocar todas as pessoas aqui citadas em minha vida.

“Em tudo dai graças”

1 Tessalonicenses 5:18

"É preciso que eu suporte duas ou três
larvas se quiser conhecer as borboletas."
(Antoine de Saint-Exupéry, 1943).

RESUMO

Os altos índices de evasão e reprovação nos cursos de Engenharia preocupam os educadores no mundo todo. Existem aqueles que defendem que as metodologias ativas de ensino melhoram o processo de ensino e aprendizagem – e, conseqüentemente, impactam na redução dos índices supracitados. Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de avaliar os aspectos do uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI1) de cursos de engenharia no Brasil e na França. Para isso, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistematizada (RBS), com o intuito de compreender quais são os usos de metodologias ativas no ensino da matemática nas engenharias. Os resultados apresentados extrapolam os indicadores de evasão e reprovação; são apresentados, também, ganhos cognitivos, sociais e emocionais, dependendo da abordagem e da análise realizada pelos autores. A pesquisa aqui apresentada é classificada como uma Pesquisa-Ação de acordo com os procedimentos. A primeira etapa da pesquisa, exploratória, consistiu na observação de aulas nas turmas de Travaux Dirigés da Université Claude Bernard Lyon 1 (LYON 1), na França, e nas turmas de CDI1 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco, no Brasil. Professores e estudantes participantes responderam a questionários durante a etapa exploratória, a fim de identificar as metodologias de ensino empregadas. A segunda etapa, de planejamento, consistiu na elaboração de quatro intervenções didáticas para o ensino de CDI1 baseado em metodologias ativas. A terceira etapa, de execução, consistiu na aplicação das intervenções didáticas nas duas instituições. Após, os estudantes responderam novamente a um questionário para identificar as percepções quanto às atividades para a aprendizagem e o nível de satisfação com as atividades propostas nas intervenções. Por fim, seguiu-se para a quarta etapa, de análise e síntese dos resultados. As respostas de estudantes e professores foram submetidas à análise descritiva, com cálculo das frequências absolutas e relativas e aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Identificou-se que a dinâmica do ensino dos professores franceses é: o estudante faz perguntas; o professor responde; o estudante trabalha individualmente; e é atendido individualmente pelo professor. Por sua vez, para os professores brasileiros, é: os estudantes trabalham individualmente; são atendidos individualmente; assistem às aulas em forma de palestra; fazem perguntas e são respondidas. A pesquisa aponta que os estudantes possuem a mesma percepção dos seus professores quanto à metodologia de ensino empregada nas aulas. Para os professores franceses, as atividades mais importantes para a aprendizagem são aquelas em que o estudante permanece passivo ou em atividades individuais, enquanto, para os professores brasileiros, são aquelas em que os estudantes estão envolvidos ativamente na aprendizagem. Os estudantes nos dois países indicam estar habituados a uma atividade individualizada, em que eles colocam perguntas e recebem a resposta do professor. A satisfação dos estudantes com a metodologia de ensino também foi verificada, antes e depois das intervenções didáticas. Embora a satisfação com a metodologia ativa não seja predominante e significativa, os estudantes percebem sua utilidade para a contextualização de problemas reais, o desenvolvimento de habilidades relacionais e a compreensão de conceitos.

Palavras-chave: cálculo I; metodologia ativa; engenharia.

ABSTRACT

High dropout and failure rates in Engineering programs have become a concern for educators worldwide. Some scholars argue that active learning methodologies improve the teaching and learning process and, consequently, contribute to reducing these rates. In this context, this study aims to evaluate aspects related to the use of active learning methodologies in the teaching of Differential and Integral Calculus I (DIC I) in Engineering programs in Brazil and France. To achieve this objective, a Systematic Literature Review (SLR) was conducted to understand how active learning methodologies have been applied in Mathematics education within Engineering programs. The findings extend beyond dropout and failure indicators, revealing cognitive, social, and emotional benefits depending on the approach adopted and the analyses performed by the authors. According to its procedures, the present study is classified as Action Research. The first, exploratory stage consisted of classroom observations in Travaux Dirigés classes at Université Claude Bernard Lyon 1 (Lyon 1), France, and in Differential and Integral Calculus I classes at the Federal University of Technology – Paraná (UTFPR), Pato Branco campus, Brazil. Participating professors and students completed questionnaires during this exploratory stage in order to identify the teaching methodologies employed. The second stage, planning, involved the design of four instructional interventions for teaching DIC I based on active learning methodologies. The third stage, implementation, consisted of applying these interventions in both institutions. Subsequently, students completed a new questionnaire to assess their perceptions regarding the contribution of the activities to learning and their level of satisfaction with the proposed interventions. Finally, the fourth stage involved data analysis and synthesis of results. Responses from students and professors were subjected to descriptive statistical analysis, including the calculation of absolute and relative frequencies, and the nonparametric Mann-Whitney test was applied. The results indicate that the teaching dynamics of French professors are characterized by the following sequence: students ask questions, professors provide answers, students work individually, and professors provide individualized assistance. In contrast, Brazilian professors predominantly conduct classes in which students work individually, receive individualized assistance, attend lecture-based classes, ask questions, and receive responses from the professor. The study also shows that students share similar perceptions with their professors regarding the teaching methodologies employed in class. For French professors, the activities considered most important for learning are those in which students remain passive or work individually. For Brazilian professors, the most important activities are those in which students are actively engaged in the learning process. Students in both countries reported being accustomed to individualized learning environments in which they ask questions and receive answers from the teacher. Student satisfaction with the teaching methodology was also examined before and after the instructional interventions. Although satisfaction with active learning methodologies was neither predominant nor statistically significant, students perceived their usefulness for contextualizing real-world problems, developing interpersonal skills, and enhancing conceptual understanding.

Keywords: calculus; active methodology; engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categorização atual da Taxonomia de Bloom	30
Figura 2 - Organização pedagógica dos anos iniciais dos cursos de Engenharia	90
Figura 3 - Formação em Ciências e Tecnologia	90
Figura 4 - Gráficos de funções trigonométricas (França).....	170
Figura 5 - Gráficos de funções quadráticas (França) – parte 1	171
Figura 6 - Gráficos de funções quadráticas (França) – parte 2	172
Figura 7 - Exercício 3, Transformação de Funções (França).....	173
Figura 8 - Anotações organizadas (França).....	173
Figura 9 - Gráficos concentração de sal (França)	174
Figura 10 - Exercício de criatividade (França) – parte 1	175
Figura 11 - Exercício de criatividade (França) – parte 2	176
Figura 12 - Resolução Somas de Riemann (França)	177
Figura 13 - Gráficos de funções quadráticas (Brasil) – parte 1	178
Figura 14 - Gráficos de funções trigonométricas (Brasil).....	179
Figura 15 - Gráficos de funções quadráticas (Brasil) – parte 2.....	180
Figura 16 - Gráficos de funções trigonométricas (Brasil) – parte 2.....	180
Figura 17 - Identificação da função (Brasil)	181
Figura 18 - Hipóteses para a concentração de sal (Brasil).....	181
Figura 19 - Continuidade de Funções (Brasil) – parte 1	182
Figura 20 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 1	183
Figura 21 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 2	184
Figura 22 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 2	185
Figura 23 - Somas de Riemann (Brasil) – parte 1	186
Figura 24 - Função decrescente e Somas de Riemann (Brasil) – parte 1.....	187
Figura 25 - Função decrescente e Somas de Riemann (Brasil) – parte 2.....	187

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Histograma idade dos estudantes brasileiros	99
Gráfico 2 - Histograma idade dos estudantes franceses	100
Gráfico 3 - Atividades observadas nos grupos de TD	130
Gráfico 4 - Atividades observadas nas aulas de CDI	133
Gráfico 5 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo os professores..	136
Gráfico 6 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo os professores	139
Gráfico 7 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses	142
Gráfico 8 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses	143
Gráfico 9 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	144
Gráfico 10 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	145
Gráfico 11 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores	147
Gráfico 12 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses	150
Gráfico 13 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros	153
Gráfico 14 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os estudantes	154
Gráfico 15 - Relação entre as atividades de ensino e aprendizagem, segundo os professores franceses	157
Gráfico 16 - Relação entre as atividades de ensino e aprendizagem, segundo os professores brasileiros	159
Gráfico 17 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Continuidade de Funções”	161
Gráfico 18 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Limite por Definição”	162
Gráfico 19 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Transformação de Funções”	164
Gráfico 20 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Somadas de Riemann”	165
Gráfico 21 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após as intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções” ...	166

Gráfico 22 - Concepção de aprendizagem em estudantes brasileiros após as intervenções	168
Gráfico 23 - Satisfação dos estudantes franceses após as intervenções didáticas.....	188
Gráfico 24 - Satisfação dos estudantes franceses após as intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções”	189
Gráfico 25 - Satisfação dos estudantes brasileiros após as intervenções	190

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Combinação de Descritores para a primeira busca	25
Quadro 2 - Combinação de Descritores para a segunda busca.....	25
Quadro 3 - Características das principais Metodologias.....	31
Quadro 4 - Principais resultados encontrados por Metodologia de Ensino, segundo a observação da Aprovação, reprovação e desistência	39
Quadro 5 - Principais mudanças implementadas nas disciplinas	46
Quadro 6 - Características observadas nos estudantes envolvidos na resolução de problemas do mundo real.....	51
Quadro 7 - Características da Sala de Aula Invertida	54
Quadro 8 - Principais resultados destacados pelos autores, segundo os artigos que tratam de ensino e aprendizagem	65
Quadro 9 - Principais resultados encontrados por Metodologia de Ensino	66
Quadro 10 - Tecnologias utilizadas no ensino	67
Quadro 11 - Enquadramento metodológico da pesquisa	88
Quadro 12 - Atividades observadas	100
Quadro 13 - Professores e encontros observados na LYON 1	104
Quadro 14 - Professores e encontros observados na UTFPR	107
Quadro 15 - Intervenções e turmas	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos oriundos da RBS conforme tema de estudo	26
Tabela 2 - <i>Corpus</i> de Artigos.....	27
Tabela 3 - Metodologias ativas ou ferramentas identificadas	30
Tabela 4 - Tecnologias adotadas	75
Tabela 5 - Atividades observadas e tempo médio na LYON 1.....	106
Tabela 6 - Características observadas e tempo médio na UTFPR.....	109
Tabela 7 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo os professores ...	110
Tabela 8 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo os professores	111
Tabela 9 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses.....	112
Tabela 10 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses.....	113
Tabela 11 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	115
Tabela 12 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	116
Tabela 13 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os professores.....	117
Tabela 14 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses	120
Tabela 15 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros.....	122
Tabela 16 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os estudantes	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Álgebra Linear
AR	Augmented Reality
CDI	Cálculo Diferencial e Integral
CDI1	Cálculo Diferencial e Integral I
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EDO	Equações Diferenciais Ordinárias
ERIC	Educational Resources Information Center
FI	Fator de Impacto
IBL	Inquiry-Based Learning
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INSA	Institut National des Sciences Appliquées
JCR	Journal Citation Reports
LYON 1	Université Claude Bernard Lyon 1
MOOCs	Massive Open Online Courses
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PBL	Project-Based Learning
PLGI	Peer-Led Guided Inquiry
PLTL	Peer-Led Team Learning
POGIL	Process Oriented Guided Inquiry Learning
PRIMUS	Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies
RBS	Revisão Bibliográfica Sistematizada
SciELO	Scientific Electronic Library Online
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Tavaux Dirigés
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Apresentação do tema	18
1.2	Objetivo geral.....	20
1.3	Objetivos específicos.....	20
1.4	Justificativa.....	21
1.5	Estrutura do trabalho	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	Revisão bibliográfica sistematizada	24
2.2	Metodologias ativas	27
2.3	As diferentes abordagens no uso de metodologias ativas	35
2.3.1	Aprovação, reprovação e desistência.....	35
2.3.2	Reforma curricular	40
2.3.3	Resolução de problemas do mundo real	47
2.3.4	Ensino e aprendizagem.....	52
2.3.5	Utilização de tecnologias	67
2.3.6	Visão holística e humanista	76
2.4	A teoria de Carl Rogers e a aprendizagem significativa	83
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	88
3.1	Classificação da pesquisa.....	88
3.2	Os ambientes da pesquisa	89
3.2.1	Université Claude Bernard Lyon 1	89
3.2.2	Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato Branco	92
3.3	Os instrumentos e procedimentos metodológicos para a coleta dos dados.....	93
3.4	A análise dos dados.....	96
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	99
4.1	As observações	100
4.1.1	As observações na LYON 1	101
<u>4.1.1.1</u>	<u>As aulas no auditório</u>	<u>101</u>
<u>4.1.1.2</u>	<u>Os grupos de TD</u>	<u>103</u>
4.1.2	As observações na UTFPR Pato Branco	107
4.2	A metodologia de ensino, segundo os professores e estudantes...109	
4.2.1	A metodologia de ensino, segundo os professores	109

4.2.2	A metodologia de ensino, segundo professores e estudantes franceses	112
4.2.3	A metodologia de ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	114
4.3	A aprendizagem, segundo professores e estudantes.....	117
4.3.1	A aprendizagem, segundo os professores	117
4.3.2	A aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses	120
4.3.3	A aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros	122
4.3.4	A aprendizagem, segundo os estudantes	124
4.4	As intervenções didáticas	126
5	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	130
5.1	As características observadas	130
5.2	O ensino	135
5.2.1	O ensino, segundo os professores	135
5.2.2	O ensino, segundo professores e estudantes franceses	141
5.2.3	O ensino, segundo professores e estudantes brasileiros	143
5.3	A aprendizagem.....	146
5.3.1	A aprendizagem, segundo os professores	146
5.3.2	A aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses	149
5.3.3	A aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros	152
5.3.4	A aprendizagem, segundo os estudantes	154
5.4	O ensino e a aprendizagem	157
5.4.1	O ensino e a aprendizagem, segundo os professores franceses	157
5.4.2	O ensino e a aprendizagem, segundo os professores brasileiros	158
5.5	Concepções de aprendizagem após as intervenções didáticas	160
5.5.1	Intervenções na França.....	160
<u>5.5.1.1</u>	<u>Continuidade de Funções.....</u>	<u>161</u>
<u>5.5.1.2</u>	<u>Limite por Definição.....</u>	<u>162</u>
<u>5.5.1.3</u>	<u>Transformação de Funções.....</u>	<u>163</u>
<u>5.5.1.4</u>	<u>Somas de Riemann.....</u>	<u>164</u>
<u>5.5.1.5</u>	<u>Continuidade de Funções e Transformação de Funções</u>	<u>166</u>
5.5.2	Intervenções no Brasil.....	167
5.6	O desenvolvimento matemático.....	170
5.6.1	Na França.....	170
<u>5.6.1.1</u>	<u>Transformação de Funções.....</u>	<u>170</u>
<u>5.6.1.2</u>	<u>Limite por Definição.....</u>	<u>173</u>

5.6.1.3	<u>Continuidade de Funções.....</u>	<u>174</u>
5.6.1.4	<u>Somas de Riemann.....</u>	<u>176</u>
5.6.2	No Brasil.....	177
5.6.2.1	<u>Transformação de Funções.....</u>	<u>177</u>
5.6.2.2	<u>Limite por Definição.....</u>	<u>181</u>
5.6.2.3	<u>Continuidade de Funções.....</u>	<u>182</u>
5.6.2.4	<u>Somas de Riemann.....</u>	<u>186</u>
5.7	A satisfação com as aulas.....	187
5.7.1	Na França.....	188
5.7.2	No Brasil.....	190
5.8	Os comentários dos estudantes.....	190
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	192
6.1	Quanto ao primeiro objetivo específico.....	192
6.2	Quanto ao segundo objetivo específico.....	195
6.3	Quanto ao terceiro objetivo específico.....	200
6.4	Quanto ao quarto e quinto objetivos específicos.....	201
6.5	Quanto ao sexto objetivo específico.....	203
6.6	Quanto ao objetivo geral.....	203
	REFERÊNCIAS.....	207
	APÊNDICE A - Carta de apresentação aos professores franceses.....	219
	APÊNDICE B - Carta de apresentação aos estudantes franceses.....	221
	APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos professores brasileiros.....	223
	APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos estudantes brasileiros.....	228
	APÊNDICE E - Questionário aplicado aos professores quanto à metodologia de ensino.....	233
	APÊNDICE F - Questionário aplicado aos estudantes quanto à metodologia de ensino, à percepção de aprendizagem e à satisfação com a aula.....	238
	APÊNDICE G - Roteiro para observação das aulas.....	243
	APÊNDICE H - Questionário aplicado aos estudantes após a intervenção didática, quanto à percepção de aprendizagem e satisfação com a aula.....	245
	APÊNDICE I - Intervenção Didática “Transformação de Funções”.....	248
	APÊNDICE J - Intervenção Didática “Limite por Definição”.....	251
	APÊNDICE K - Intervenção Didática “Continuidade de Funções”.....	254

APÊNDICE L - Intervenção Didática “Sommas de Riemann”	259
APÊNDICE M - Testes estatísticos	262

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados o tema da pesquisa, a justificativa, o problema de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e, ainda, a estrutura do trabalho.

1.1 Apresentação do tema

Nos últimos anos, as taxas de evasão nos cursos de engenharia no Brasil têm se mantido em um patamar elevado, na ordem de 50%, segundo o Parecer CNE/CES nº 1/2019 (Brasil, 2019a). Foi constatado que a evasão ocorre principalmente nos dois primeiros anos do curso. Nesses dois primeiros anos, o estudante recém-chegado à universidade precisa cursar disciplinas de matemática, como Cálculo Diferencial e Integral (CDI), Geometria Analítica e Álgebra Linear (AL), e reprovações sucessivas podem ser um dos fatores que levam o estudante a abandonar o curso.

Alguns fatores podem contribuir para os altos índices de evasão, além de reprovações sucessivas, como: a não identificação com o curso; questões de ordem social, econômica e/ou familiar; e mesmo questões educacionais, como conhecimentos básicos insuficientes e/ou a metodologia de ensino adotada pelo professor, dentre outros.

O alto índice de evasão nas engenharias acarreta custos elevados para toda a sociedade, pois resulta em vagas ociosas nas instituições de ensino e em um mercado de trabalho carente de profissionais habilitados e qualificados. A busca por aprimorar as metodologias de ensino e criar sistemas de apoio aos estudantes, com o objetivo de reduzir as taxas de evasão, tem mobilizado esforços de professores, instituições e governos no Brasil e em diferentes países. Apesar dessas iniciativas, a evasão permanece como um desafio persistente e um problema que demanda novas investigações.

Os dados do Censo da Educação Superior (Brasil, 2022), divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), trazem os Indicadores de Fluxo da Educação Superior, com índices de permanência, desistência e conclusão do curso. No período de 2016 a 2020, nos cursos presenciais de Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica e de Produção, de Instituições Federais, a taxa de desistência variou entre 28,4% e 75,6%, por exemplo, mas o censo não

abordou taxas de reprovação. Já o censo de 2024, no período de 2020 a 2024, não evidenciou alterações significativas desse índice (Brasil, 2025).

A reprovação em CDI de Uma Variável Real, que aqui designaremos apenas por Cálculo I, nos cursos de Engenharia, é elevada, e não é um problema apenas da realidade brasileira. Eklund (2020) afirma que existem inúmeras razões para as dificuldades dos estudantes em Cálculo I – e que nem todos os estudantes serão aprovados na primeira ou mesmo na segunda tentativa.

A experiência da autora desta tese, enquanto docente de Cálculo I, remonta a índices de 40% a 50% de reprovação em turmas de calouros. Autores como Bénéteau *et al.* (2016, 2017), Gruber *et al.* (2021), Maciejewski *et al.* (2021), Olson, Cooper e Loughheed (2011), Petrillo (2016) e Reinholz (2015) apontaram índices semelhantes para a disciplina de Cálculo I ou equivalentes.

Dentre os fatores que podem contribuir para os altos índices de evasão e as possíveis ações capazes de impactar nesses índices, uma das possibilidades que se vislumbra como relevante para a redução dos índices de reprovação – e possivelmente possa colaborar para a permanência do estudante no curso – está relacionada às estratégias de ensino, em especial às estratégias relacionadas às metodologias ativas. Alguns estudos demonstram que metodologias ativas no ensino são capazes de impactar positivamente os índices de aprovação (Bénéteau *et al.*, 2016, 2017; Maciejewski *et al.*, 2021; Olson; Cooper; Loughheed, 2011; Reinholz, 2015; Villalobos *et al.*, 2021) e, até mesmo, reduzir os índices de desistência (Bénéteau *et al.*, 2016; Reinholz, 2015).

Alguns dos aspectos das metodologias ativas, como o ensino centrado no estudante e o desenvolvimento de sua autonomia, capacitam o estudante a aprender a aprender – e, assim, aprender ao longo de toda a vida.

Ademais, alguns autores abordam o ensino de Cálculo e de AL por meio de metodologias ativas. Albalawi (2018), por exemplo, ressalta a importância da aprendizagem autorregulada e da aprendizagem centrada no estudante, de modo que os estudantes se envolvam efetivamente no processo de aprendizagem e assumam maior responsabilidade por sua formação, tornando-se aprendizes ao longo da vida. Já Adams e Dove (2018) argumentam que a aprendizagem centrada no estudante tem contribuído para melhorar as experiências de aprendizagem em sala de aula.

Há, também, um desconforto por parte dos estudantes com a substituição das aulas tradicionais por metodologias ativas. Como apontado por Bénéteau *et al.* (2016)

e Murphy, Chang e Suaray (2016), essas mudanças podem dar lugar a discussões significativas e, segundo Talbert (2014), levar a progressos reais, em direção aos estudantes orientados a se tornarem aprendizes autorregulados para toda a vida.

Já Hancock *et al.* (2021) alertam para a necessidade de haver uma rede de apoio e serviços à medida que a instrução passa do ensino tradicional para a pedagogia centrada no estudante. Uma vez que os estudantes são solicitados a se engajar, serviços que promovam a integração acadêmica e social são bem-vindos, além de aumentar a persistência dos estudantes, segundo os autores.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia também fazem uma indicação no sentido das metodologias, no parágrafo 6º, do Art. 6º: “[...]. Deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno” (Brasil, 2019b).

Diante do exposto, percebem-se elevados índices de reprovação nos cursos de engenharia, principalmente em Cálculo I, e um indicativo de possível encaminhamento para a redução desses índices.

Nesse contexto, este trabalho busca responder ao seguinte problema de pesquisa: ‘Quais os aspectos do uso de estratégias de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI1) nos cursos de Engenharia?’.

1.2 Objetivo geral

Para responder ao problema de pesquisa, o objetivo geral deste trabalho é: avaliar os aspectos do uso de estratégias de metodologias ativas no ensino de CDI1 dos cursos de Engenharia no Brasil e na França.

1.3 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral, os objetivos específicos do trabalho são:

- a. compreender quais os usos de estratégias de metodologias ativas no ensino da matemática, aplicáveis a Cálculo I, nas engenharias e suas relações no processo de ensino e aprendizagem;
- b. identificar possíveis usos e os aspectos das metodologias ativas empregadas pelos professores de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidos no estudo;

- c. propor intervenções didáticas com o uso de metodologias ativas para conteúdos específicos da disciplina de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidos no estudo;
- d. realizar intervenções didáticas orientadas por metodologias ativas em turmas de Cálculo I participantes do estudo no Brasil e na França;
- e. analisar essas intervenções em relação ao processo de ensino e aprendizagem, bem como avaliar a percepção dos estudantes participantes do estudo;
- f. elaborar uma coletânea com as intervenções didáticas realizadas.

1.4 Justificativa

Considerando o problema apresentado, esta pesquisa se ocupa das metodologias ativas, com a intenção de chegar mais próximo de uma alternativa para o impasse da reprovação nos anos iniciais dos cursos de Engenharia. Há uma escassez de estudos que avaliam os impactos das metodologias ativas no ensino de Cálculo I nas engenharias com vistas à redução dos índices de reprovação.

Além de impactar nos índices de aprovação e de desistência, alguns estudos correlatos demonstram que metodologias ativas no ensino são capazes de contribuir para a melhoria da compreensão dos conteúdos (Kay e Kletschin, 2012; Ting; Lam; Shroff, 2019; Yimer, 2020; Bénéteau *et al.*, 2016, 2017; Maciejewski *et al.*, 2021; Olson; Cooper; Loughheed, 2011; Reinholz, 2015; Villalobos *et al.*, 2021). Entende-se, portanto, que as metodologias ativas podem ser uma possibilidade para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Analisar os impactos das taxas de reprovação nos índices de evasão ou retenção não é algo simples, uma vez que os motivos que levam o estudante a evadir são diversos, e a reprovação pode estar dentre eles. Os dados do Censo da Educação Superior de 2019 e 2024, realizados pelo INEP, também não trazem informações quanto aos índices de reprovação, apenas as taxas de Conclusão, Permanência e Desistência.

Assim, buscando informações em pesquisas de estudo de casos, Lima Juniou *et al.* (2019) analisam os dados de retenção e evasão na Universidade de Brasília e concluem que há um aumento progressivo nas taxas de evasão, além de uma diminuição nas taxas de retenção, enquanto Santos (2022) traz dados globais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), com evasão nas engenharias

entre 14,07% e 23,92%, retenção total de 11,48%, e índices de reprovação em CDI de até 60,75%. Já no curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal da Paraíba, Ney (2010) aponta uma retenção de 16,74% e evasão de 53,33%, em que a reprovação na disciplina de CDI é da ordem de 40%.

Então, ao que parece, as taxas elevadas de reprovações podem contribuir para a elevação dos índices de evasão – e pouco colaboram com o aumento dos índices de retenção (índice de alunos que permanecem no curso, mesmo tendo alguma reprovação), conforme o estudo realizado por Ney (2010). Com base na experiência da autora desta tese, estima-se que não mais do que 25% dos estudantes reprovados em CDI1 permaneçam no curso.

Assim, esta pesquisa pode interessar às instituições que oferecem cursos de Engenharia, pois estão expostas à alta taxa de reprovação nos anos iniciais das engenharias e à alta evasão, que acarretam prejuízos aos cofres públicos, com infraestrutura e pessoal subutilizados, bem como à sociedade, com a ausência de profissionais qualificados em um mundo cada vez mais tecnológico.

Argumenta-se que a realização de intervenções didáticas e de um estudo comparativo entre a realidade no Brasil e na França, a respeito do tema descrito, permitirá o entendimento de duas realidades específicas em relação às suas convergências, assim como às especificidades acerca das metodologias ativas no ensino de Cálculo nas engenharias.

Um estudo comparativo, analisando as convergências e especificidades de duas realidades distintas, permitirá compreender, com mais eficácia, a realidade brasileira no que tange ao ensino de Cálculo nas engenharias pautado nas metodologias ativas – e como estas impactam os processos de ensino e aprendizagem.

A influência francesa no modelo educacional brasileiro é consenso entre os pesquisadores. Essa influência aconteceu quando os burgueses enviaram seus filhos para serem educados na França durante o período colonial e na implantação de escolas e universidades posteriormente. Podemos citar o caso do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, onde até o conteúdo e materiais didáticos foram “importados”, e o caso da fundação da Universidade de São Paulo, que contou com a contratação de professores franceses, conforme relata Lucchesi (2011).

A proposta de ensino de Cálculo I nas Engenharias, pautada em metodologias ativas, objetiva a transformação da informação em conhecimento, buscando que o

estudante compreenda o conteúdo. É importante para que o estudante se mantenha motivado e interessado em sua formação e conclusão do curso. Como consequência, espera-se contribuir para a redução dos índices de reprovação, diminuindo as vagas ociosas, a promover a eficiência e a eficácia na formação dos profissionais de engenharia de que a sociedade carece.

Como resultado desta pesquisa, foi elaborado um infoproduto em forma de coletânea contendo as atividades utilizadas nas intervenções didáticas. O infoproduto será disponibilizado aos professores que ensinam matemática – e que, por sua vez, poderão cooperar com a elaboração, construção e atualização da coletânea, criando, assim, uma rede de colaboração.

Dessa maneira, instituições de ensino e professores de matemática poderão, com o resultado da pesquisa, compreender o fenômeno da reprovação em Cálculo e buscar planejar intervenções didáticas apoiadas por recursos didáticos, a fim de minimizar o problema da reprovação.

1.5 Estrutura do trabalho

Após este primeiro capítulo de introdução ao tema, o segundo capítulo traz a revisão de literatura, que apresenta a metodologia empregada na busca por artigos, discute as estratégias e as metodologias ativas e detalha os artigos encontrados na revisão de literatura ao longo de seis seções. São abordadas, ainda, a teoria de Carl Rogers e a aprendizagem significativa.

O terceiro capítulo, por sua vez, salienta o enquadramento da presente pesquisa de acordo com o objeto, a natureza, a abordagem, os objetivos e o método. Descreve, ademais, o ambiente de pesquisa, os instrumentos e os procedimentos metodológicos que foram empregados na coleta de dados de acordo com cada um dos objetivos específicos.

O quarto capítulo apresenta os dados coletados, seguidos da discussão e análise dos resultados no quinto capítulo. Já o sexto capítulo traz as considerações finais. Por último, este documento contém o conjunto de referências bibliográficas consultadas e os apêndices gerados no decorrer da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, será discutido o tema central desta tese. Para tanto, optou-se para fazer uma Revisão Bibliográfica Sistematizada (RBS), a partir de eixos de pesquisa e palavras-chaves predeterminadas. A estrutura e o desenvolvimento da RBS estão descritos na primeira subseção deste capítulo, que traz, na sequência, a discussão teórica do tema de estudo.

2.1 Revisão bibliográfica sistematizada

A metodologia utilizada para a realização da RBS foi a *Methodi Ordinatio* (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015), que atribui índices quantitativos aos artigos científicos, considerando aspectos como ano de publicação, fator de impacto e número de citações. A equação *InOrdinatio*, proposta pela *Methodi Ordinatio*, permite identificar os trabalhos mais relevantes para compor o portfólio.

Para a realização da RBS, optou-se pelo uso de três bases de dados: Educational Resources Information Center (ERIC), Scopus e Web of Science, por abrangerem uma coleção dos mais importantes periódicos científicos internacionais na área de Educação e Ensino. Inicialmente, realizou-se uma análise do uso de outras bases, como ScienceDirect e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Entretanto, como os resultados obtidos foram significativamente menores e já estavam contemplados pelas bases anteriormente mencionadas, definiram-se as três primeiras bases como fontes de consulta.

As buscas foram delimitadas a “artigos” publicados em “periódicos”, considerando como recorte temporal o período de 2011 a 2021. Os descritores foram utilizados em língua inglesa, e as opções de busca foram ampliadas, contemplando a pesquisa em “Título do artigo, Resumo e Palavras-chave”, utilizando-se três eixos de pesquisa: “Disciplina” e “Ensino” e “Engenharia”.

No eixo “Disciplina”, foram utilizadas as palavras-chave: “calculus” OU “linear algebra”. O eixo “Ensino” foi constituído pelas palavras-chave: “engineering education” OU “teaching method*” OU “active method*”. Já o eixo “Engenharia” continha: “undergraduate” OU “higher education” OU “engineering”, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Combinação de Descritores para a primeira busca

Disciplina		Ensino		Engenharia
<i>calculus</i>	E	<i>engineering education</i>	E	<i>undergraduate</i>
OU		OU		OU
		<i>teaching meth*</i>		<i>higher education</i>
<i>linear algebra</i>		OU		OU
		<i>active meth*</i>		<i>engineering</i>

Fonte: Autoria própria (2021)

A coleta de dados ocorreu em junho de 2021, resultando em 351 artigos. Realizou-se a leitura dos títulos e, nessa etapa, foram excluídos todos os artigos que não indicavam relação com: (a) ensino de conteúdos da área da Matemática, (b) metodologias ativas de ensino e (c) nível de ensino superior/graduação. Em seguida, realizou-se a leitura dos resumos ainda como critério de exclusão e, mantendo-se o artigo, passou-se a leitura integral do texto.

Após aplicados os filtros, obtiveram-se 113 artigos que foram ranqueados em ordem decrescente de relevância segundo o índice InOrdinatio, aplicando $\alpha=7$ para a atualidade dos artigos (pode-se atribuir valores entre zero e dez para α), e o Fator de Impacto (FI) utilizado dentre vários disponíveis foi o *Journal Citation Reports* (JCR) de 2020, pois contemplava um número maior de artigos.

Durante a leitura na íntegra, ainda 82 artigos foram excluídos por não se enquadrarem nas combinações propostas, e um artigo não se teve acesso, restando apenas 30 artigos. Nesses trabalhos, nove diferentes metodologias ativas foram citadas e, em alguns casos, combinadas entre si. Dessa forma, em setembro de 2021, a busca foi ampliada, considerando as metodologias ativas presentes nos artigos até então selecionados. Assim, nessa nova rodada, foram incorporadas novas palavras-chaves no eixo ENSINO, conforme ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Combinação de Descritores para a segunda busca

Disciplina		Ensino		Engenharia
<i>calculus</i>	E	<i>teaching method*</i>	E	<i>undergraduate</i>
		<i>active method*</i>		

		<i>flipped classroom</i>		
		<i>peer instruction</i>		
		POGIL		<i>higher education</i>
		PLGI		
<i>linear algebra</i>		PLTL		<i>engineer*</i>
		IBL		
		PBL		
		<i>problem solving</i>		
		<i>technology</i>		

Fonte: Autoria própria (2021)

Para as metodologias *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL), *Peer-Led Guided Inquiry* (PLGI), *Peer-Led Team Learning* (PLTL), *Inquiry-Based Learning* (IBL) e *Project-Based Learning* (PBL), não houve diferenças pela busca utilizando apenas a sigla ou o seu significado, optando, então, por manter apenas a sigla. Os critérios da pesquisa anterior foram mantidos e 746 artigos foram encontrados, reduzidos a 396 após a leitura do título, e a 225 após a leitura do resumo.

Para melhor compreender as diferentes abordagens dos artigos, propôs-se uma classificação deles em seis diferentes grupos, conforme a temática principal de sua abordagem, como descrito na Tabela 1.

Tema	Número inicial de artigos selecionados
Aprovação, reprovação e desistência	6
Reforma curricular	16
Resolução de problemas do mundo real	5
Ensino e aprendizagem	115
Utilização de tecnologias	59
Visão holística e humanista	24
TOTAL	225

Fonte: Autoria própria (2021)

Para os dois primeiros temas, foram lidos todos os artigos, devido ao pequeno número presente. Para os demais temas, calculou-se o InOrdinatio de cada artigo,

conforme proposto por Pagani, Kovaleski e Resende (2015), e se fez um corte em 50% do InOrdionatio acumulado para cada tema.

Durante a leitura na íntegra dos artigos, alguns foram realocados em outros grupos, e outros ainda foram excluídos por não estarem de acordo com o tema da pesquisa. Também não se teve acesso a um artigo da temática Aprovação, reprovação e desistência. O resultado do portfólio foi um número de 218 artigos, conforme descrito na Tabela 2.

Com o corte em 50% do InOrdinatio, a metodologia POGIL não estava representada, e optamos por incluir o primeiro artigo na classificação geral que tratasse dessa metodologia. Assim, do portfólio final, chegou-se a um corpus de leitura de 77 artigos, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Corpus de Artigos

Temática	Número Bruto	Artigos Lidos
Aprovação, reprovação e desistência	7	6
Reforma curricular	16	7
Resolução de problemas do mundo real	8	8
Ensino e aprendizagem	107	30
Utilização de tecnologias	56	17
Visão holística e humanista	24	9
Total	218	77

Fonte: Autoria própria (2021)

Esses 77 artigos estão publicados, em sua grande maioria, na língua inglesa e alguns poucos na língua espanhola, em 39 periódicos distintos, sendo os mais frequentes *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies* (PRIMUS), com 23 artigos, e *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, com 10 artigos. A seguir passaremos a discutir o resultado encontrado na RBS.

2.2 Metodologias ativas

Na crescente busca por promover uma aprendizagem significativa, as metodologias ativas apresentam-se como uma possibilidade para alcançar esse objetivo, uma vez que possuem características que vão ao encontro da teoria de Carl Rogers. Bonwell e Eison (1991) também levantam a questão do envolvimento do estudante para que a aprendizagem seja ativa, e não apenas passiva, destacando que, para muitos, até então, o entendimento era de que esse envolvimento poderia limitar-se apenas ao ato de “ouvir”.

Bonwell e Eison (1991, p. 19) apontam algumas das principais características capazes de promover a aprendizagem ativa: i) os estudantes estão envolvidos em mais atividades do que apenas ouvir; ii) menor ênfase é atribuída à transmissão de informações e maior ênfase ao desenvolvimento das habilidades dos estudantes; iii) os estudantes estão envolvidos em atividades de pensamento de ordem superior (análise, síntese e avaliação); iv) os estudantes participam de atividades de leitura, discussão e escrita; v) há maior ênfase na exploração, pelos estudantes, de suas próprias atitudes e valores; e vi) os estudantes podem debater e receber feedback imediato do instrutor. Em resumo, “a aprendizagem ativa envolve os estudantes fazendo coisas e pensando sobre as coisas que estão fazendo” (Bonwell; Eison, 1991, p. 19).

Freeman *et al.* (2014, p. 8413-8414), por sua vez, coletaram definições elaboradas por 338 professores universitários dos Estados Unidos e do Canadá e, a partir delas, formularam a seguinte definição de aprendizagem ativa:

A aprendizagem ativa envolve os alunos no processo de aprendizagem por meio de atividades e/ou discussão em sala de aula, em oposição à escuta passiva a um especialista. Ela enfatiza o pensamento de ordem superior e muitas vezes envolve trabalho em grupo.

Assim, o estudante passa a estar no centro do processo de ensino-aprendizagem, de forma responsável e envolvida, e o professor passa ser o mediador ou facilitador, o que pode ser apoiado pela teoria de Carl Rogers. Mas Moreira (2010, p. 8) alerta:

Ensino centrado no aluno não é ensino que minimize o papel do professor. Tirá-lo do papel de narrador não significa, de modo algum, reduzir sua importância. Ao contrário, como mediador e organizador de situações de aprendizagem centradas no aluno, ele ou ela é mais importante do que como narrador(a).

A aprendizagem ativa, centrada no estudante, exige esforços e responsabilidades tanto dos estudantes quanto dos professores. Bonwell e Eison (1991) sinalizam que os estudantes costumam apresentar resistência a abordagens não expositivas, aspecto também observado, em alguma medida, na RBS, sobretudo no que se refere à resistência às mudanças metodológicas (Murphy; Chang; Suaray, 2016) e às dificuldades de implementação por parte de estudantes e professores (Bénéteau *et al.*, 2016).

Prince (2004, p. 229) procurou responder se a metodologia ativa funciona e, ao analisar mais de 50 artigos, concluiu que “[...] o ensino não pode ser reduzido a métodos formulados e o aprendizado ativo não é a cura para todos os problemas educacionais”. Entretanto, o autor destaca que existe amplo suporte empírico para diversos elementos da aprendizagem ativa, tais como a retenção de informações, o envolvimento dos estudantes, a melhoria do desempenho acadêmico, as atitudes positivas dos estudantes e sua permanência nos cursos. O autor também alerta que o corpo docente de Engenharia deveria estar ciente desses diferentes métodos de ensino.

Por fim, Graaff e Christensen (2004, p. 461) apresentam a aprendizagem ativa e a Educação em Engenharia como um par natural, pois,

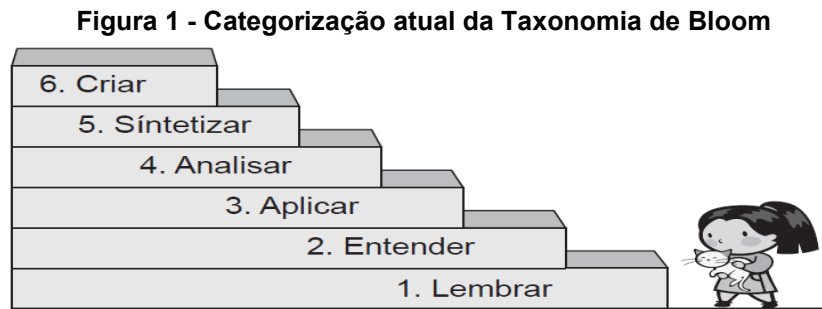
Um engenheiro é treinado para projetar e construir soluções para problemas do mundo real. Originalmente, o ensino de engenharia costumava ter laços estreitos com a prática da engenharia, e só gradualmente o ensino de engenharia tornou-se cada vez mais baseado na teoria. No entanto, nos últimos anos esta tendência inverteu-se. Vários autores afirmam que métodos de aprendizado ativo, como aprendizado baseado em problemas e aprendizado organizado por projetos, são métodos naturais para o ensino de engenharia, porque esses métodos se encaixam muito bem na prática de engenharia.

Há, ainda, alguns termos e expressões que podem causar confusão e que, por vezes, são utilizados como equivalentes, como aprendizagem ativa, aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa.

Para esclarecer essas diferenças, Prince (2004) retoma a definição de Bonwell e Eison (1991) e enfatiza o envolvimento dos estudantes no processo. O autor destaca que alguns pesquisadores apontam diferenças históricas e filosóficas entre a aprendizagem colaborativa e a cooperativa, embora a aprendizagem colaborativa se refira, de modo geral, a qualquer método em que os estudantes trabalhem juntos em pequenos grupos, incluindo a própria aprendizagem cooperativa. O elemento central da aprendizagem colaborativa é a ênfase nas interações entre os estudantes, e não na aprendizagem como uma atividade solitária. Já o elemento central da aprendizagem cooperativa é o foco em incentivos cooperativos, em vez da competição, para promover a aprendizagem.

De todo modo, uma das preocupações relacionadas à implementação de estratégias ativas está associada ao desenvolvimento cognitivo, ao nível de conhecimento e à capacidade de abstração exigida dos estudantes. A Taxonomia de

Bloom, proposta em 1956 (Ferraz; Belhot, 2010), estrutura o domínio cognitivo em níveis crescentes de complexidade. Em 2001, a teoria foi revisada (Krathwohl, 2002) e passou a ser sintetizada conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**



Fonte: Ferraz e Belhot (2010)

Com o ensino tradicional, normalmente, os estudantes estão envolvidos em atividades de pensamento de ordem inferior, como Recordar e Compreender. As estratégias de metodologia ativas podem ser capazes de desenvolver o pensamento de ordem superior, por exemplo, Aplicar, Analisar, Avaliar e Criar.

Como mencionado anteriormente, os artigos oriundos da RBS foram organizados por temáticas, e as metodologias ativas ou ferramentas observadas em cada um dos estudos apresentam características variadas – e, em alguns casos, sem uma definição formal e rígida. Assim, apresentamos, por meio da Tabela 3, cada uma delas, com o intuito de, efetivamente, compreendê-las.

Tabela 3 - Metodologias ativas ou ferramentas identificadas

Metodologia	Número de artigos
Tecnologias	28
Sala de Aula Invertida	14
Descoberta/Investigação, IBL, PBL, PLGI, PLTL e POGIL	8
Games	7
Resolução de problemas	6
Modelagem Matemática	5
Instrução por pares e Reflexão assistida por pares	2
TOTAL	70

Fonte: Autoria própria (2021)

Cabe destacar que, dentre as ferramentas classificadas como Tecnologias (n=28), foram consideradas: *Clickers*, *Softwares*, Plataformas (com *feedback* imediato), Vídeos, MOOCs e Infoprodutos. Estas foram empregadas isoladamente ou combinadas entre si. As metodologias Descoberta/Investigação, IBL, PBL, PLGI, PLTL e POGIL (n=8) foram consideradas um conjunto, por envolver principalmente a

investigação e a forma como foram associadas entre si. Enquanto a Instrução por pares e a Reflexão assistida por pares, por estarem baseadas nos pares, também foram tratadas como um mesmo grupo.

Também observamos uma frequente associação de Tecnologias à Sala de Aula Invertida, como forma de apoiar a inversão, conforme será destacado na temática “Ensino e aprendizagem”; assim como os estudantes trabalhando em grupos ou, pelo menos, em duplas, presente quase que na totalidade dos trabalhos, uma característica da aprendizagem ativa.

Destacamos, ainda, que o número de artigos identificados como “Tecnologias” (n=28) é superior ao tema de estudo “Utilização de tecnologia” (n=17), pois este último tem como objetivo discutir a utilização da tecnologia. Já, enquanto recurso auxiliar de uma metodologia ativa, as ferramentas tecnológicas supracitadas servem para coletar informações, personalizar e inverter a lógica tradicional do ensino, tornando-se pilares para a promoção da autonomia estudantil; foram identificadas, aliás, em outros artigos que as articularam com diferentes metodologias.

Assim, o total de artigos da Tabela 3 está em quantidade inferior ao total de artigos da Tabela 2, pois alguns artigos não tratam de alguma metodologia específica ou não puderam ser identificadas e/ou classificadas na Tabela 3.

O Quadro 3 sintetiza as principais características das metodologias de ensino e técnicas/tecnologias encontradas na RBS, conforme Tabela 3, e empregadas no ensino de disciplinas matemáticas nos cursos de Engenharia.

Quadro 3 - Características das principais Metodologias

Metodologia	Características	Autores
Games	Com intencionalidade pedagógica e objetivos bem definidos, os estudantes podem imaginar, criar, explorar, testar, arquitetar e explorar uns com os outros – e ainda permite tornar o conhecimento mais atrativo aos estudantes.	Hopkins <i>et al.</i> (2016) Zimmerling <i>et al.</i> (2019) Pesare <i>et al.</i> (2016)
Modelagem Matemática	É o processo de encontrar uma solução para um problema do mundo real ou compreender fenômenos cotidianos, usando modelos matemáticos.	Blum (2015) Rosa e Orey(2012) Czocher(2018)
Resolução de problemas	Em um contexto de problemas reais e complexos, os estudantes trabalham em equipes identificando o que já sabem, o que precisam saber e como e onde acessar as novas informações que podem levar à resolução do problema. O professor é o tutor que faz perguntas de sondagem, sugere recursos e conduz as discussões em classe.	Abdalla e Gaffar (2011) Ribeiro (2008) Pereira <i>et al.</i> (2007)

		Dentro o grupo de estudantes, haverá um líder e outros dois secretários. É proposto em várias etapas, como: compreender o problema, levantar hipóteses, realizar consultas bibliográficas, relacionar o problema com outros contextos, produzir relatórios e apresentação da solução ao tutor.	
	Sala de Aula Invertida	Os estudantes têm o primeiro contato com o conteúdo antes da aula, por meio de textos ou vídeos, e são orientados a desenvolver alguma atividade para a aula, onde receberão o <i>feedback</i> . Em sala de aula, os estudantes desenvolvem habilidades de pensamento de ordem superior, e o professor tem oportunidade de conduzir discussões.	Bergmann e Sams (2018) Lage, Platt e Treglia (2000)
Investigação	IBL	As tarefas de investigação são construídas umas sobre as outras e orientadas para que os estudantes desenvolvam, ou “descubram”, as ideias principais. Os estudantes trocam ideias uns com os outros e avaliam o raciocínio uns dos outros. Eventualmente, um estudante ou grupo pode compartilhar seu raciocínio com a classe, porque o trabalho desse grupo tem uma característica particular que o professor deseja destacar.	Laursen e Rasmussen (2019) Hayward, Kogan e Laursen (2016)
	PBL	Frequentemente aparece como projeto integrador ou interdisciplinar. O estudante é o principal ator do processo ensino-aprendizagem e relaciona os conteúdos dos diversos cursos em um projeto. Os estudantes trabalham em equipes para resolver tarefas complexas baseadas em questões ou problemas desafiadores, que envolvem os estudantes em atividades de <i>design</i> , resolução de problemas, tomada de decisão ou investigação. Dá aos estudantes a oportunidade de trabalhar de forma relativamente autônoma por longos períodos, culminando em produtos ou apresentações realistas. São critérios para ser PBL: (i) centralização – estratégia fundamental para o desenvolvimento das atividades; (ii) existência de uma questão “motriz”; (iii) necessidade de investigação construtiva – por parte dos estudantes; (iv) incentivo à autonomia e (v) realismo – com foco em problemas relacionados à realidade dos estudantes.	Thomas (2000) Helle, Tynjälä, e Olkinuora (2006)
	POGIL	As atividades do POGIL guiam os estudantes na exploração de um modelo que contém algumas informações novas. O modelo pode ser um gráfico, definição, imagem, mapa, descrição de uma situação da vida real, dentre outros.	Bénéteau <i>et al.</i> (2016) Farrell, Moog e Spencer (1999) Moog; Spencer; Straumanis (2006)

		<p>As perguntas iniciais levam os estudantes a explorar o modelo, seguidas por perguntas que ajudam os estudantes a refinar sua compreensão e chegar a um consenso, constituindo a invenção do conceito matemático.</p> <p>As questões de exploração geralmente são simples para que os estudantes comecem a desenvolver uma compreensão do modelo e a adquirir confiança em suas habilidades.</p> <p>As questões de invenção de conceito direcionam os estudantes a examinar o modelo com mais cuidado, pense criativamente e sintetize uma compreensão de como os dados se encaixam.</p> <p>As questões de aplicação exigem que os estudantes apliquem o conhecimento que adquiriram até agora em situações semelhantes, refinando e aprofundando assim sua compreensão.</p>	
	PLGI	<p>É a combinação de POGIL e PLTL.</p> <p>Os grupos são acompanhados por colegas que já cursaram e foram aprovados na disciplina, tendo o papel de verificar a compreensão do novo material.</p>	Lewis e Lewis (2005)
Pares	Instrução por pares	<p>Organizada em sete etapas, evidenciadas a seguir.</p> <p>Os estudantes se preparam para a aula, com leituras e/ou vídeos.</p> <p>O professor faz uma breve explicação do tema, entre 10 e 20 minutos.</p> <p>Uma questão conceitual, normalmente de múltipla escolha, é colocada aos estudantes.</p> <p>Os estudantes têm cerca de 2 minutos para pensar e responder à questão, normalmente por um sistema de votação.</p> <p>Se o acerto for superior a 70%, o professor irá propor uma segunda questão, e menor que 30% irá discutir o conceito novamente.</p> <p>Se o acerto estiver entre 30% e 70%, os estudantes discutem e argumentam suas escolhas com seus pares, cerca de 2 minutos, e votam novamente. Com a segunda votação, as respostas costumam convergir para a opção correta.</p> <p>Alguns estudantes são chamados para compartilhar suas soluções.</p> <p>O professor discute cada uma das alternativas e informa a correta. O processo se repete tantas vezes quantas o professor desejar.</p>	Crouch e Mazur (2001)
	Reflexão assistida por pares	<p>Os estudantes recebem um problema para ser resolvido fora da sala de aula; após a resolução e reflexão, trocam seu problema e solução com um colega.</p> <p>Em sala, as duplas ainda refletem e discutem sobre seus problemas e,</p>	Reinholz (2015)

		novamente em casa, elaboram uma solução final a ser enviada ao professor. As atividades principais exigem que os estudantes: (1) trabalhem em problemas significativos, (2) reflitam sobre seu próprio trabalho, (3) analisem o trabalho de um colega e troquem <i>feedback</i> e, finalmente, (4) revisem seu trabalho com base nos <i>insights</i> obtidos ao longo deste ciclo.	
	PLTL	Fornecer um ambiente de aprendizado ativo e colaborativo para os estudantes discutirem, debaterem, construir e apresentarem sua compreensão e ouvirem as perspectivas de seus colegas. Na medida em que os estudantes trabalham juntos para resolver problemas, as ideias são compartilhadas, avaliadas e refinadas. Estudantes de graduação que concluíram recentemente o curso passam por treinamento e assumem o papel de líder de pares para facilitar o trabalho em grupo para uma equipe de seis a oito estudantes. O papel do líder é orientar. O trabalho do pequeno grupo se concentra em materiais que levam os estudantes a lidar com ideias e aplicar sua compreensão conceitual.	Gosser e Roth (1998) Tien, Roth e Kampmeier (2002)
Tecnologias	Softwares e aplicativos	Um <i>software</i> educativo capacita o estudante a construir o conhecimento sobre um determinado assunto. A finalidade pode ser a aquisição de conceitos, desenvolvimento de habilidades, até a resolução de problemas. Além de acelerar processos de análise, síntese, cálculos, os estudantes são capazes de utilizá-los com ou sem a mediação do professor.	Jucá (2006) Sancho (1998)
	Clickers e plataformas educacionais	Frequentemente vinculados a produtos educacionais, distribuídos por editoras, associados aos livros textos utilizados pelos professores, fornecem um <i>feedback</i> imediato ao estudante quando ele envia sua resposta. Os estudantes precisam de <i>feedbacks</i> regulares para aprender habilidades de forma rápida e eficaz; <i>feedback</i> imediato é geralmente melhor do que <i>feedback</i> com atraso.	Bates (2017)
	Vídeos e MOOCs	São gravações curtas, geralmente 15 minutos, e organizadas por módulos. Não são gravações das aulas tradicionais. Os estudantes são autônomos, podem escolher qual vídeo e quantas vezes assistir. Os MOOCs são abertos, atingem um grande público.	Bates (2017) Bravo <i>et al.</i> (2011)

Fonte: Autoria própria (2022)

Assim como a confusão que pode ocorrer entre aprendizagem cooperativa, colaborativa e aprendizagem ativa, diferenciada por Prince (2004), situação similar

pode ser observada em alguns artigos da RBS. Com frequência, os autores relatam trabalhos em grupos, mas não deixam claro se estão adotando o PLTL ou Instrução por pares – ou, ainda, alguma outra metodologia.

Por fim, contabilizar integralmente todas as estratégias empregadas e associadas pelos autores, sem lhes classificar em alguma teoria que os próprios não citam, não é uma tarefa simples e, certamente, ainda cabem algumas análises.

2.3 As diferentes abordagens no uso de metodologias ativas

Neste subcapítulo, serão discutidas as diferentes abordagens no uso de metodologias ativas encontradas na RBS, de acordo com a temática dos artigos científicos lidos.

2.3.1 Aprovação, reprovação e desistência

Já sabemos que as taxas de evasão e retenção nos cursos de Engenharia são elevadas e constituem uma preocupação tanto no Brasil quanto em outros países, sendo que as reprovações sucessivas podem contribuir para a elevação desses índices. Neste momento, busca-se compreender melhor os índices de aprovação, reprovação e desistência em turmas nas quais são empregadas metodologias ativas.

Foram identificados seis estudos que abordam essa temática em disciplinas de Pré-Cálculo, Cálculo e Álgebra. As taxas de falha, que consideram conjuntamente reprovações e desistências, são discutidas por Eklund (2020) e Petrillo (2016). As taxas de aprovação são analisadas por Bénéteau *et al.* (2017) e Olson, Cooper e Loughheed (2011). Já Bénéteau *et al.* (2016) e Reinholz (2015) investigaram simultaneamente as taxas de aprovação e abandono.

Eklund (2020) ministrou a disciplina de Cálculo para uma turma em que 88% dos estudantes eram repetentes. Segundo o autor, faria pouco sentido ministrar a disciplina da mesma forma que anteriormente, uma vez que os estudantes não haviam obtido sucesso. Assim, decidiu implementar o uso de tecnologias para o ensino. As aulas iniciavam com um teste de múltipla escolha por meio do *iClicker*, abordando um tópico da aula anterior, seguido da discussão das respostas. Em seguida, o professor apresentava um novo conteúdo acompanhado de exemplos. Por fim, os estudantes trabalhavam em grupos no quadro, resolvendo exercícios, enquanto o professor circulava entre os grupos. As atividades extraclasse eram realizadas on-line por meio

da plataforma MyMathLab. Segundo o autor, esse modelo seria difícil de administrar em turmas com mais de 30 estudantes.

Contudo, Eklund (2020) não encontrou diferenças estatisticamente significativas ao comparar as taxas de falha com as dos semestres anteriores. Entretanto, ao analisar apenas as notas do exame final e comparar a turma experimental com uma turma de controle, verificou diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos estudantes da turma experimental em três das quatro questões da avaliação.

Petrillo (2016), por sua vez, obteve sucesso na redução das taxas de falha na disciplina de Cálculo I ao comparar três modelos de ensino: aula tradicional, aula tradicional com atividades e sala de aula invertida.

Do outono de 2005 à primavera de 2009, todas as turmas de Cálculo I foram ensinadas por meio de aulas tradicionais, apresentando uma taxa média de falha de 42,6%. Entre o outono de 2009 e a primavera de 2012, o autor implementou uma apostila com atividades em sala de aula, visando favorecer a aprendizagem ativa. Embora a maior parte do tempo de aula ainda fosse dedicada à exposição do conteúdo, esse modelo de aula tradicional com atividades contribuiu para reduzir a taxa média de falha para 36%.

Entre o outono de 2012 e o outono de 2014, o autor implementou o modelo de sala de aula invertida. Os estudantes eram instruídos a assistir, antes das aulas, a dois vídeos com duração entre seis e dez minutos cada e incentivados a realizar anotações. Os vídeos apresentavam o professor de cintura para cima diante de um quadro branco. Já os vídeos de exemplos eram filmados sobre o ombro do professor, mostrando sua mão durante a resolução dos exercícios, o que conferia maior proximidade e humanização ao material.

Os estudantes também eram orientados a responder a um questionário online na plataforma *WeBWork* após assistirem aos vídeos e antes da aula. A plataforma fornecia feedback imediato, permitindo que os estudantes acompanhassem seu desempenho. Com o objetivo de incentivar a visualização dos vídeos e a realização dos questionários, essas atividades correspondiam a 5% da média final.

Em sala de aula, os estudantes trabalhavam em grupo na resolução de exercícios, enquanto o professor conduzia as discussões. Com esse modelo, Petrillo (2016) reduziu a taxa média de falha de 42,6% para 30,5% quando comparada ao modelo tradicional.

A disciplina de Cálculo também constituiu o cenário dos estudos de Bénéteau *et al.* (2016), realizados com turmas dos cursos de Engenharia e Ciências da Vida. Os autores compararam as taxas de aprovação e abandono de 9.429 estudantes, sendo 5.535 pertencentes à série histórica (2003–2008) e os demais distribuídos entre turmas ministradas com e sem a metodologia ativa PLGI entre os anos de 2009 e 2012.

A investigação em grupo liderada por pares (PLGI), que combina elementos do POGIL e do PLTL, utiliza um ciclo de aprendizagem baseado em três fases: exploração de um modelo, invenção do conceito e aplicação. Os estudantes trabalham em grupos de três ou quatro integrantes explorando dados matemáticos apresentados em gráficos, imagens ou descrições de situações reais, denominados “modelos”. A partir desses modelos, respondem a questões direcionadas que possuem uma única resposta correta. A invenção do conceito ocorre por meio de questões convergentes que exigem síntese e análise das informações contidas no modelo.

As aulas baseadas no PLGI foram ministradas em apenas uma das quatro aulas semanais e proporcionaram uma taxa de aprovação de 68% em Cálculo no curso de Ciências da Vida, em comparação a 59,8% nas turmas simultâneas e 50% na série histórica. As taxas de abandono também diminuíram, passando de 25,9% na série histórica para 15,1% e 16,1% nas turmas simultâneas com e sem metodologias ativas, respectivamente.

Nos cursos de Engenharia, a taxa de aprovação em Cálculo nas turmas com PLGI aumentou de 44,9% (grupo histórico) e 59,1% (grupo simultâneo sem PLGI) para 63,1%. As taxas de abandono também diminuíram, passando de 26,5% (grupo histórico) e 17,4% (grupo simultâneo sem PLGI) para 12,8% (grupo PLGI).

O aumento das taxas de aprovação variou entre 4% e 8%, enquanto a redução das taxas de abandono oscilou entre 1% e 5%, dependendo do tipo de aula de Cálculo analisada. Os autores observaram resistência à implementação do modelo PLGI tanto por parte dos estudantes quanto dos professores e destacaram que o apoio institucional foi fundamental para o sucesso da proposta.

Também promovendo mudanças em apenas uma das quatro aulas semanais da disciplina de Pré-Cálculo, Olson, Cooper e Loughheed (2011) organizaram os estudantes em pequenos grupos para a resolução de problemas. Os autores alcançaram uma taxa de aprovação de 69% em uma turma com 75 estudantes, em

comparação a índices entre 52% e 61% observados em outras 12 turmas, cujas configurações variavam de 40 a 138 estudantes.

Os autores acompanharam os estudantes do grupo experimental por vários semestres e verificaram que eles não continuaram superando os estudantes das demais turmas na disciplina de Cálculo. Embora os participantes do grupo experimental tenham apresentado melhor desempenho imediato, o efeito não se manteve ao longo do tempo. Os autores sugerem que os estudantes podem ter se tornado dependentes dos materiais e do apoio fornecidos pelos professores, em vez de desenvolverem suas próprias estratégias de aprendizagem. Ainda assim, os resultados indicam que o envolvimento dos estudantes em ambientes de resolução de problemas em pequenos grupos tende a ser maior do que em outros tipos de sala de aula.

Bénéteau *et al.* (2017) obtiveram resultados expressivos ao elevar a taxa de aprovação na disciplina de Cálculo de 60% para 84% por meio da metodologia POGIL. Os autores descrevem detalhadamente as atividades desenvolvidas, que foram cuidadosamente planejadas com base em um guia de investigação estruturado nas etapas de exploração, invenção do conceito e aplicação. O foco da metodologia está no desenvolvimento de habilidades processuais, que favorecem a participação ativa dos estudantes e podem ser transferidas para outros contextos.

As atividades do POGIL orientam os estudantes na exploração de um modelo que contém novas informações. Esse modelo pode assumir a forma de um gráfico, definição, imagem, mapa ou descrição de uma situação do mundo real. As perguntas iniciais conduzem os estudantes à exploração do modelo, sendo seguidas por questões que auxiliam no refinamento da compreensão e na construção de consensos, culminando na invenção do conceito matemático.

As questões de exploração costumam ser simples, permitindo que os estudantes desenvolvam gradualmente a compreensão do modelo e adquiram confiança em suas capacidades. Já as questões de invenção do conceito direcionam os estudantes a examinar o modelo de maneira mais cuidadosa, pensar criativamente e sintetizar as informações disponíveis. Por sua vez, as questões de aplicação exigem que os estudantes utilizem o conhecimento construído em novas situações, aprofundando sua compreensão.

Reinholz (2015) implementou a metodologia Reflexão Assistida por Pares em uma turma de Álgebra e em uma turma de Cálculo. Na turma experimental de Álgebra,

a taxa de aprovação alcançou 82%, em comparação aos 69% observados nas três turmas de controle. Na turma experimental de Cálculo, a taxa de aprovação foi de 79%, enquanto nas três turmas de controle foi de apenas 56%. O autor destaca que uma diferença de 23 pontos percentuais raramente é alcançada por outras iniciativas educacionais.

Nas atividades de Reflexão Assistida por Pares, os estudantes recebem um problema para ser resolvido fora da sala de aula. Após a resolução e a reflexão individual, trocam o problema e sua solução com um colega. Em sala de aula, as duplas discutem seus problemas e reflexões e, posteriormente, elaboram uma solução final em casa para ser enviada ao professor. O tempo destinado a essa atividade em sala foi de aproximadamente dez minutos semanais.

Além da melhora significativa nos índices de aprovação, o autor observou que os estudantes das turmas experimentais demonstraram maior persistência. O índice de abandono em Álgebra foi de 1,75% e, em Cálculo, de 10,5%, enquanto nas turmas de controle os índices foram de 5,87% e 15,25%, respectivamente.

A análise desses primeiros estudos revela que existem ganhos decorrentes da migração do modelo tradicional de ensino para abordagens ativas. Embora tais ganhos nem sempre sejam estatisticamente significativos, a implementação de metodologias ativas também é capaz de promover maior envolvimento dos estudantes, conforme destacado por Olson, Cooper e Lougheed (2011).

Esses estudos apresentaram, em sua maioria, aumento significativo dos índices de aprovação, bem como redução das taxas de falha e abandono, mesmo quando as mudanças ocorreram em apenas 25% das aulas semanais (Bénéteau et al., 2016; Olson; Cooper; Lougheed, 2011) ou em apenas dez minutos semanais, como no caso de Reinholz (2015). Os resultados sugerem que os estudantes submetidos às metodologias ativas tendem a se tornar mais persistentes, evidenciado pela redução dos índices de abandono.

O Quadro 4 resume os principais resultados alcançados de acordo com a metodologia ativa empregada.

Quadro 4 - Principais resultados encontrados por Metodologia de Ensino, segundo a observação da Aprovação, reprovação e desistência

Metodologia Identificada	Diferenças em algumas questões do exame	Diminuição da taxa média de falha	Aumento dos índices de aprovação	Diminuição dos índices de abandono
Clickert + Plataforma	X			

PLGI			X	X
POGIL			X	
Reflexão assistida por pares			X	X
Resolução de problemas			X	
Sala de Aula Invertida + Plataforma		X		

Fonte: Aatoria própria (2022)

Em cada um desses estudos, foram empregadas metodologias de ensino distintas. Entretanto, todos apresentavam uma característica comum: os estudantes trabalhavam em grupos ou duplas na discussão e na resolução de problemas. Outra característica está no uso de plataformas para a resolução de exercícios em casa, uma tecnologia associada à metodologia de ensino, utilizada por Eklund (2020) e Petrillo (2016).

Por fim, todos os estudos foram implementados ao longo da disciplina, por pelo menos um semestre, com destaque para Bénéteau *et al.* (2016) e Petrillo (2016), que desenvolveram estudos mais longos e aplicaram metodologias ativas por, pelo menos, 3 anos. Infelizmente, não se tem relatos quanto à continuidade dos projetos após a pesquisa.

2.3.2 Reforma curricular

Uma reforma curricular pode ser proposta ou implementada por diversas razões, dentre as quais se destacam: (i) o atendimento às legislações vigentes; (ii) a adequação a orientações ou normas institucionais; e (iii) melhorias consideradas necessárias pelo corpo docente, entre outras.

Maciejewski *et al.* (2021), assim como Villalobos *et al.* (2021), apresentam reformas curriculares realizadas em virtude de orientações institucionais e descrevem como aproveitaram essa oportunidade para incorporar metodologias ativas ao processo de ensino.

Para atender a uma determinação institucional que propunha percursos distintos em disciplinas matemáticas de acordo com os resultados obtidos pelos estudantes em testes padronizados e/ou de ingresso, Maciejewski *et al.* (2021) propuseram duas novas disciplinas: Matemática 1: Raciocínio Matemático, destinada a estudantes com dificuldades em Matemática e que pretendiam seguir formação na área de *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM); e Matemática

10A: Matemática na Arte, Música e Política, projetada para atender estudantes que pretendiam se especializar em áreas não STEM, não psicológicas e não comerciais.

Uma das características da disciplina Matemática 1 consistia na utilização de tarefas relacionadas ao mundo real. Os estudantes trabalhavam em pequenos grupos e o professor promovia discussões coletivas a partir das diferentes soluções produzidas. Nas avaliações, os estudantes tinham permissão para consultar qualquer material, independentemente do formato. Além disso, as avaliações intermediárias e o exame final eram realizados em duas etapas: a primeira individual e a segunda em grupos de três estudantes.

Na disciplina Matemática 10A, o professor optou por utilizar um sistema de resposta pessoal. Questões de múltipla escolha eram propostas durante a aula, e os estudantes dispunham de tempo para discutir e votar em suas respostas. As atividades de casa passaram a ser realizadas on-line por meio de uma plataforma da Pearson Education.

A reforma também incluiu um curso de apoio para estudantes com dificuldades matemáticas, bem como a atuação de “colegas mentores”, que serviam como modelos positivos e facilitavam a interação entre os estudantes. Outras duas disciplinas passaram por mudanças: Matemática 8 (Álgebra Universitária) e Matemática 19 (Pré-Cálculo), nas quais o trabalho em grupo passou a ser incentivado.

Como o regime de admissão da instituição foi alterado, não foi possível realizar uma comparação direta entre as disciplinas reformuladas e os anos anteriores. Ainda assim, Maciejewski *et al.* (2021) relatam que, de modo geral, as taxas de aprovação aumentaram de 67% para 74% em disciplinas comparáveis.

A fusão de duas instituições constituiu a motivação para a reforma apresentada por Villalobos *et al.* (2021), diante da necessidade de padronizações relacionadas à adoção de materiais comuns, à unificação curricular e aos sistemas de avaliação.

Um grupo de professores voluntários participou de um programa-piloto nos anos de 2017 e 2018. A adesão desse corpo docente aos materiais curriculares foi favorecida pelo fato de que os próprios professores se voluntariaram para participar do projeto de aulas colaborativas de resolução de problemas em turmas de Cálculo I e II. A partir do outono de 2018, o departamento passou a receber financiamento, o que possibilitou a ampliação do projeto para a disciplina de Pré-Cálculo. Entre os dois campi, participaram do projeto, no outono de 2018, um total de oito turmas de Pré-

Cálculo, 14 turmas de Cálculo I e sete turmas de Cálculo II, correspondendo a 24%, 50% e 35% do total de turmas dessas disciplinas, respectivamente.

As aulas colaborativas de resolução de problemas ocorriam uma vez por semana, com duração de 75 minutos. Nesse período, os estudantes trabalhavam em listas de exercícios sob a orientação do professor e dos Assistentes de Aprendizagem, estudantes experientes que já haviam cursado a disciplina. Os estudantes eram incentivados a discutir entre si e a utilizar recursos como Wolfram Alpha, calculadora gráfica Desmos e outras ferramentas disponíveis. Ao final, os exercícios eram entregues ao professor como parte do processo avaliativo.

Os Assistentes de Aprendizagem também coordenavam encontros semanais de perguntas e respostas, com duração de uma hora, atuando como líderes de pares e orientando os estudantes na resolução das atividades domiciliares.

Os autores compararam as taxas de aprovação nas turmas do outono de 2018 e verificaram que as turmas de Pré-Cálculo e Cálculo I participantes do projeto apresentaram índices mais elevados de aprovação. Circunstância similar não foi observada nas turmas de Cálculo II, cujas taxas de aprovação foram inferiores às das turmas não participantes. Alguns professores adotaram estratégias complementares que se mostraram benéficas, como o fornecimento de feedback imediato, a apresentação de soluções pelos estudantes no quadro e a aplicação de perguntas diagnósticas no início e no final das aulas.

Outros autores também receberam financiamento para a implementação de mudanças curriculares, como Bennoun e Holm (2021), Carney *et al.* (2021) e Gruber *et al.* (2021).

Bennoun e Holm (2021) planejaram criar um conjunto de materiais didáticos básicos e complementares para que todos os professores pudessem adaptá-los e/ou utilizá-los nas aulas de Cálculo de uma variável. A proposta desses materiais era envolver os estudantes em tarefas matemáticas significativas, favorecendo a aprendizagem dos conceitos de Cálculo para além da memorização de definições, teoremas e procedimentos. Os autores também elaboraram listas de exercícios para atividades pré-aula e para utilização em sala de aula em cada tópico do curso.

Ao final do verão de 2018, metade dos professores de Cálculo da instituição participou de uma capacitação de três dias, durante a qual cada participante ministrou três aulas de dez minutos e recebeu feedback de seus colegas. O principal objetivo

do workshop era incentivar os participantes a experimentar novos métodos de ensino em um ambiente seguro.

Nas turmas reformuladas, os professores normalmente iniciavam a aula com uma breve explicação. Em seguida, os estudantes trabalhavam em grupos na resolução de exercícios da lista, enquanto o professor circulava pela sala. Ao final, algumas soluções eram apresentadas e discutidas no quadro.

As aulas foram observadas pelos autores, que registraram os comportamentos de professores e estudantes a cada dois minutos. Posteriormente, também foram realizados grupos focais. Com a implementação dos materiais, os professores reduziram o tempo dedicado à exposição de 61% para 49% e ampliaram o tempo dedicado à orientação dos estudantes de 33% para 48%. Entre os estudantes, o tempo de trabalho ativo aumentou de 17% para 27%, enquanto o tempo dedicado à recepção passiva do conteúdo diminuiu de 53% para 43%. Outros comportamentos observados não foram reportados por não constituírem o foco do estudo. Bennoun e Holm (2021) concluem que a mudança é gradual e ainda está em curso.

Para a disciplina de Cálculo II, Carney *et al.* (2021) apresentam detalhes de uma reforma curricular que classificam como sala de aula parcialmente invertida, uma vez que o primeiro contato com os conteúdos ocorria tanto fora quanto dentro da sala de aula. Os participantes da reforma receberam financiamento institucional por três anos, o que também permitiu a elaboração de materiais para outros professores e a oferta de oficinas e palestras.

Antes das aulas, os estudantes assistiam a vídeos com duração entre oito e dez minutos e respondiam a questões destinadas a verificar sua compreensão dos conteúdos. Em sala, trabalhavam colaborativamente na resolução de problemas desafiadores, intercalados com momentos de miniaulas e discussões conduzidas pelo professor.

Os autores compararam as taxas de falha antes e depois da reforma curricular. Entre 2010 e 2016, essas taxas variavam entre 14% e 25%; já entre 2017 e 2019, oscilaram entre 8,6% e 13,1%. Os professores que adotaram o modelo foram entrevistados e relataram sentir-se apoiados pelos colegas, uma vez que o grupo se reunia semanalmente para discutir o andamento da disciplina e compartilhar experiências. Também destacaram o senso de comunidade construído ao longo do

processo. Outro aspecto ressaltado foi a flexibilidade da proposta, que permitia ao professor manter características próprias de seu estilo de ensino.

Por fim, Carney *et al.* (2021) consideram a reforma curricular exitosa, uma vez que os estudantes passaram a apresentar melhores índices de sucesso acadêmico, refletidos na redução das taxas de falha. Além disso, houve elevada adesão docente à proposta: 11 professores participaram da iniciativa e, entre 2017 e 2019, 51 das 62 turmas de Cálculo II foram ofertadas no novo modelo.

A disciplina de Pré-Cálculo foi o foco da reforma proposta por Gruber *et al.* (2021), que também teve como objetivo elaborar um conjunto compartilhável de recursos, estratégias de aprendizagem ativa e atividades para utilização em sala de aula. Os autores descrevem três versões de Pré-Cálculo existentes na instituição: o Pré-Cálculo Principal, ofertado em turmas grandes com aproximadamente 250 estudantes e complementado por encontros de resolução de exercícios; o Pré-Cálculo Ponte, destinado a estudantes ingressantes que desejavam antecipar créditos; e o Pré-Cálculo Corretivo, voltado a estudantes com baixo desempenho em testes de nivelamento matemático.

No Pré-Cálculo Ponte e nos encontros de resolução de exercícios, os estudantes eram frequentemente incentivados a trabalhar em grupo na resolução de problemas intencionalmente complexos e a compartilhar os resultados com a turma. Leituras prévias também eram recomendadas, com o objetivo de estimular os estudantes a iniciar o contato com os conteúdos antes da aula.

Estudantes mentores foram incorporados à proposta, atuando no apoio aos estudantes durante o trabalho em grupo, facilitando as discussões e respondendo às dúvidas que surgiam ao longo das atividades.

Gruber *et al.* (2021) reconhecem que a reforma ainda se encontrava em fase inicial. Ainda assim, ao compararem os resultados obtidos entre 2015 e 2018, verificaram que o semestre de outono de 2017, primeiro período de implementação da reforma, marcou a primeira ocasião em que houve maior quantidade de notas A, B e C do que notas D e F. Além disso, a taxa de falha, historicamente situada entre 30% e 50%, reduziu-se para 9,40% em 2017, enquanto a taxa de desistência passou de 15,88% em 2015 para 10,94% em 2017.

No esforço de melhorar as taxas de retenção em Cálculo I, Hancock *et al.* (2021) apresentam uma reforma de mais longa duração, que desde 2013 já promovia uma aprendizagem ativa por meio de cursos mais envolventes e centrados no

estudante. Nesse contexto, passou a ser ofertado um curso de Cálculo com correquisitos, com o objetivo de fortalecer a integração acadêmica e social dos estudantes.

A proposta consiste em uma disciplina adicional de um crédito, ofertada paralelamente ao curso regular de Cálculo e com encontros semanais de uma hora. Os estudantes matriculados em Cálculo I podiam optar pela matrícula no curso de correquisitos ou eram automaticamente matriculados com base em seus resultados em testes padronizados. O objetivo da disciplina era oferecer suporte aos conteúdos de Álgebra, Trigonometria e Pré-Cálculo.

No curso de correquisitos, os estudantes trabalhavam em grupo na resolução de problemas. Os participantes destacaram a relevância das perguntas de sondagem utilizadas pelos professores e reconheceram a importância de incluir aspectos não diretamente relacionados ao conteúdo acadêmico, como discussões sobre estratégias de estudo e definição de metas.

Hancock *et al.* (2021) concluem que seria injusto colocar estudantes que necessitam de apoio em situações nas quais não pudessem obtê-lo. Nesse sentido, o curso de correquisitos foi concebido como um espaço seguro e acolhedor para esses estudantes.

Krause, Maccombs e Wong (2021) discutem a incorporação de laboratórios de computação ao ensino de Cálculo II, substituindo um encontro semanal da aula tradicional. Os laboratórios foram concebidos para conectar conceitos de Cálculo à prática. Com o auxílio do MATLAB, os estudantes investigaram lançamentos de foguetes, modelaram a progressão de doenças e realizaram previsões relacionadas à economia de mercado, entre outras atividades.

Durante três anos, a equipe planejou e desenvolveu um estudo-piloto. No quarto ano da reforma, correspondente ao ano acadêmico de 2019-2020, os laboratórios já eram utilizados em todos os 24 grupos (quatro grandes turmas) no semestre de outono e em todos os 38 grupos (cinco grandes turmas) no semestre de primavera.

Inicialmente, a participação nos cursos-piloto seria restrita aos estudantes de Engenharia. Contudo, à medida que os laboratórios foram sendo desenvolvidos, tornou-se evidente que as atividades poderiam beneficiar todos os estudantes matriculados em Cálculo II. Em relação à avaliação, 6% da nota final passou a ser atribuída às atividades de laboratório.

Os autores realizaram observações em sala de aula, entrevistas com estudantes e análises das notas obtidas. No início do semestre, os entrevistados relataram que as aplicações de Cálculo eram interessantes e diversificadas, além de destacarem a utilidade do MATLAB. Já ao final do semestre, ou após a realização do exame final, afirmaram que, embora os laboratórios fossem interessantes, eles não haviam impactado significativamente suas notas. Ao compararem os resultados dos exames finais com dados históricos, Krause, Maccombs e Wong (2021) verificaram que os desempenhos eram semelhantes.

Todos os esforços relatados neste subcapítulo dizem respeito a mudanças em disciplinas específicas, ainda que inseridas em contextos mais amplos de adequação curricular, como ocorreu no estudo de Villalobos et al. (2021), motivado pela fusão de duas instituições. Além das alterações em disciplinas já existentes, Hancock et al. (2021) e Maciejewski et al. (2021) relatam a criação de novas disciplinas destinadas a atender estudantes STEM com dificuldades em Matemática e estudantes que não seguem formação STEM, mas necessitam de uma formação matemática mínima. O Quadro 5 apresenta as principais mudanças implementadas.

Quadro 5 - Principais mudanças implementadas nas disciplinas

Estudos analisados	A	B	C	D	E	F
Bennoun e Holm (2021)	X			X	X	
Carney et al. (2021)	X			X		X
Gruber et al. (2021)	X	X		X		
Hancock et al. (2021)	X				X	
Krause, Maccombs e Wong (2021)	X		X			
Maciejewski et al. (2021)	X	X	X			
Villalobos et al. (2021)	X	X	X		X	
Mudanças Implementadas: A – Estudantes trabalhando em grupos B – Inserção de estudantes mentores em sala C – Adoção de tecnologias D – Material didático elaborado pelos professores e compartilhado E – Resolução de problemas F – Sala de Aula Invertida						

Fonte: Autoria própria (2022)

No campo da reforma curricular, o destaque é dado à necessidade de as iniciativas serem de longo prazo e com financiamento. Com apoio financeiro, é possível promover o engajamento dos professores, viabilizar recursos humanos e a produção de conteúdo, promover a formação de comunidades de professores, manter ativa a proposta por longo prazo até se tornar o novo “tradicional”.

As reformas aqui apresentadas, com a inclusão de resolução de problemas, discussão em grupos, apoio de mentores e espaço para debates, também foram capazes de aumentar os índices de aprovação (Maciejewski *et al.*, 2021), e reduzir os índices de falha (Carney *et al.*, 2021; Gruber *et al.*, 2021) e desistência (Gruber *et al.*, 2021). Mas podemos, ainda, destacar a preocupação de Hancock *et al.* (2021), para que os estudantes se sentissem seguros e apoiados, e estes reconheceram a importância dos espaços de discussão e apoio.

2.3.3 Resolução de problemas do mundo real

Dentre as muitas características esperadas do perfil de um engenheiro, a capacidade de resolver problemas de engenharia é, certamente, uma das mais lembradas. No entanto, nas disciplinas matemáticas, nem sempre os graduandos têm a oportunidade de se envolver na resolução de problemas do mundo real, pois as situações frequentemente são apresentadas de forma alheia à realidade, limitadas a comandos como “calcule” e “demonstre” ou, ainda, artificialmente contextualizadas.

Foram encontrados oito trabalhos que apresentam projetos de curta duração, voltados às disciplinas de AL, CDI e Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), que podem envolver ou não o uso de softwares matemáticos para explorar conteúdos específicos no âmbito de uma disciplina semestral.

Estimar a superfície e o perímetro da Península Ibérica com o auxílio do Google Maps e dos softwares MATLAB e Wolfram Mathematica foi a proposta apresentada por Caridade *et al.* (2018) em um projeto desenvolvido na disciplina de CDI em duas instituições, uma em Portugal e outra na Espanha, envolvendo a participação de 167 estudantes.

Os estudantes responderam a questionários antes e após o desenvolvimento do projeto, compostos por 20 questões, com o objetivo de identificar competências matemáticas desenvolvidas e avaliar a atividade proposta. Entre os resultados, os autores observaram que a atividade foi considerada mais difícil pelos estudantes do que os métodos convencionais, uma vez que eles não estavam habituados a esse tipo de aplicação prática. Os estudantes também perceberam que o uso de computadores nas aulas de Matemática contribuiu para melhorar e agilizar seus cálculos.

Sugestões para aprimorar as aulas de Matemática foram solicitadas em ambos os questionários. Os estudantes de Portugal e da Espanha apresentaram recomendações semelhantes, defendendo a utilização de mais problemas

matemáticos e a resolução de mais exercícios, especialmente em grupo. Em outras palavras, consideraram que as aulas deveriam ser mais práticas, porém com menor número de estudantes por turma.

Caridade *et al.* (2018) concluíram que a atividade de resolução de um problema do mundo real manteve os estudantes motivados. Farnell e Snipes (2015) chegaram à mesma conclusão ao proporem um projeto na disciplina de CDI voltado ao estudo de sólidos de revolução e somas de Riemann.

O projeto de Farnell e Snipes (2015) foi implementado durante três semestres em uma pequena instituição de artes liberais, em turmas com 15 a 25 estudantes. Em um estúdio de cerâmica, os estudantes trabalharam em duplas na construção de sólidos em roda de oleiro. Coletaram informações da seção transversal do sólido escolhido para estudo, identificando o eixo de simetria e a superfície de revolução, que posteriormente seria “carimbada” em papel vegetal. A partir disso, realizaram uma estimativa do volume real da peça utilizando somas de Riemann.

As autoras observaram que alguns estudantes iniciaram a atividade buscando uma fórmula para representar o contorno de suas peças, pois estavam acostumados a utilizar fórmulas para determinar volumes. Contudo, enfatizaram que seria possível produzir estimativas mesmo sem recorrer a fórmulas explícitas, o que proporcionou uma oportunidade para discutir funções que não são facilmente descritas por expressões matemáticas. Ao final, os estudantes elaboraram um relatório para compartilhar suas descobertas com os colegas, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de comunicação.

Minimizar o volume de metal necessário para a produção de uma lata de refrigerante constitui um problema clássico em CDI. Entretanto, muitas vezes a lata é representada apenas como um cilindro reto, o que difere do modelo real. Premadasa *et al.* (2016), por sua vez, propõem o estudo do modelo real, que envolve, além do cilindro, dois troncos de cone distintos, um círculo, um anel circular, uma calota esférica e diferentes espessuras para cada uma de suas partes.

Os autores sugerem o fornecimento de alguns dados aos estudantes, como determinados ângulos dos troncos de cone e da calota esférica, além de recomendar o uso de paquímetro para determinar a espessura de cada parte da lata. O projeto foi desenvolvido para o estudo de derivadas e de problemas de minimização. Contudo, os autores não apresentam dados de aplicação nem resultados obtidos.

Os dois projetos apresentados a seguir possuem características interdisciplinares e permitem a discussão de temas sociais, como desigualdade de renda e consumo de álcool. O'Donovan e Geary (2019) apresentam um projeto da disciplina "Mathematics for Social Justice", na qual os estudantes se envolvem em diferentes projetos, dentre eles o cálculo do coeficiente de Gini, uma medida de desigualdade de renda obtida por meio da razão entre áreas sob curvas, conteúdo normalmente abordado em CDI.

Nessa disciplina, as turmas foram limitadas a 25 estudantes, que trabalharam em grupos e utilizaram o Microsoft Excel. As autoras também sugerem adaptações da proposta para aplicação em disciplinas de CDI com o uso do software Maple. O trabalho apresenta detalhadamente a atividade, incluindo encaminhamentos, vídeos assistidos pelos estudantes, questões para discussão e dados a serem pesquisados em casa. Entretanto, não são apresentados resultados empíricos de aplicação. As autoras relatam apenas que a disciplina possui grande procura por parte dos estudantes, desperta interesse e possibilita que eles usufruam da Matemática por meio da investigação de problemas socialmente relevantes. Relatam ainda que os estudantes passaram a ser vistos como mais sensíveis a questões humanitárias e mais acessíveis à Matemática, além de reconhecerem os benefícios de se tornarem usuários proficientes do Microsoft Excel.

A possibilidade de discutir o consumo de álcool em uma disciplina de EDO é apresentada por Starling, Povich e Findlay (2016), por meio de um projeto voltado à modelagem do processo de fermentação da cerveja. O objetivo consistia em estimar o teor alcoólico final de uma determinada cerveja a partir dos valores iniciais de açúcar e fermento. Os autores forneceram informações e restrições a serem utilizadas com o software Wolfram Mathematica, de modo que os estudantes precisassem construir e resolver um modelo matemático e comunicar suas descobertas por meio de um relatório técnico.

Ao final, os estudantes responderam a um questionário. Mais de 78% concordaram total ou parcialmente com a afirmação: "O projeto do curso foi útil para desenvolver minhas habilidades para resolver problemas do mundo real e comunicar os resultados de forma eficaz", enquanto apenas 6% manifestaram discordância.

Dois projetos abordam questões relacionadas à localização espacial. Spindler (2019) descreve um projeto para a disciplina de EDO no qual um drone precisava ser programado para retornar ao ponto de origem na presença de vento. Já Selby (2016)

apresenta uma situação baseada em sua experiência profissional na National Aeronautics and Space Administration (NASA), propondo que os estudantes determinassem a localização de estrelas em relação à posição de uma espaçonave.

No projeto da espaçonave, a professora forneceu uma série de informações e atividades a serem desenvolvidas por 12 estudantes de AL e não os informou previamente de que a atividade diferiria dos exercícios tradicionalmente encontrados nos livros didáticos. Os estudantes compreenderam a necessidade de aplicar mudanças de base, embora poucos tenham concluído a tarefa corretamente. Ainda assim, nos comentários de avaliação da disciplina, demonstraram grande interesse por essa aplicação da AL em um contexto do mundo real.

No projeto do drone, os estudantes trabalharam colaborativamente em grupos, seguindo orientações progressivas do professor. Desenvolveram um modelo de equações diferenciais, resolveram-no e elaboraram um relatório final. Em conversas realizadas ao término da atividade, o autor observou que o projeto pareceu impactar profundamente a motivação, a persistência, a aprendizagem matemática e as habilidades de comunicação dos estudantes. Alguns participantes também destacaram a importância do planejamento e da organização para o desenvolvimento das tarefas.

No último projeto analisado, Ramírez-Montes, Henrique e Carreira (2021) propuseram a uma turma de AL a modelagem do fluxo médio de tráfego de automóveis em uma região da capital da Costa Rica. A tarefa denominada “Tráfego Preventivo” admitia soluções lineares e não lineares, permitindo aos estudantes optar livremente pelo uso de ferramentas computacionais.

Foram fornecidas informações sobre o número médio de veículos que entram e saem de cada uma das quatro interseções do cruzamento. As questões propostas, orientadas pelo contexto do fluxo de tráfego, exploravam a possibilidade de fechamento de determinadas rotas sem interromper a circulação de veículos, bem como a análise das quantidades mínima e máxima de tráfego em rotas cujo fluxo médio era desconhecido. Os estudantes puderam formular modelos representando vias de mão única ou dupla, com base nas características reais do trânsito costarricense.

Distribuídos em dez grupos, os estudantes elaboraram propostas distintas. Os resultados evidenciaram diferentes trajetórias de modelagem: alguns grupos desenvolveram ciclos parciais ou completos; outros seguiram abordagens lineares ou

não lineares; e houve ainda aqueles que optaram ou não pelo uso de tecnologia na construção e exploração do modelo matemático.

Os autores identificaram dificuldades relacionadas à interpretação dos resultados matemáticos e à reflexão sobre esses resultados, evidenciando limitações na construção de modelos reais. Tais dificuldades estiveram associadas, principalmente, a uma compreensão restrita do contexto investigado, resultando em interpretações inadequadas das informações fornecidas. Situações como essas representam oportunidades para que os professores redirecionem seus esforços pedagógicos e promovam discussões mais aprofundadas sobre modelagem matemática e interpretação de resultados.

No Quadro 6, temos as principais características observadas pelos autores ao desenvolverem projetos que envolvam a resolução de problemas do mundo real.

Quadro 6 - Características observadas nos estudantes envolvidos na resolução de problemas do mundo real

Estudos analisados	A	B	C	D	E
Caridade <i>et al.</i> (2018)		X			
Farnell e Snipes (2015)		X			
O'Donovan e Geary (2019)		X			
Ramírez-Montes, Henrique e Carreira (2021)	X				
Selby (2016)		X			
Spindler (2019)		X	X	X	
Starling, Povich e Findlay (2016)					X
Características observadas: A – Estudantes apresentaram dificuldades para desenvolver o projeto B – Estudantes mais interessados e motivados C – Estudantes mais persistentes D – Estudantes percebem necessidade de planejamento e organização E – Estudantes percebem a atividade como útil para o desenvolvimento de suas habilidades matemáticas					

Fonte: Autoria própria (2022)

Podemos observar que o envolvimento dos estudantes na resolução de problemas do mundo real, embora possa gerar dificuldades iniciais, é capaz, na maior parte dos projetos analisados, de aumentar o interesse e a motivação dos participantes.

Os conteúdos de CDI parecem prover um número maior de problemas do mundo real, mas ainda muito relacionados a determinar o perímetro, superfície, volume e áreas entre curvas (Caridade *et al.*, 2018; Farnell; Snipes, 2015; O'Donovan; Geary, 2019; Premadasa *et al.*, 2016). Encontrar um modelo matemático que represente uma situação real é proposto por Ramírez-Montes, Henrique e Carreira

(2021), Spindler (2019) e Starling, Povich e Findlay (2016). Assim como o uso de softwares são incentivados por Caridade *et al.* (2018), O'Donovan e Geary (2019), Ramírez-Montes, Henrique e Carreira (2021) e Starling, Povich e Findlay (2016).

Novamente, os estudantes trabalhando em grupo é uma característica presente em mais da metade dos trabalhos, com exceção de Premadasa *et al.* (2016), que não detalham o desenvolvimento da aula, além de Selby (2016) e Starling, Povich e Findlay (2016).

Todos os estudos apresentam posicionamentos favoráveis ao emprego da resolução de problemas do “mundo real”. O trabalho de Starling, Povich e Findlay (2016) se destaca pelo elevado índice de aceitação dos estudantes, próximo a 80%. Outro ponto que se observa é o universo abrangido pelos estudos, desde a área de artes até a tradicional engenharia. Conclui-se que a resolução de problemas do mundo real é uma estratégia eficiente e universal para promover melhoria no ensino e aprendizagem da matemática.

As atividades aqui descritas exigiam maior envolvimento por parte dos estudantes, assumindo responsabilidades na execução dos projetos, característica em atividades orientadas por metodologias ativas. Os estudantes reconhecem certo grau de dificuldade nas tarefas, pois não estão acostumados, mas também se sentiram mais motivados e interessados – e solicitaram mais atividades, como as propostas.

2.3.4 Ensino e aprendizagem

Os textos aqui agrupados exploram os mais variados temas e objetivos, mas tratam dos processos de ensino e aprendizagem dentro de disciplinas da área de matemática. Dentre os 30 trabalhos analisados, a metodologia ativa mais presente é a Sala de Aula Invertida, sendo 2 textos voltados para a AL (Love *et al.*, 2014; Talbert, 2014) e 7 textos voltados para conteúdos de Cálculo (Adams; Dove, 2018; Albalawi, 2018; Anderson; Brennan, 2015; Jungić *et al.*, 2015; Maciejewski, 2015; Scott; Green; Etheridge, 2016; Wasserman *et al.*, 2017).

Todos os estudos de Sala de Aula Invertida relatam experiências que ocorreram durante uma disciplina por, pelo menos, um semestre, com exceção de Wasserman *et al.* (2017), que dedicaram 2 semestres, e de Jungić *et al.* (2015), com 2 anos. Já o número de estudantes e turmas envolvidas em cada estudo variou bastante, de 49 estudantes distribuídos em duas turmas (Adams; Dove, 2018),

chegando a 938 estudantes no estudo de Jungić *et al.* (2015) e 11 turmas no estudo de Anderson e Brennan (2015).

Essencialmente, a Sala de Aula Invertida consiste nos estudantes dedicando tempo fora da sala de aula envolvidos em uma preparação prévia para as aulas, como assistindo vídeos e realizando leituras, e o tempo em sala de aula é dedicado, preferencialmente, a atividades colaborativas.

Os autores aqui apresentados relataram características diversas da preparação prévia indicada aos estudantes. Alguns autores indicaram um ou dois vídeos curtos, que têm de 5 a 15 minutos de duração, como Adams e Dove (2018), Anderson e Brennan (2015), Maciejewski (2015) e Talbert (2014). Outros autores, no entanto, indicaram vídeos mais longos, de 20 a 30 minutos de duração, como Jungić *et al.* (2015), Love *et al.* (2014), Scott, Green e Etheridge (2016) e Wasserman *et al.* (2017).

Outros detalhes dos vídeos, além da duração, não são relatados por boa parte dos autores, somente Anderson e Brennan (2015) e Love *et al.* (2014) deixaram claro que o professor não aparece em nenhum dos vídeos, por se tratar de uma gravação de áudio sob uma apresentação de slides, e Jungić *et al.* (2015) elaboraram os próprios vídeos, com a imagem do professor aparecendo na tela.

Responder a algumas perguntas após o vídeo, ou o envio de alguns exercícios, faz parte das atividades prévias às aulas, e somente Adams e Dove (2018) e Albalawi (2018) não relataram tal atividade. Jungić *et al.* (2015), Love *et al.* (2014), Maciejewski (2015) e Talbert (2014), além de atribuírem atividades pós-vídeos, avaliaram os estudantes por meio desses exercícios, não apenas considerando a compreensão do conteúdo, mas também a atribuição de uma nota. Tais autores veem essas atividades avaliativas como forma de responsabilizar os estudantes.

Nenhum texto apresenta resultados negativos ou prejuízos com a implementação da Sala de Aula Invertida, e conclusões, como “a Sala de Aula Invertida é igualmente eficaz...”, são frequentes. Dentre os resultados alcançados com a implementação da Sala de Aula Invertida, pequenas diferenças nas médias, ou entre os exames, foram encontradas por Albalawi (2018), Love *et al.* (2014), Maciejewski (2015), Scott, Green e Etheridge (2016), e Wasserman *et al.* (2017). Adams e Dove (2018) relatam que a turma invertida obteve média final B+, enquanto outras turmas alcançaram média final D.

Atividades em sala, onde os estudantes precisavam explicar um problema ou ideia a um colega, foram frequentemente utilizadas por Adams e Dove (2018), Jungić *et al.* (2015), e Love *et al.* (2014) – e, quando os estudantes foram questionados sobre tal atividade, viram isso como positivo, já que os auxiliou em sua própria compreensão.

A tecnologia foi frequentemente associada à Sala de Aula Invertida, como plataformas para a resolução de exercícios e sistemas de votação *clicker* em sala de aula, este último utilizado por Jungić *et al.* (2015), Maciejewski (2015), Scott, Green e Etheridge (2016) e Talbert (2014).

Um aspecto positivo resultante da Sala de Aula Invertida é a interação e comunicação entre os estudantes, sendo destacado por Love *et al.* (2014), Scott, Green e Etheridge (2016), e Wasserman *et al.* (2017).

Talbert (2014) ainda apresentou três aplicações de Sala de Aula Invertida: para a disciplina inteira, em que associou a instrução por pares e os *clickers*; para uma sequência de aulas; e para um tópico apenas – este último formato também foi relatado por Jungić *et al.* (2015).

O ‘Quadro 7 – Características da Sala de Aula Invertida’ resume as principais características encontradas nos trabalhos estudados.

Quadro 7 - Características da Sala de Aula Invertida

Estudos analisados	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Adams e Dove (2018)	X						X		X	X
Albalawi (2018)									X	
Anderson e Brennan (2015)	X		X		X				X	
Jungić <i>et al.</i> (2015)		X	X			X	X	X	X	
Love <i>et al.</i> (2014)		X	X			X	X		X	X
Maciejewski (2015)	X					X	X	X	X	
Scott, Green e Etheridge (2016)		X		X	X		X	X	X	
Talbert (2014)	X					X	X	X	X	X
Wasserman <i>et al.</i> (2017)		X			X					

Características:
A – Vídeos curtos de 5 a 15 minutos
B – Vídeos mais longos, de 20 a 30 minutos
C – Os vídeos foram gravados especificamente para o projeto
D – Os vídeos utilizados são de autores externos ao projeto
E – Estudantes enviam exercícios após assistirem aos vídeos
F – Estudantes enviam exercícios após assistirem aos vídeos como parte do sistema de avaliação da disciplina
G – Estudante precisa explicar um problema ou uma ideia ao colega
H – Uso de *clicker*
I – Uso de plataformas
J – Uso de *softwares*

Fonte: Autoria própria (2022)

A maioria dos autores optou pelo uso de vídeos para o primeiro contato com o conteúdo, mas este poderia ser por textos, figuras, áudios, dentre outros. Observa-se que Albalawi (2018) e Wasserman *et al.* (2017) não forneceram muitos detalhes das características da operacionalização da Sala de Aula Invertida. Também encontramos poucas informações sobre as características dos vídeos, com relação à autoria e à presença ou não de um instrutor na tela. Assim como o uso dos softwares Maple (Adams; Dove, 2018; Love *et al.*, 2014) e MATLAB (Talbert, 2014) não é detalhado, apenas informado.

Scott, Green e Etheridge (2016) destacam ainda que a Sala de Aula Invertida foi capaz de aumentar o interesse dos estudantes, principalmente daqueles com deficiência visual, que relataram os sistemas de tarefas domiciliares e os questionários aplicados em sala de aula como os principais fatores motivadores. Os autores também observam que determinados conteúdos se mostraram mais adequados para apresentação por meio de vídeos do que outros, em razão da maior facilidade de compreensão.

Anderson e Brennan (2015) verificaram que estudantes submetidos à metodologia da Sala de Aula Invertida em Cálculo I obtiveram maior sucesso em Cálculo II quando comparados àqueles que não tiveram essa experiência metodológica. Os autores também decidiram não utilizar a metodologia em determinados conteúdos em razão de sua complexidade.

Outra metodologia que se destacou nesse conjunto de artigos foi a utilização de games, totalizando cinco trabalhos (Bakri *et al.*, 2021; Pratiwi; Istiyowati, 2020; Queiruga-Dios *et al.*, 2020; Rincon-Flores; Gallardo; Fuente, 2018; Ting; Lam; Shroff, 2019). Neste subgrupo, são considerados jogos, gamificação e aprendizagem baseada em jogos.

Todos os trabalhos tratam do ensino de Cálculo, com exceção de Pratiwi e Istiyowati (2020), que implementaram games associados à Simulação para o ensino de Matemática Discreta e Métodos Numéricos. No método de Simulação, os estudantes imitam comportamentos ou desempenham papéis com a finalidade de reproduzir situações próximas da realidade, proporcionando uma oportunidade de aprendizagem dinâmica e interativa, tanto individualmente quanto em grupo.

Os estudantes, organizados em grupos de discussão, desempenham papéis ativos e críticos de acordo com suas respectivas funções, atuando como simuladores, questionadores, apoiadores, oponentes ou responsáveis por fornecer exemplos.

Os autores observaram que os estudantes demonstravam sinais de desinteresse em relação ao método de ensino anteriormente adotado e que sua motivação aumentou em função da participação nas atividades. Também verificaram melhora nos resultados dos testes finais quando comparados às pontuações médias anteriores.

Rincon-Flores, Gallardo e Fuente (2018) envolveram 50 estudantes, divididos entre grupo controle e grupo experimental. Na turma experimental, os estudantes foram organizados em equipes de quatro integrantes, e a atividade gamificada consistiu na resolução de três desafios com grau de dificuldade progressivo.

Os autores observaram que os estudantes alcançaram as subcompetências de modelagem “Entendendo a tarefa”, “Simplificando/Estruturando” e “Matematizando” dentro do esperado. Essas subcompetências estão relacionadas a aspectos conceituais; portanto, caso o estudante não compreendesse o desafio gamificado desde o início, não conseguiria avançar para a etapa seguinte sem cometer erros. As subcompetências “Trabalhando Matematicamente” e “Interpretando” apresentaram resultados superiores ao esperado, sugerindo domínio dos processos algorítmicos matemáticos e da associação dos resultados às variáveis independentes e dependentes presentes no contexto do desafio. Já na subcompetência “Validação”, observaram-se aumentos e diminuições de desempenho, o que pode indicar que alguns estudantes não desenvolveram estratégias adequadas para verificar seus resultados.

Por fim, os autores concluem que a estratégia de gamificação pode ser continuamente aprimorada por meio da análise da abrangência da atividade em função do desempenho alcançado pelos estudantes, favorecendo melhorias graduais na experiência proporcionada por cada aplicação.

Queiruga-Dios *et al.* (2020) propuseram um jogo de fuga, também conhecido como Escape Room, organizado em várias etapas, no qual os estudantes precisavam descobrir uma senha para recuperar seus dados de um computador dentro de um limite de tempo.

Uma característica observada pelos autores foi que os estudantes geralmente não revisavam todas as informações disponíveis antes de iniciar a atividade.

Comportamento semelhante ocorre diante de problemas clássicos com enunciados extensos: os estudantes começam a resolver a atividade e, apenas quando encontram dificuldades, buscam informações adicionais. Entretanto, em entrevistas, 93% dos participantes afirmaram que esse tipo de jogo poderia ser muito útil nas aulas de Matemática, e 92% consideraram que também poderia ser utilizado em outras disciplinas.

Os autores concluem com uma discussão envolvendo professores universitários, os quais apontam que a preparação desse tipo de atividade exige um investimento significativo de tempo, estimado entre 35 e 40 horas. Segundo os participantes, essa constitui uma das principais razões pelas quais muitos docentes não implementam propostas semelhantes.

Ting, Lam e Shroff (2019) utilizaram o Kahoot!, associado à aprendizagem colaborativa baseada em problemas, com 300 estudantes distribuídos em duas turmas. As aulas também contaram com o apoio de um chat on-line, o Today'sMeet, destinado ao envio de perguntas. Outras quatro turmas de tamanho semelhante foram incluídas no estudo como grupo controle. O objetivo do jogo Kahoot! consiste em responder corretamente a questões de múltipla escolha no menor tempo possível, acumulando a maior pontuação.

Com a aplicação de pré-testes e pós-testes, os autores encontraram um aumento estatisticamente significativo na compreensão conceitual dos estudantes e em seu desempenho nos exames. Em questionários sobre suas percepções, os participantes apontaram maior engajamento ativo e maior tempo dedicado à aprendizagem ativa.

Ting, Lam e Shroff (2019) destacam ainda que a aprendizagem ativa oferece oportunidades especialmente relevantes para estudantes com menor domínio dos conhecimentos prévios necessários. Ao participarem de uma metodologia de aprendizagem colaborativa baseada em problemas, esses estudantes chegaram ao final do curso em condições de alcançar ou até superar o desempenho de colegas que possuíam uma formação prévia mais sólida.

Bakri et al. (2021) aplicaram um jogo de tabuleiro denominado Graph Puzzle, voltado à construção de gráficos de funções polinomiais e racionais a partir de derivadas. O jogo consiste em cartões contendo determinadas informações, como o sinal da função em um intervalo específico, cabendo aos estudantes completar as informações ausentes.

Duas turmas participaram do estudo, uma experimental e outra de controle. Os resultados revelaram melhor desempenho do grupo experimental na resolução de questões envolvendo funções polinomiais. Para as funções racionais, entretanto, ambos os grupos apresentaram desempenho semelhante.

A metodologia PBL, presente em alguns estudos, é voltada ao desenvolvimento de projetos. Pereira, Barreto e Pazeti (2017) observaram o desenvolvimento de habilidades de escrita, retórica e interação social em estudantes de uma disciplina de Projeto Integrador, embora os próprios estudantes não reconhecessem claramente a integração entre o projeto e os conteúdos de Cálculo I ao responderem aos questionários. Os autores também reconheceram essa dificuldade de articulação entre os conteúdos de Cálculo I e os demais temas abordados.

Nesse contexto, os estudantes, com o auxílio de padrinhos (estudantes mais experientes), desenvolveram projetos relacionados a temas como “Sustentabilidade de um campus universitário”, “Produção de Biocombustíveis”, “Produção segura de água potável a partir de fontes não convencionais” e “Aquecimento Global”. O projeto incluía ainda a elaboração de um relatório final, a construção de um protótipo de bancada e uma apresentação oral ao final do semestre.

Ksir *et al.* (2021) implementaram o PBL associado ao IBL em turmas de Cálculo I, II e III e realizaram uma análise de dez anos de implementação. No IBL, as tarefas investigativas são construídas de forma progressiva, de modo que os estudantes desenvolvam ou “descubram” as ideias centrais. Os estudantes compartilham ideias, avaliam os raciocínios uns dos outros e, eventualmente, apresentam suas soluções à turma quando o professor identifica aspectos relevantes a serem discutidos.

Nesse estudo, as atividades investigativas ocorreram no contexto do desenvolvimento de projetos. Os autores observaram pequenas diferenças positivas nas médias das turmas participantes. Ressaltam, contudo, que melhores médias não necessariamente se traduzem em maiores índices de aprovação.

A resolução de problemas associada à avaliação por pares foi objeto de estudo de Ng *et al.* (2020) em turmas de Cálculo Diferencial. O experimento foi realizado em cinco turmas, enquanto outras 35 serviram como grupo controle, totalizando 830 estudantes.

Nas turmas experimentais, uma das três horas semanais era destinada ao trabalho em grupo na resolução de problemas. Inicialmente, cada grupo elaborava um problema e o repassava a outro grupo para resolução. Em seguida, um terceiro grupo realizava a análise da solução produzida. O professor também disponibilizava problemas elaborados especificamente para incentivar a reflexão e a aplicação de habilidades matemáticas em contextos cooperativos.

O grupo experimental apresentou melhor desempenho nos testes, resultado que os autores atribuem à maior exposição à resolução de problemas. Além disso, a natureza das atividades fortaleceu as interações entre os estudantes, favorecendo a comunicação de ideias matemáticas, a exploração colaborativa de soluções e a realização de avaliações entre pares. Dessa forma, os participantes assumiram papéis de colaboradores, solucionadores de problemas, colegas competentes e estudantes autorregulados.

A resolução de problemas também é utilizada por Radzimski *et al.* (2021), porém em dois terços das aulas da disciplina de Cálculo. Uma grande turma, com mais de 80 estudantes, foi dividida em grupos menores, compostos por 20 a 40 estudantes, que se reuniam duas vezes por semana para a resolução de problemas.

Os autores analisaram os resultados do exame final de 613 estudantes, distribuídos entre grupos experimental e controle, e obtiveram pequenas diferenças positivas nas médias finais das turmas submetidas ao experimento, principalmente entre os estudantes dos quartis superior e inferior. Os primeiros tiveram oportunidades de explicar conceitos matemáticos, enquanto os últimos se beneficiaram da oportunidade de resolver problemas com apoio.

As atitudes dos estudantes em relação à Matemática também foram analisadas, e o grupo experimental apresentou uma mudança positiva e estatisticamente significativa, em contraste com a mudança negativa observada no grupo controle.

González-Hernández *et al.* (2021) foram além da Aprendizagem por Problemas na disciplina de Matemática II para Engenharia e Administração e submeteram um grupo de 40 estudantes a um eletroencefalograma enquanto assistiam a um vídeo de 3,5 minutos de duração. O vídeo apresentava informações gradualmente e em diferentes momentos: iniciava com o contexto do problema, explicava os tipos de donuts existentes, fornecia informações nutricionais, formas de

preparo e algumas informações sobre os ingredientes. Em seguida, concluíam com as perguntas e as instruções do problema a ser resolvido.

Após assistirem ao vídeo, os estudantes resolveram os problemas em equipes de três integrantes, que discutiam os dados e construíam argumentos. Para o grupo experimental, foi inserida uma distração, ou seja, uma informação irrelevante para o problema, com o objetivo de observar se ocorreria alguma alteração na atividade cerebral. Em entrevista, os estudantes também foram questionados sobre a presença de informações que não contribuíam para a resolução do problema.

A análise dos eletroencefalogramas mostrou que, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, os lobos que apresentaram as alterações mais significativas foram o frontal, responsável pelo pensamento crítico, e o temporal, responsável pela aritmética, lógica, compreensão e raciocínio. O lobo temporal também desempenhou papel importante por estar relacionado à compreensão da linguagem falada e à memória auditiva.

Outro aspecto relevante refere-se a dois dos três eletrodos que apresentaram diferenças significativas, localizados no lobo frontal e exclusivamente no segmento correspondente às questões. Isso pode indicar que a atividade cerebral registrada estava relacionada ao desempenho acadêmico e ao pensamento crítico. Segundo os autores, uma possível interpretação desse resultado é que os estudantes que haviam reprovado na disciplina ao menos uma vez apresentavam maior dificuldade para identificar as informações necessárias à resolução do problema.

Por fim, o grupo experimental apresentou menor atividade cerebral quando exposto à informação irrelevante e maior atividade cerebral no momento das questões. Em síntese, a atividade cerebral se manifestou de forma específica em determinados momentos da exposição ao problema.

Pawlaschyk e Wegner (2020) incluíram atividades orientadas para a descoberta nas tarefas domiciliares da disciplina de Análise Real e Equações Diferenciais. Tarefas tradicionais, como “calcule” e “resolva”, foram substituídas por propostas como “prove”, “encontre um exemplo”, “encontre uma fórmula para...”, “torne a afirmação verdadeira” e “generalize”, entre outras. Os estudantes foram entrevistados e relataram que as tarefas eram difíceis, exigiam estudo intensivo e autonomia, mas contribuíam para uma compreensão mais profunda dos conteúdos. Os autores também observaram que uma preparação adequada por meio de tarefas

tradicionais favorece a resolução bem-sucedida das atividades orientadas à descoberta.

Na disciplina de EDO, Hyland, van Kampen e Nolan (2021) substituíram uma das quatro aulas semanais por um tutorial de investigação guiada, o PLGI, composto por perguntas que serviam de trampolim para a compreensão de conceitos. Os estudantes trabalhavam em pequenos grupos. Um pós-teste imediato mostrou que 93% dos estudantes compreendiam o conceito, e, 11 semanas depois, o pós-teste tardio revelou que 85% ainda se recordavam dele.

Os autores ressaltam a importância de concluir a atividade com um momento de reflexão, permitindo aos estudantes consolidar sua aprendizagem. No experimento, os participantes discutiam e apresentavam as respostas encontradas, articulando seus conhecimentos com os dos colegas.

Zandieh, Wawro e Rasmussen (2017) utilizaram uma sala de aula cujas quatro paredes eram quase inteiramente cobertas por quadros brancos, nos quais os estudantes trabalhavam em pequenos grupos. Na disciplina de AL, recebiam tarefas investigativas para desenvolver nos quadros, enquanto a professora acompanhava a resolução, atentando para a simbolização utilizada pelos participantes. A proposta permitiu promover uma concepção segundo a qual a Matemática é uma atividade humana e os próprios estudantes podem atuar como criadores ativos do conhecimento.

Duzhin e Gustafsson (2018) verificaram, em um primeiro momento, que o método de ensino baseado em *clickers* em uma disciplina de EDO era mais eficaz do que as tarefas domiciliares manuscritas. Em um segundo momento, observaram que as tarefas on-line eram preferidas pelos estudantes, pois ofereciam feedback em até duas horas e permitiam o reenvio das respostas, tornando-se mais eficazes do que os *clickers*.

O ensino on-line assíncrono para a disciplina de Cálculo foi discutido por Figueroa-Cañas e Sancho-Vinuesa (2021), que investigaram a relação entre o desempenho no exame final e a realização de questionários opcionais on-line, compostos por testes experimentais e testes reais.

Os testes experimentais continham questões de múltipla escolha e preenchimento de lacunas, com número ilimitado de tentativas e feedback automatizado. Já os testes reais permitiam apenas uma tentativa dentro de um prazo determinado e incluíam uma questão de resposta construída. Os autores observaram

que a aprendizagem obtida ao final do módulo estava associada à realização dos testes reais e concluíram que questionários opcionais com correção automática e feedback auxiliam os estudantes a atingir os objetivos de aprendizagem.

Com testes formativos de Cálculo resolvidos por meio do STACK, Pelkola, Rasila e Sangwin (2018) entrevistaram estudantes que consideraram a ferramenta útil. Os participantes recebiam feedback automático e, após o primeiro envio do teste, recebiam recomendações de vídeos. Apenas um quarto dos estudantes afirmou ter assistido a esses materiais.

Os testes formativos deveriam ser resolvidos sem o auxílio de calculadoras ou materiais didáticos, embora os estudantes não fossem supervisionados. A maioria (84%) admitiu utilizar calculadoras e livros durante a atividade, e uma parcela considerável apresentou evolução do nível de não domínio para domínio, passando de 69% para 83% nos questionários.

Khan (2020) também implementou um sistema para resolução de exercícios on-line na disciplina de Cálculo, o WebAssign, além de aulas extras destinadas à resolução de exercícios. Quase 70% dos estudantes concordaram que o tempo investido nessas aulas valeu a pena, e mais de 75% afirmaram que as aulas extras e o uso do WebAssign contribuíram para compreender melhor o curso, aprimorar habilidades de resolução de problemas e desenvolver estratégias de estudo adequadas.

Para Khan (2020), a incorporação do WebAssign e das aulas extras pode auxiliar os estudantes a assumirem maior responsabilidade por sua própria aprendizagem.

Outra tecnologia presente nas aulas de Cálculo é o GeoGebra. Yimer (2020) associou seu uso à aprendizagem cooperativa, na qual os estudantes trabalhavam em pequenos grupos, alternando entre eles para resolver e discutir problemas.

Yimer (2020) concluiu que o grupo experimental apresentou melhor desempenho no conhecimento conceitual e no conhecimento de aplicação, embora tenha obtido desempenho inferior no conhecimento processual. O autor destacou ainda o aumento da compreensão e do interesse dos estudantes pelo Cálculo, bem como o desenvolvimento de atitudes reflexivas, independência, participação social e interação. Além disso, os estudantes passaram a utilizar o GeoGebra como ferramenta de visualização da aprendizagem, algo que não é possível obter plenamente apenas com o quadro tradicional.

Com o objetivo de desenvolver o pensamento crítico, Catarino e Vasco (2021) implementaram estratégias de aprendizagem cooperativa na disciplina de AL. Os estudantes trabalhavam em pares na definição de matrizes, apresentavam suas propostas à turma, debatiam-nas e, por fim, comparavam-nas com a definição apresentada em um livro. Os autores consideram que essa dinâmica contribui para o desenvolvimento de habilidades críticas. Ademais, foram estimuladas a comunicação entre os estudantes, a capacidade de ouvir e debater e a elaboração de decisões fundamentadas.

Kilty e McAllister (2020), na disciplina de Cálculo Aplicado, procuraram atender adequadamente estudantes que buscavam formação complementar e apresentavam diferentes níveis de conhecimento e necessidades específicas. Para isso, reduziram a ênfase em procedimentos algébricos e introduziram noções intuitivas, direcionando mais tempo ao estudo de funções multivariáveis e do método dos mínimos quadrados. Também implementaram tecnologias para reduzir o tempo dedicado aos cálculos, realizando revisões apenas quando os conteúdos eram requisitados.

O objetivo da disciplina consistia em determinar modelos matemáticos capazes de representar situações reais e, a partir de dados concretos, identificar o modelo mais adequado. Os autores constataram que essa abordagem aumentou a autoconfiança dos estudantes em Matemática e o conforto no uso de softwares matemáticos.

Um estudo envolvendo 1.108 cursos de Cálculo e suas variações, como a sequência de Introdução ao Cálculo até Cálculo II, ofertados em 223 instituições, foi realizado por Voigt, Apkarian e Rasmussen (2020), que avaliaram o uso da aprendizagem ativa nesses cursos.

Os autores identificaram 11 variações principais para a sequência de Cálculo, as quais se enquadram em uma das seguintes categorias: variações destinadas a estudantes com menor preparação prévia, variações voltadas a estudantes com maior preparação e variações projetadas para estudantes de áreas específicas. As variações mais frequentes destinavam-se a estudantes com menor preparação, alterando a duração da sequência de Cálculo e/ou complementando o currículo com outras disciplinas como pré-requisito.

A metodologia de ensino predominante na maioria dos cursos era a tradicional. Entretanto, entre 37% e 46% das variações curriculares apresentavam

alguma forma de aprendizagem ativa, ainda que de maneira bastante tímida. Isso porque algumas dessas variações poderiam favorecer a adoção de estratégias de aprendizagem ativa, por disponibilizarem mais horas de aula ou de laboratório, por exemplo.

Os autores concluem que a implementação da aprendizagem ativa e as mudanças pedagógicas exigem um foco específico que vá além das variações estruturais dos cursos. Além disso, identificam espaço para a promoção do sucesso acadêmico dos estudantes por meio da incorporação de estratégias de aprendizagem mais ativas nas diferentes variações curriculares.

As experiências relatadas nesta seção, em sua grande maioria, envolvem estudantes trabalhando em pequenos grupos, em atividades planejadas e orientadas, debatendo com os colegas e atuando como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, exatamente o que o ensino centrado no estudante, por meio das metodologias ativas, busca promover.

O número de estudantes envolvidos nos estudos analisados variou consideravelmente, desde grupos reduzidos, com 24 participantes (Pratiwi; Istiyowati, 2020), até grupos maiores, entre 613 e 938 estudantes (Jungić *et al.*, 2015; Maciejewski, 2015; Ng *et al.*, 2020; Radzimski *et al.*, 2021). Alguns autores, entretanto, apresentam o tamanho da amostra em número de turmas, variando de uma a onze turmas, o que impossibilita determinar com precisão o número total de estudantes participantes, como ocorre no estudo de Anderson e Brennan (2015).

O período de aplicação das metodologias foi, predominantemente, de um semestre, embora alguns estudos tenham se estendido por dois semestres. Cinco investigações apresentaram duração mais longa: três delas coletaram dados durante dois anos (Hyland; van Kampen; Nolan, 2021; Jungić *et al.*, 2015; Kilty; McAllister, 2020); Pereira, Barreto e Pazeti (2017) desenvolveram seu estudo ao longo de quatro anos; e Ksir *et al.* (2021) analisaram dez anos de aplicação da metodologia de ensino. Alguns poucos trabalhos relatam apenas experimentos realizados em parte de um semestre, sendo que todos utilizaram jogos como metodologia (Bakri *et al.*, 2021; Queiruga-Dios *et al.*, 2020; Rincon-Flores; Gallardo; Fuente, 2018). Ressalta-se, ainda, que o estudo de Yimer (2020) foi conduzido em duas universidades.

Os resultados alcançados foram bastante variados, incluindo melhorias nas notas, desenvolvimento de habilidades específicas, maior compreensão dos conceitos matemáticos, aprimoramento da interação e da comunicação entre os estudantes,

entre outros aspectos. Os participantes também relataram aumento da motivação, do engajamento, da autoconfiança e atitudes mais positivas em relação à Matemática. Mesmo quando as atividades foram consideradas difíceis, os estudantes continuaram a reconhecê-las como úteis e perceberam a importância da organização e do planejamento dos estudos.

O Quadro 8 resume os principais resultados dos estudos analisados.

Quadro 8 - Principais resultados destacados pelos autores, segundo os artigos que tratam de ensino e aprendizagem

Estudos analisados	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Adams e Dove (2018)	X			X					
Albalawi (2018)	X								
Anderson e Brennan (2015)								X	
Catarino e Vasco (2021)					X				
Duzhin e Gustafsson (2018)			X						
Figueroa-Cañas e Sancho-Vinuesa (2021)			X						
Hyland, van Kampen e Nolan (2021)		X						X	
Jungić <i>et al.</i> (2015)				X					
Khan (2020)				X					
Kilty e McAllister (2020)						X			
Ksir <i>et al.</i> (2021)	X								
Love <i>et al.</i> (2014)	X			X	X				
Maciejewski (2015)	X								
Ng <i>et al.</i> (2020)	X				X				
Pawlaschyk e Wegner (2020)				X					
Pelkola, Rasila e Sangwin (2018)			X	X					
Pereira, Barreto e Pazeti (2017)					X				
Pratiwi e Istiyowati (2020)	X						X		
Queiruga-Dios <i>et al.</i> (2020)				X					
Radzimski <i>et al.</i> (2021)	X					X			X
Rincon-Flores, Gallardo e Fuente (2018)		X							
Scott, Green e Etheridge (2016)	X				X		X		X
Ting, Lam e Shroff (2019)		X							X
Wasserman <i>et al.</i> (2017)	X				X				
Yimer (2020)		X					X		
Zandieh, Wawro e Rasmussen (2017)						X			

Principais Resultados:
A – Diferença positiva nas médias ou entre exames
B – Melhora na compreensão conceitual
C – *Feedback* imediato ajudou o estudante a alcançar os objetivos
D – Estudantes percebem a metodologia de ensino como útil, o que ajudou na compreensão do conteúdo
E – Melhora na interação e comunicação entre os estudantes
F – Aumento das atitudes positivas em relação à matemática
G – Aumento do interesse, motivação e participação
H – Resultado prolongado do experimento

I – Grupos de estudantes que foram mais beneficiados
--

Fonte: Autoria própria (2022)

Podemos observar resultados tanto quantitativos quanto qualitativos. Diferenças positivas nas médias ou no desempenho em exames são apontadas em dez artigos, seguidas pela percepção dos estudantes de que a metodologia de ensino foi útil e contribuiu para a compreensão dos conteúdos, aspecto identificado em sete estudos. A melhoria da interação e da comunicação entre os estudantes foi relatada em seis artigos. Em contrapartida, os efeitos de longo prazo das intervenções foram investigados em apenas dois estudos.

Também merecem destaque os trabalhos de Love *et al.* (2014), Radzimski *et al.* (2021) e Scott, Green e Etheridge (2016), que relataram uma maior diversidade de resultados alcançados. Alguns autores identificaram, ainda, grupos de estudantes que foram particularmente beneficiados pelas metodologias ativas, especialmente aqueles que possuíam menor domínio dos conhecimentos prévios necessários. Nesses casos, os estudantes chegaram ao final do semestre em condições mais próximas de igualdade em relação aos seus colegas.

Quando agrupamos os artigos por metodologia de ensino, e observamos os resultados encontrados, temos o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que resume os dados.

Quadro 9 - Principais resultados encontrados por Metodologia de Ensino

Metodologia Identificada	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Aprendizagem cooperativa		X			X		X		
Aprendizagem por descoberta/investigação				X		X			
Games	X	X		X			X		X
Modelagem						X			
PBL					X				
PBL + IBL	X								
PLGI		X						X	
Resolução de Problemas	X				X	X			X
Sala de Aula Invertida	X			X	X		X	X	X
Uso de Plataformas			X	X					
Principais Resultados: A – Diferença positiva nas médias ou entre exames B – Melhora na compreensão conceitual C – <i>Feedback</i> imediato ajudou o estudante a alcançar os objetivos D – Estudantes percebem a metodologia de ensino como útil, o que ajudou na compreensão do conteúdo E – Melhora na interação e comunicação entre os estudantes F – Aumento das atitudes positivas em relação à matemática G – Aumento do interesse, motivação e participação									

H – Resultado prolongado do experimento
I – Grupos de estudantes que foram mais beneficiados

Fonte: Autoria própria (2022)

Sob essa ótica, temos ainda os mesmos resultados, em termos de frequência, que os observados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Já a Sala de Aula Invertida, os Jogos e a Resolução de Problemas são as metodologias de ensino que apresentam maior variedade de resultados positivos observados.

O uso de tecnologias, como plataformas, *clickers* e/ou *softwares* associados às metodologias ativas, também foi frequentemente observado. Conforme visto no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, apenas um texto que trata da Sala de Aula Invertida não se utilizou de plataformas. O Quadro 10 destaca as tecnologias frequentemente utilizadas.

Quadro 10 - Tecnologias utilizadas no ensino

Autores	Tecnologias		
Albalawi (2018), Anderson e Brennan (2015), Figueroa-Cañás e Sancho-Vinuesa (2021), Khan (2020), Pelkola, Rasila e Sangwin (2018)	Plataformas para resolução de exercícios e/ou avaliação		
Ting, Lam e Shroff (2019)		<i>Clickers</i>	
Kilty e McAllister (2020) e Yimer (2020)			<i>Software</i>
Duzhin e Gustafsson (2018), Jungić <i>et al.</i> (2015), Maciejewski (2015) e Scott, Green e Etheridge (2016)	Plataformas para resolução de exercícios e/ou avaliação	<i>Clickers</i>	
Adams e Dove (2018) e Love <i>et al.</i> (2014)	Plataformas para resolução de exercícios e/ou avaliação		<i>Software</i>
Talbert (2014)	Plataformas para resolução de exercícios e/ou avaliação	<i>Clickers</i>	<i>Software</i>

Fonte: Autoria própria (2022)

Dentre o conjunto de 30 artigos apresentados nesta seção, 15 deles utilizaram, pelo menos, uma forma de tecnologia associada ao ensino, com predomínio das plataformas com *feedback* imediato e o sistema de votação “*clickers*”. Assim, um conjunto dos estudos que trazem a tecnologia como a metodologia principal de ensino é analisado a seguir.

2.3.5 Utilização de tecnologias

É esperado do egresso de um curso de graduação em Engenharia que esteja apto a utilizar novas tecnologias, e a sala de aula pode constituir um ambiente propício

para proporcionar esse contato e essa familiarização. Os trabalhos apresentados nesta seção partem dessa perspectiva.

Kinnari-Korpela (2015) apresenta a implementação de vídeos curtos, com duração máxima de 15 minutos, na disciplina de CDI. Os vídeos consistiam na gravação da voz do professor sobre a apresentação de *slides* e foram planejados para utilização em atividades pré-aula e/ou pós-aula, como introdução de novos conteúdos, revisão de tópicos, apresentação de exemplos adicionais, abordagem de conteúdos desafiadores e resolução de exercícios.

Os estudantes foram entrevistados e avaliaram os vídeos de forma positiva. Entre os participantes, 93% afirmaram ter aprendido conteúdos novos e 82% concordaram que a possibilidade de rever, pausar, avançar e retroceder os vídeos contribuiu significativamente para a aprendizagem. Contudo, os estudantes ressaltaram que os vídeos funcionam adequadamente como recursos complementares, mas não podem substituir as aulas presenciais. Já os professores perceberam os estudantes mais receptivos e participativos do que o habitual, interagindo mais frequentemente e formulando perguntas durante as aulas.

Kay e Kletskin (2012) também propuseram vídeos com duração entre três e quinze minutos contendo resolução de problemas na disciplina de Cálculo. Nesse caso, o objetivo consistia em suprir lacunas relacionadas aos conhecimentos de Pré-Cálculo. Os autores não relatam se o professor aparecia ou não nos vídeos. Os estudantes receberam acesso aos *podcasts* em vídeo uma semana antes da realização de um teste diagnóstico, aplicado na segunda semana de aula. Os vídeos permaneceram disponíveis durante três semanas.

Os autores verificaram que 195 dos 288 estudantes de Cálculo acessaram os vídeos e que foram registradas 4.675 visualizações pelo sistema de rastreamento. A média foi de 223 acessos por dia, sendo 121 nos primeiros dias e 457 nos dias que antecederam o teste. Os resultados indicaram que os estudantes foram receptivos ao uso dos vídeos e que estes contribuíram para melhorar a compreensão dos conceitos de Pré-Cálculo, embora o uso do recurso tenha se intensificado nos momentos próximos à avaliação.

Vale destacar que vídeos que apresentam o professor – seja da cintura para cima, de corpo inteiro ou filmado sobre o ombro, mostrando apenas sua mão durante a resolução dos exercícios – conferem aspectos mais humanizados ao recurso audiovisual, conforme destacado por Petrillo (2016).

Um teste diagnóstico também constituiu o cenário investigado por Hernandez *et al.* (2019), que propuseram quatro cursos no formato *Massive Open Online Courses* (MOOCs). Entre os recursos disponibilizados estavam vídeos, leituras, exercícios com resolução passo a passo, exercícios resolvidos na plataforma com *feedback* imediato e construções interativas desenvolvidas no GeoGebra.

Com 771 estudantes matriculados em Cálculo e submetidos ao teste diagnóstico, os autores observaram que os MOOCs registravam muito mais acessos nos dias que antecediam a avaliação do que ao longo dos dois meses de oferta, comportamento semelhante ao identificado por Kay e Kletskin (2012). Também verificaram que o MOOC de Trigonometria foi o mais acessado. Em entrevista, um estudante justificou esse fato afirmando que esse era o conteúdo mais difícil, pois não o havia estudado na Educação Básica. As seções de exercícios registraram maior número de interações do que as seções de vídeo e leitura. Um dos estudantes entrevistados afirmou que assistia aos vídeos quando desejava, sugerindo que esses recursos eram utilizados como apoio à prática dos exercícios.

Os autores concluem que os estudantes ainda não estão suficientemente preparados para utilizar MOOCs como ferramenta de recuperação da aprendizagem, sobretudo quando sua utilização não é obrigatória.

No que se refere à não obrigatoriedade, Adiguzel, Kamit e Ertas (2020) relatam a implantação de *e-books* enriquecidos (infoprodutos) no ensino de Cálculo I e II, Física I e II e Química Geral I, na modalidade *blended learning*. O estudo envolveu 4.752 estudantes ao longo de dois semestres, e a porcentagem de estudantes que compraram e ativaram suas contas variou conforme o curso e o semestre. No primeiro semestre, 63% dos estudantes ativaram suas contas, enquanto, no segundo semestre, esse percentual caiu para apenas 32%.

Os professores de Cálculo I e II exigiam a realização de *quizzes*, que correspondiam a 20% da nota final da disciplina. Entretanto, os estudantes compartilhavam as soluções dos exercícios e, em razão da cópia generalizada das respostas, essa participação foi reduzida para 10% da nota. Entre 60% e 70% dos estudantes de Cálculo I e II engajaram-se nas atividades propostas, percentual significativamente superior ao observado nas demais disciplinas, fato que pode ser explicado pelo menor número de trabalhos exigidos.

Os autores relataram, ainda, baixa adesão aos produtos por parte dos próprios professores, que pouco exploraram a ferramenta em sala de aula. Por fim, os

docentes afirmaram que os estudantes realmente interessados em estudar o fariam independentemente da utilização dos recursos digitais.

A resolução de exercícios por meio de plataformas digitais foi discutida por Glynn-Adey (2021), Babaali e Gonzalez (2015) e Smolinsky *et al.* (2019). Com o objetivo de criar um manual de soluções para inúmeros exercícios de Cálculo Multivariável, Glynn-Adey (2021) propôs um portfólio colaborativo composto por recursos que os próprios estudantes considerassem úteis para a aprendizagem. A plataforma MediaWiki foi escolhida para a publicação de soluções, anotações, links para vídeos do YouTube, recomendações de sites, fotografias, entre outros materiais.

Os estudantes mostraram-se receptivos à proposta à medida que o *wiki* era construído e destacaram que escrever na plataforma, resolver problemas e verificar soluções de forma colaborativa foram atividades úteis, que facilitaram a aprendizagem, além de constituírem um meio eficaz de comunicação e trabalho coletivo.

Uma atividade bastante comum nas disciplinas de Cálculo é a lição de casa, e Smolinsky *et al.* (2019) compararam a realização dessa atividade em papel (manuscrita) com a sua execução por meio da plataforma WebAssign, na disciplina de Cálculo II. Foram analisadas as notas de 242 estudantes distribuídos em duas turmas com aproximadamente 40 estudantes cada e outras duas turmas maiores.

A lição de casa manuscrita era composta por questões discursivas abertas e questões de resposta gráfica. Na versão on-line, essas atividades foram adaptadas para questões de resposta algébrica, com até dez tentativas de envio, e para questões de múltipla escolha, com uma tentativa a menos do que o número de alternativas disponíveis. O sistema informava imediatamente se a resposta submetida estava correta ou incorreta.

Os autores não encontraram diferenças significativas em relação ao tipo de lição de casa utilizado, tampouco identificaram interações significativas envolvendo tamanho da turma, modalidade da atividade e/ou gênero dos estudantes. Concluem, portanto, que as lições de casa realizadas on-line são tão eficazes quanto as manuscritas.

Babaali e Gonzalez (2015), por sua vez, relataram a implementação da plataforma Hawkes Learning Systems para a realização das atividades domiciliares. A proposta tinha como objetivo complementar a instrução e oferecer suporte aos

estudantes, visando à melhoria do desempenho acadêmico na disciplina de Pré-Cálculo.

O diferencial da plataforma Hawkes Learning Systems está relacionado ao nível de domínio que o estudante deve alcançar para prosseguir nas atividades. Por exemplo, em uma tarefa composta por 15 questões, caso o professor estabeleça um nível de domínio de 80%, o estudante poderá errar, no máximo, três questões. Se não atingir esse percentual, deverá continuar estudando e praticando na plataforma para, posteriormente, retornar e tentar concluir a atividade por meio de novos exercícios semelhantes.

No total, 202 estudantes participaram do estudo, distribuídos em quatro turmas experimentais e quatro turmas de controle, que realizavam a lição de casa de forma manuscrita. A atividade correspondia a 20% ou 25% da nota final, dependendo da turma. As notas dos exames finais foram analisadas, e a média do grupo experimental foi 15 pontos superior, em uma escala de 100 pontos. A distribuição das notas também revelou que o grupo experimental apresentou menor número de estudantes com notas muito baixas e maior concentração de estudantes na metade superior da escala de pontuação.

Vale destacar que Babaali e Gonzalez (2015) e Smolinsky *et al.* (2019), ambos com amostras de aproximadamente 200 estudantes, encontraram resultados distintos ao analisarem a resolução de exercícios por meio de plataformas digitais.

Ainda no contexto do uso de computadores, seja para atividades em sala de aula ou extraclasse, destacam-se os trabalhos de Fisher, Lucas e Galstyan (2013) e Smolinsky *et al.* (2020).

Fisher, Lucas e Galstyan (2013) compararam o uso de *iPads* e *laptops* em duas turmas de Cálculo. Uma das turmas, composta por 22 estudantes, recebeu um *iPad* para utilização nas atividades da disciplina, enquanto a outra, formada por 27 estudantes, utilizava seus próprios *laptops*. Em ambas as turmas, os estudantes trabalhavam colaborativamente em grupos durante, pelo menos, metade do tempo de aula, desenvolvendo atividades que exigiam, em algum momento, o uso de tecnologia.

Os autores não encontraram diferenças significativas quanto ao tempo que os estudantes dedicavam ao espaço público de interação (isto é, ao trabalho colaborativo entre colegas). Contudo, observaram diferenças no tipo de atividade desenvolvida nesse espaço. Na turma que utilizava *laptops*, 57,9% das interações públicas consistiam em discussões que não envolviam visualização ou interação direta com a

tecnologia. O tempo restante era dividido entre visualização da tecnologia (30,8%) e interação com a tecnologia (11,3%). Já na turma que utilizava *iPads*, apenas 30,8% das interações públicas correspondiam a discussões, enquanto 36,9% e 32,3% do tempo eram dedicados, respectivamente, à visualização e à interação com a tecnologia.

Esses resultados levaram os autores a concluir que os estudantes que utilizavam *iPads* estavam mais dispostos a compartilhar suas telas e a interagir com as telas dos colegas durante a realização das atividades, ao passo que os *laptops* eram percebidos como espaços de trabalho mais privados. Em entrevistas, 82% dos estudantes que utilizavam *iPads* afirmaram empregar o dispositivo para mostrar informações aos colegas, enquanto apenas 47% dos usuários de *laptops* relataram o mesmo comportamento. Outro aspecto relevante foi que alguns estudantes que utilizavam *iPads* mencionaram a possibilidade de ensinar os colegas por meio do compartilhamento de tela, enquanto os estudantes que utilizavam *laptops* destacaram apenas o benefício de receber ajuda dos pares.

Já Smolinsky *et al.* (2020) enfrentaram o desafio de avaliar estudantes de Cálculo II por meio de computadores durante a pandemia de covid-19. Considerando que avaliações realizadas com lápis e papel podem envolver elevada demanda cognitiva, os autores investigaram se avaliações realizadas por computador seriam capazes de aferir os mesmos conhecimentos e habilidades.

Para isso, compararam os resultados de turmas avaliadas exclusivamente por meio de provas em papel com os de turmas avaliadas exclusivamente por computador. Os resultados favoreceram as avaliações em papel e lápis, embora a diferença tenha sido pequena, sugerindo que as avaliações baseadas em computador podem apresentar melhorias à medida que os professores adquirem experiência com essa modalidade e que os recursos tecnológicos evoluem.

Um conjunto de sete artigos aborda o uso de *softwares* matemáticos que permitem construções, visualizações e manipulações de objetos matemáticos, como o GeoGebra (Božić; Takači; Stankov, 2021; Monteiro Paulo; Pereira; Pavanelo, 2021; Ocal, 2017; Ponce Campuzano *et al.*, 2019), o Microsoft Mathematics (Mendezabal; Tindowen, 2018), a calculadora gráfica Desmos (Liang, 2015) e o MATLAB (Godfred; Bayaga; Bosse, 2021).

Com a proposta de examinar funções com e sem parâmetros e analisar as propriedades de seus gráficos em função desses parâmetros, Božić, Takači e Stankov

(2021) envolveram 208 estudantes distribuídos entre grupos experimental e controle. O grupo controle necessitou de 12 aulas para concluir a tarefa, enquanto o grupo experimental concluiu a atividade em apenas oito aulas e ainda pôde explorar outras funções e parâmetros por meio de controles deslizantes e de representações gráficas e algébricas exibidas simultaneamente na tela do GeoGebra.

Os autores encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, uma vez que os estudantes do grupo experimental obtiveram 67,27% de acertos na tarefa, enquanto os estudantes do grupo controle alcançaram 53,75%.

No ensino de aplicações da derivada, Ocal (2017) analisou uma turma experimental de Cálculo composta por 31 estudantes e uma turma de controle com 24 estudantes. Os participantes realizaram pré-teste e pós-teste compostos por seis questões abertas, que exigiam tanto conhecimentos procedimentais quanto conceituais.

O autor não encontrou diferenças estatisticamente significativas quanto ao conhecimento procedimental das duas turmas, mas, quanto ao conhecimento conceitual, houve uma diferença estatisticamente significativa. Esse achado mostrou que os estudantes expostos à instrução com Geogebra obtiveram melhores pontuações, o que levou o autor a concluir que a instrução com o uso do Geogebra foi uma maneira significativamente melhor de ensinar aplicações de derivadas em comparação àquela sem usá-lo.

O GeoGebra também pode ser utilizado para o estudo de Cilindros e Superfícies Quadráticas, como foi o caso apresentado por Monteiro Paulo, Pereira e Pavanelo (2021), que utilizaram o GeoGebra AR (*Augmented Reality*). O usuário observa a projeção de uma superfície sobre uma região plana através da tela do celular ou um *tablet*, e a diferença do GeoGebra AR para outros *softwares* de construção 3D é que o usuário é quem se move, e não faz interações ou toques sobre a tela.

Com essa proposta, os estudantes foram convidados a esboçar a superfície gerada por $y^2 - xz = y^2 - x^2$ e, ainda, 3 planos, bem como observar as interseções formadas. Os autores perceberam os estudantes abertos à investigação e dispostos a entender o conteúdo proposto na atividade.

Já com o objetivo de auxiliar os estudantes na interpretação da dinâmica do campo vetorial e da integral de linha, Ponce Campuzano *et al.* (2019) desenvolveram simulações para quatro famílias distintas de curvas. Os estudantes puderam arrastar

objetos, alterar os valores dos parâmetros e analisar as propriedades geométricas dos conceitos estudados.

Dessa forma, puderam formular conjecturas, testá-las e correlacionar as representações visuais às propriedades matemáticas correspondentes. Os autores concluíram que, em última análise, as simulações foram concebidas para acelerar a compreensão de conceitos matemáticos avançados por parte dos estudantes.

Em outros três trabalhos, os autores utilizaram *softwares* matemáticos com funcionalidades semelhantes às do GeoGebra, permitindo construções e manipulações de objetos matemáticos. O Microsoft Mathematics foi utilizado no ensino de Cálculo Diferencial em uma turma composta por 30 estudantes e comparado ao ensino tradicional aplicado a outra turma. Mendezabal e Tindowen (2018) relataram que os estudantes se mostraram mais engajados no processo de aprendizagem e que o uso da tecnologia favoreceu o estudo do Cálculo por meio de representações gráficas, numéricas e analíticas. Os resultados sugerem que a integração da tecnologia ao ensino e à aprendizagem de Cálculo foi tão eficaz quanto a abordagem tradicional.

Liang (2015), por sua vez, apresentou uma proposta para o ensino de limites com o uso da calculadora gráfica Desmos. Contudo, ressaltou que a utilização da tecnologia não substitui o pensamento crítico e lógico, o raciocínio matemático nem as demonstrações.

Já o MATLAB foi utilizado no ensino de Cálculo Vetorial, conforme discutido por Godfred, Bayaga e Bosse (2021). A investigação envolveu um grupo de 100 futuros professores de uma região rural caracterizada por elevados índices de pobreza na África do Sul. Os participantes foram distribuídos entre grupos controle e experimental. Ambos receberam aulas expositivas, mas o grupo experimental realizou atividades com o auxílio do MATLAB. Os autores concluíram que a experiência de três semanas com o *software* contribuiu significativamente para o aumento da compreensão conceitual, do domínio de habilidades procedimentais e do desenvolvimento do raciocínio matemático.

Medel Viltres *et al.* (2020) demonstraram preocupação com o uso indiscriminado de alguns *softwares*, como MATLAB, Wolfram Mathematica, WIRIS, CALC 3D PROF e WINMAT, embora reconheçam a qualidade dessas ferramentas. Segundo os autores, tais programas executam operações matriciais e fornecem apenas o resultado, sem possibilitar aos estudantes a visualização e a compreensão

das etapas intermediárias do processo. Em resposta a essa limitação, apresentaram o desenvolvimento do *software* SoftMatrix, que, além de poder ser utilizado em *smartphones*, diferentemente dos programas anteriormente citados, apresenta o passo a passo das operações realizadas.

Em síntese, foram analisados 17 trabalhos relacionados ao ensino de matemática com o uso de tecnologias, e a Tabela 4 apresenta as principais tecnologias encontradas nesses artigos.

Tabela 4 - Tecnologias adotadas

Tecnologia	Número de artigos
Softwares	7
Plataformas	3
Vídeos	2
MOOCs e Infoprodutos	2
TOTAL	14

Fonte: A autoria própria (2022)

A implementação de tecnologias no ensino não garante, por si só, os efeitos benéficos esperados, se estas não forem planejadas e orientadas com propósitos. A não obrigatoriedade em acessar vídeos e plataformas, por exemplo, transfere aos estudantes responsabilidades que lhes são devidas, mas que não estão habituados – e carecem de orientação sistemática para melhores resultados.

Um fato interessante é que os MOOCs e o Infoproduto adotaram simultaneamente *Softwares*, Plataformas e Vídeos, mas não foram capazes de proporcionar os melhores resultados, devido à baixa adesão (Adiguzel; Kamit; Ertas, 2020) e despreparo dos estudantes em lidar com atividades não obrigatórias (Hernandez *et al.*, 2019).

Os estudos apresentados nesta seção destacam que o uso da tecnologia pode auxiliar no ensino e na aprendizagem, entretanto os resultados da maioria deles não demonstram ganhos significativos, exceto pelos estudos que envolveram a compreensão do conteúdo e/ou gráficos em que a tecnologia provê melhor resultado. Babaali e Gonzalez (2015) observaram maior acerto da atividade realizada pelo grupo experimental que utilizou uma plataforma; e Božić, Takači e Stankov (2021), Godfred, Bayaga e Bosse (2021) e Ocal (2017) utilizaram *softwares* no ensino, permitindo aos estudantes a visualização e manipulação dos objetos matemáticos.

A utilização dos *softwares*, como o GeoGebra, o MATLAB e o Microsoft Mathematics, ainda contribuiu para o engajamento e a disposição em entender o conteúdo, além de acelerar a compreensão conceitual dos estudantes.

2.3.6 Visão holística e humanista

Espera-se que o egresso de um curso de Engenharia possua uma “visão do todo”, além de uma postura crítica e reflexiva. Essa competência pode ser compreendida como uma visão holística e humanista, relacionada muito mais a atitudes do que a procedimentos. Os trabalhos apresentados a seguir analisam aspectos como envolvimento acadêmico, atitudes em relação à Matemática, percepção da própria aprendizagem, autoconfiança, persistência, criatividade e comportamento na resolução de exercícios. Tais aspectos estão associados ao desenvolvimento de uma formação holística e humanista, indo além de indicadores tradicionais, como taxas de aprovação e reprovação.

A Sala de Aula Invertida constituiu o contexto investigado em três estudos. McCallum *et al.* (2015) e Murphy, Chang e Suaray (2016) disponibilizaram aos estudantes um ou dois vídeos, com duração entre 10 e 25 minutos, para cada aula, seguidos de questões destinadas à verificação da compreensão dos conteúdos. De modo semelhante, Turra *et al.* (2019) propuseram um ou dois vídeos de, no máximo, oito minutos de duração para cada aula, também acompanhados de questões de compreensão.

Nas disciplinas de Pré-Cálculo e Cálculo I, McCallum *et al.* (2015) acompanharam 60 estudantes ao longo de um semestre, em 2013. Em entrevistas, os participantes sugeriram que a Sala de Aula Invertida favorece o sucesso acadêmico, uma vez que promove maior envolvimento nas aulas em decorrência da necessidade de preparação prévia, além de ampliar as oportunidades de interação com os colegas e de recebimento de auxílio e *feedback* do professor.

Os autores também observaram que alguns estudantes apresentaram dificuldades relacionadas à autodisciplina exigida por essa metodologia. Os próprios estudantes reconheceram a necessidade de maior comprometimento e autonomia para participar efetivamente de uma Sala de Aula Invertida.

Por fim, os autores sugerem que a abordagem da Sala de Aula Invertida estimula o envolvimento acadêmico por meio de: (i) maior dedicação de tempo e esforço; (ii) preparação prévia, mediante a visualização dos vídeos e a realização de anotações; e (iii) participação em atividades de aprendizagem ativa durante as aulas.

Turra *et al.* (2019) acompanharam 76 estudantes das disciplinas de Cálculo e AL. Os autores destacam que 62,7% dos participantes eram provenientes de famílias de baixa renda residentes em uma região rural caracterizada por elevados índices de pobreza, além de apresentarem baixos desempenhos em avaliações chilenas e internacionais de Ciências e Matemática. No início do semestre, foi aplicado um pré-teste para avaliar as atitudes dos estudantes em relação à Matemática, e as mulheres demonstraram atitudes menos positivas em comparação aos homens.

Ao final do semestre, o teste de atitudes em relação à Matemática foi reaplicado. Os autores concluíram que o ensino centrado no estudante favoreceu atitudes mais positivas em relação à Matemática, especialmente entre aqueles provenientes de famílias de baixa renda. Além disso, observaram que as diferenças entre homens e mulheres tenderam a diminuir após a implementação da Sala de Aula Invertida, indicando uma maior homogeneização das atitudes em relação à disciplina.

Murphy, Chang e Suaray (2016), por sua vez, investigaram as atitudes de 70 estudantes de AL distribuídos entre turmas submetidas ao ensino tradicional e ao ensino invertido. Questionários foram aplicados no início e ao final do semestre. Os autores identificaram um aumento na percepção dos estudantes da Sala de Aula Invertida quanto à sua capacidade de realizar trabalhos avançados em Matemática. Em outras palavras, as habilidades matemáticas percebidas e a confiança em relação à Matemática parecem ter aumentado ao longo do tempo. Em contraste, os estudantes submetidos ao ensino tradicional passaram a avaliar suas próprias habilidades matemáticas de forma menos positiva.

De modo geral, os estudantes da Sala de Aula Invertida não apresentaram dificuldades significativas de adaptação à metodologia de ensino. Contudo, os autores alertam para a importância de manter um cronograma bem estruturado e materiais organizados e disponibilizados com antecedência, além de uma carga de trabalho adequada, a fim de minimizar as resistências à mudança que alguns estudantes podem apresentar.

Zabala-Vargas *et al.* (2021) investigaram os efeitos dos jogos no ensino de Cálculo Diferencial com 81 estudantes do primeiro ano de Engenharia, especialmente no que se refere à motivação. Para isso, analisaram as categorias Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação.

Foram realizadas duas intervenções. Na primeira, utilizaram-se testes de conceitos matemáticos por meio da ferramenta Socrative, palavras cruzadas para

revisão dos conceitos de limites e derivadas e um teste preparatório para o exame final utilizando a plataforma 'Kahoot!'. A segunda intervenção teve como principal recurso o jogo Classcraft, ambientado em mundos fantásticos de super-heróis. Foram configurados comportamentos a serem estimulados, atitudes passíveis de punição e regras específicas do jogo. Os estudantes personalizaram avatares com diferentes atributos e características e formaram ligas compostas por três integrantes. Paralelamente às atividades do jogo, também foram utilizados o Socrative, o Wolfram Mathematica, o Kahoot! e o *Crossword Online*.

Os estudantes responderam a questionários em ambas as intervenções, e Zabala-Vargas *et al.* (2021) encontraram resultados que indicam níveis elevados nas categorias Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. A segunda intervenção proporcionou mais oportunidades de trabalho em equipe e favoreceu a aprendizagem colaborativa, produzindo efeitos positivos sobre a motivação que não foram observados na primeira intervenção.

Um aspecto negativo relacionado ao uso de jogos refere-se aos processos avaliativos. Professores participantes da pesquisa relataram que alguns estudantes solicitavam constantemente aumento do peso das atividades gamificadas na composição da nota final. Por fim, os autores observaram também uma redução dos índices de abandono. Entre os semestres 2016.1 e 2018.1, esses índices variavam entre 15% e 19%; já nos três semestres de desenvolvimento do projeto (2018.2 a 2019.2), os percentuais foram de 11%, 11% e 7%, respectivamente.

Há também uma preocupação relacionada à forma de medir a percepção dos estudantes acerca de sua própria aprendizagem. Nesse sentido, Shroff, Ting e Lam (2019) desenvolveram um instrumento destinado a avaliar as percepções dos estudantes sobre a aprendizagem ativa em um contexto de aprendizagem mediado por tecnologia. Participaram do estudo 139 estudantes matriculados em disciplinas de Cálculo. As aulas iniciavam com quatro a seis questões no 'Kahoot!', baseadas em conceitos matemáticos e problemas, que posteriormente eram discutidos e revisados em sala. Após a apresentação de cada novo conceito, um novo conjunto de questões era aplicado.

Os pesquisadores utilizaram um questionário de autorrelato organizado em quatro escalas: engajamento interativo, habilidades de resolução de problemas, interesse e *feedback*. O instrumento resultante foi composto por 20 itens. Os autores concluíram que se trata de um instrumento válido e confiável, que pode ser empregado

em pesquisas futuras para coletar e representar dados sobre as percepções dos estudantes em relação à aprendizagem ativa em ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia.

Outro aspecto importante refere-se à persistência nos cursos, analisada por Ellis, Kelton e Rasmussen (2014) com 2.014 estudantes de 95 instituições, também no contexto da disciplina de Cálculo. Os autores classificaram os estudantes em quatro categorias: os Persistentes, que pretendiam cursar mais disciplinas de Cálculo e mantiveram essa intenção ao final do semestre; os Trocadores, que inicialmente pretendiam continuar estudando Cálculo, mas mudaram de intenção; os Culminadores, que cursaram e concluíram Cálculo I sem intenção de cursar Cálculo II; e os Conversores, que inicialmente não pretendiam continuar estudando Cálculo, mas alteraram essa decisão ao final do semestre.

As atividades pedagógicas percebidas pelos estudantes, registradas por meio de uma pesquisa aplicada ao final do semestre sobre a frequência com que os professores utilizavam uma lista de doze práticas pedagógicas – como demonstrar a resolução de problemas específicos, formular perguntas, solicitar que os estudantes explicassem seus raciocínios, disponibilizar materiais de apoio e ministrar aulas expositivas, entre outras – constituíram a principal fonte de dados do estudo.

Os estudantes classificados como Persistentes relataram com maior frequência atividades como o trabalho colaborativo em sala de aula e a solicitação para que explicassem seus raciocínios, aspectos que os mantinham mais engajados durante as aulas. Já os Conversores apontaram com maior frequência a atividade de explicação do próprio raciocínio em sala de aula, o que constitui mais um indicativo da relação entre participação ativa e persistência nos estudos.

Os Trocadores relataram, com menor frequência, a presença de leituras e de suporte pedagógico na forma de materiais complementares, orientações e discussões em sala de aula. Com base nesses resultados, os autores sugerem que esses estudantes podem ter sido expostos a um ensino por descoberta inadequadamente implementado. Ainda entre os Trocadores, observou-se que 11,1% dos homens alteraram sua intenção de continuar estudando Cálculo ao final do semestre, enquanto entre as mulheres esse percentual atingiu 20,1%. Já os Culminadores eram, em sua maioria, estudantes que não pretendiam seguir formações nas áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) e, por essa razão, uma sequência mais extensa de disciplinas de Cálculo não se fazia necessária. Por fim, os autores alertam

que a persistência dos estudantes em disciplinas de Cálculo, quando associada à implementação de práticas pedagógicas inovadoras, depende diretamente da qualidade com que essas práticas são implementadas.

Outro aspecto identificado nos artigos refere-se ao desenvolvimento da criatividade, tema investigado por Catarino *et al.* (2019) e por Roble, Lomibao e Luna (2021). Estes últimos defendem que a criatividade constitui uma competência fundamental para a atuação na sociedade contemporânea.

Na disciplina de Cálculo Diferencial, Roble, Lomibao e Luna (2021) examinaram soluções criativas produzidas por 132 estudantes dos cursos de Engenharia e Matemática ao longo de dois semestres. O grupo experimental participou de aulas baseadas na resolução de problemas, nas quais os estudantes trabalhavam colaborativamente e eram incentivados a propor diferentes soluções, além de participar de atividades de apresentação de problemas. Já o grupo controle foi submetido ao ensino fundamentado nas heurísticas de resolução de problemas de Polya, estruturadas em quatro etapas: compreensão do problema, elaboração de um plano, execução do plano e avaliação da solução.

Os estudantes realizaram um teste de Tarefas de Soluções Múltiplas no início e ao final do semestre. Os resultados do pré-teste revelaram que todos os participantes se encontravam no nível inicial de originalidade das soluções apresentadas, indicando a necessidade de desenvolver habilidades relacionadas à criação de novas estratégias para resolver problemas matemáticos.

No pós-teste, ambos os grupos apresentaram melhora, porém alcançaram apenas o nível de desenvolvimento, o que indica que os estudantes ainda não atingiram proficiência na elaboração de soluções inovadoras. Em geral, foram capazes de apresentar soluções que lhes eram familiares. Entretanto, o grupo experimental apresentou ganhos superiores aos do grupo controle. Os resultados evidenciaram melhorias na fluência matemática e na flexibilidade dos estudantes submetidos à intervenção.

Apenas um estudante do grupo experimental foi capaz de apresentar uma solução alternativa ao investigar a tendência do valor de uma função no estudo de limites, sendo essa solução considerada original pelos autores. Dessa forma, concluíram que o modelo experimental se mostrou mais eficaz do que as heurísticas de resolução de problemas de Polya no desenvolvimento da fluência matemática e da flexibilidade.

Na disciplina de AL, a criatividade foi explorada por Catarino *et al.* (2019) em um curso de Comunicação e Multimédia, envolvendo 50 estudantes distribuídos entre grupo experimental e grupo controle. Ambos os grupos realizaram testes de criatividade antes e após a intervenção.

O grupo controle recebeu ensino tradicional. Já no grupo experimental, além das atividades convencionais, os estudantes, organizados em grupos, dispunham de quatro minutos para elaborar o maior número possível de questões a partir de imagens relacionadas aos conteúdos de AL apresentadas pelo professor. Em seguida, os grupos compartilhavam suas questões e as discutiam com a turma e com o docente durante aproximadamente dez minutos.

Entre o pré-teste e o pós-teste, o grupo controle apresentou um ganho de 28% nos indicadores de criatividade, enquanto o grupo experimental registrou um aumento de 41%, mesmo partindo de uma pontuação média superior no pré-teste. Esses resultados levaram os autores a inferir que estudantes estimulados a trabalhar colaborativamente tendem a apresentar ganhos significativos em termos de criatividade.

Para Dorko (2020), além dos estudos sobre desempenho acadêmico e percepções dos estudantes, existe a necessidade de investigar o comportamento dos estudantes durante a realização de tarefas domiciliares on-line. Com esse objetivo, o autor acompanhou nove estudantes de Cálculo II durante a resolução de atividades sobre sequências na plataforma WebAssign.

O dever de casa era composto por 15 questões. Para aquelas que exigiam respostas numéricas, os estudantes dispunham de três tentativas; para as questões de múltipla escolha, havia apenas uma tentativa. Não era possível acessar problemas semelhantes para treino, recurso normalmente disponível na plataforma. O autor destaca que uma desvantagem dos sistemas de tarefas on-line que permitem múltiplas tentativas consiste na possibilidade de os estudantes identificarem a resposta correta por meio de tentativas sucessivas.

Dorko (2020) observou que os estudantes organizavam estrategicamente o que e quando enviar ao sistema. Em questões que permitiam o envio parcial e o recebimento de *feedback* formativo imediato, os participantes submetiam partes da tarefa para utilizar as respostas obtidas como orientação para a resolução das etapas subsequentes. Embora esse comportamento possa favorecer a aprendizagem, existe

o risco de os estudantes se tornarem excessivamente dependentes do computador para verificar seus resultados.

Entre os nove artigos analisados nesta temática, três utilizaram a Sala de Aula Invertida como contexto de investigação e evidenciaram diferentes benefícios, tais como o aumento do envolvimento acadêmico (McCallum *et al.*, 2015), o fortalecimento das habilidades matemáticas percebidas e da autoconfiança (Murphy; Chang; Suaray, 2016) e o desenvolvimento de atitudes mais positivas em relação à Matemática (Turra *et al.*, 2019).

A utilização do 'Kahoot!', relatada em dois estudos, possibilitou investigar a motivação dos estudantes e identificar a redução dos índices de abandono (Zabala-Vargas *et al.*, 2021), bem como avaliar as percepções dos estudantes acerca da própria aprendizagem (Shroff; Ting; Lam, 2019).

Há ainda dois estudos dedicados à criatividade, tanto na elaboração de problemas (Catarino *et al.*, 2019) quanto na proposição de soluções para eles (Roble; Lomibao; Luna, 2021). Em ambos os casos, os autores observaram mudanças positivas entre os estudantes avaliados. Destacam-se, especialmente, as atividades colaborativas em grupo, que contribuíram para o desenvolvimento da fluência matemática e da flexibilidade quando os estudantes eram incentivados a encontrar soluções criativas para os problemas.

Um aspecto que muitos professores talvez desconheçam é que os estudantes que persistem nos estudos de Cálculo, ou aqueles que optam por incluir mais disciplinas dessa área em sua trajetória acadêmica, relatam que atividades em grupo e situações que exigem a explicação do próprio raciocínio aos colegas contribuíram significativamente para a decisão de continuar estudando Cálculo (Ellis; Kelton; Rasmussen, 2014). Essas atividades não pertencem exclusivamente a uma metodologia específica, podendo ser incorporadas a diferentes abordagens pedagógicas.

As pesquisas aqui relatadas evidenciaram resultados como maior envolvimento dos estudantes nas aulas, intensificação das interações entre colegas, desenvolvimento de atitudes mais positivas em relação à Matemática, aumento da motivação e da confiança, mudanças favoráveis na percepção das próprias capacidades matemáticas, fortalecimento da criatividade e ampliação da persistência acadêmica. Tais resultados parecem estar fortemente relacionados às atividades

colaborativas e ao trabalho em grupo, independentemente da metodologia ativa adotada.

2.4 A teoria de Carl Rogers e a aprendizagem significativa

A sociedade contemporânea tem passado por rápidas transformações, e os ambientes escolar e universitário enfrentam o desafio de acompanhar e adaptar-se a essas mudanças. O contexto educacional modificou-se, os estudantes mudaram, as relações sociais foram reconfiguradas e as informações tornaram-se mais rápidas e voláteis. Nesse cenário, o professor busca estratégias de ensino capazes de tornar a aprendizagem significativa para os estudantes, de modo que a informação possa ser transformada em conhecimento e promover mudanças positivas em sua formação e em suas vidas.

Para Rogers, o ambiente escolar está repleto de situações de aprendizagem que envolvem apenas a dimensão intelectual, caracterizadas pelo acúmulo de fatos e informações. Segundo o autor, trata-se de uma aprendizagem que se processa “[...] do pescoço para cima”. Não envolve sentimentos ou significados pessoais, não tem relevância para a pessoa integral” (Rogers, 1985, p. 27). Em contraposição a essa perspectiva, Rogers propõe que estudantes e professores assumam papéis distintos daqueles tradicionalmente exercidos no processo educativo.

Carl Rogers (1902-1987) foi um psicólogo norte-americano, considerado um dos principais representantes da Psicologia Humanista e criador da Abordagem Centrada na Pessoa. No campo das teorias da aprendizagem, sua proposta transcende e integra as dimensões cognitiva, afetiva e psicomotora, constituindo aquilo que denomina aprendizagem significativa.

Rogers defende a existência de uma aprendizagem significativa, na qual a pessoa está efetivamente “dentro” do ato de aprender e atribui significado àquilo que aprende. Para o autor, é necessário envolver a pessoa em sua totalidade no processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, afirma que “a aprendizagem significativa combina o lógico e o intuitivo, o intelecto e os sentimentos, o conceito e a experiência, a ideia e o significado. Quando aprendemos dessa maneira, somos integrais” (Rogers, 1985, p. 30).

A partir desse entendimento, Rogers sustenta que a aprendizagem significativa decorre de um conjunto de princípios fundamentais que favorecem a aprendizagem e promovem mudanças no comportamento, nas ações, nas atitudes,

na personalidade e em outras dimensões da vida humana. Assim, acredita que o desenvolvimento da pessoa ocorre de forma plena, conduzindo-a ao processo de autorrealização.

Ainda, para o autor (1985, p. 126), o “[...] único homem instruído é aquele que aprendeu como aprender, o que aprendeu a adaptar-se e a mudar” e, no sistema educacional, é essencial construir o ambiente propício para tal. Em sua obra “Liberdade para Aprender”, destacam-se alguns princípios que facilitam a aprendizagem significativa (Rogers, 1972, p. 153-159):

- i. explorar a potencialidade de aprendizado pela curiosidade;
- ii. focar a aprendizagem mais na utilidade para a formação do que na obrigação em realizá-la;
- iii. minimizar ameaças externas à aprendizagem (sistemas repressivos, avaliações severas, intolerâncias ao erro, por exemplo), pois são empecilhos à aprendizagem;
- iv. colocar os estudantes com a “mão na massa”, em confronto experiencial com problemas práticos ou de pesquisa;
- v. provocar e incentivar a participação responsável do estudante no processo de aprendizagem;
- vi. explorar uma aprendizagem que não seja apenas cognitiva, mas também afetiva, profunda e abrangente, envolvendo sentimentos e inteligência;
- vii. para o estudante se tornar independente, criativo e autoconfiante, a autocrítica e a autoavaliação são fundamentais; deve-se permitir, então, o erro, oportunizar julgamentos e avaliar as consequências deles;
- viii. provocar que o estudante adote uma atitude de busca constante do conhecimento, estando aberto à experiência, para superar as situações correntes.

Indo além do “como o estudante aprende”, Rogers propõe que a aprendizagem autoiniciada é a que será mais durável e impregnante. Para tanto, o autor defende que o ensino deixe de ser centrado no professor detentor de todo o conhecimento e passe a contar com um facilitador da aprendizagem.

Nesse contexto, Rogers aponta características importantes e inerentes ao facilitador, uma vez que a facilitação da aprendizagem significativa está baseada nas

atitudes e qualidades que existem no relacionamento pessoal entre o professor e o estudante:

- autenticidade;
- apreço, aceitação, confiança; e
- compreensão empática.

Por autenticidade do professor, Rogers também utiliza o termo “congruência”, ou seja, a capacidade de ser a mesma pessoa na escola e fora dela, tanto na relação com os estudantes quanto com as pessoas de seu círculo social. O professor não precisa incorporar um personagem nem utilizar uma máscara; pode ser ele mesmo, uma pessoa comum, expressando seus sentimentos, gostos e preferências. Para Rogers, o professor aceita seus sentimentos reais, possui plena consciência de suas atitudes e estabelece relações autênticas com os estudantes. Dessa forma, passa a ser percebido como uma pessoa viva, dotada de sentimentos e convicções, o que amplia as possibilidades de sucesso no processo de aprendizagem (Rogers, 1972, 1983, 1985, 2009).

O professor caracterizado pelo “apreço, aceitação e confiança” considera o estudante em sua integralidade, aceitando-o como um indivíduo único, independentemente de suas condições, sentimentos ou comportamentos. Na teoria de Rogers, o professor confia profundamente nas capacidades e potencialidades dos estudantes. Assim, o facilitador demonstra interesse genuíno pelo aprendiz e, como consequência, contribui para a construção de um clima favorável à aprendizagem em sala de aula.

Para o estabelecimento de um ambiente de aprendizagem autoiniciada e experiencial, outra atitude fundamental é a compreensão empática. Trata-se da capacidade do professor de compreender as reações do estudante e perceber, de forma sensível, como ele vivencia o processo de educação e aprendizagem (Rogers, 1972).

Nesse processo de se colocar no lugar do outro e compreender seu mundo, não há espaço para julgamentos. O estudante se sente compreendido, e não julgado ou avaliado, o que favorece sua participação, seu envolvimento e seu desenvolvimento no processo de aprendizagem. Entretanto,

[...] o aluno, de alguma forma, deve perceber que o professor apresenta, de fato, estas qualidades. O aluno, durante tantas vezes, e por tanto tempo, se deparou com professores de “fachada” que, ao encontrar um professor

“verdadeiro”, tenderá a mostrar-se desconfiado e poderá não perceber sua autenticidade (Moreira, 1999, p. 147).

Certamente, essa não é uma tarefa fácil para o professor, pois ser “[...] autêntico, ou honesto, ou congruente, ou real, significa ser dessa maneira em relação a si próprio” (Rogers, 1972, p. 113). Munido dessas qualidades, a missão do professor, então, é permitir que o estudante aprenda e alimentar a curiosidade dele.

Em uma relação de “aprendizagem-ensino”, temos o “como o estudante aprende” e o “como se ensina”. Já na teoria rogeriana, tem-se a relação entre “aprendizagem significativa” e “facilitação”, construída a partir dos princípios da aprendizagem significativa anteriormente enunciados. Nesse contexto, a facilitação é compreendida como o processo por meio do qual o professor se empenha em proporcionar aos estudantes a liberdade para aprender.

Rogers (1972, p. 130-143) apresenta alguns métodos e técnicas já utilizados por outros professores e que podem ser úteis:

- i. trabalhar com problemas relevantes e percebidos como reais. O professor pode tentar obter de seus estudantes informações e problemas reais para eles e relevantes para a disciplina em questão, para proporcionar oportunidades de enfrentá-los;
- ii. articular recursos, não só os acadêmicos usuais (didáticos, físicos, tecnológicos), mas também os recursos humanos – pessoas que possam contribuir para os conhecimentos do estudante;
- iii. usar contratos didáticos e critérios de avaliação;
- iv. organizar grupos facilitadores de aprendizagem entre os estudantes;
- v. promover a autonomia do estudante a partir de um posicionamento de orientação da pesquisa a ser desenvolvida;
- vi. usar a simulação como tipo de aprendizagem experiencial (reprodução de uma situação social em um tempo muito reduzido, em que os indivíduos assumem papéis e tomam decisões);
- vii. usar a instrução programada como tipo de aprendizagem experiencial. A instrução programada tem sua origem em Skinner, que sugere uma organização do conteúdo a partir de cinco princípios básicos: Pequenas etapas, Reposta ativa, Verificação Imediata, Ritmo próprio, e Teste do Programa;

- viii. promover grupos básicos de encontro, em que grupos de 10 a 15 pessoas, incluindo um líder ou facilitador, reúnem-se para ouvirem uns aos outros, compartilharem seus progressos ou fracassos e seus sentimentos;
- ix. usar da autoavaliação. Ao se autoavaliar, o estudante assume a responsabilidade de decidir sobre os critérios importantes e objetivos pessoais, pois precisa estimar os esforços que empreendeu na sua própria aprendizagem.

Isso não significa que o professor deva adotar todos esses métodos e segui-los como um manual de instruções. Pelo contrário, Rogers defende que o professor pode aplicá-los parcialmente ou adotar outros, uma vez que se sente à vontade e confortável, e os estudantes se envolvam com a proposta. O professor estará livre para experimentar a 'liberdade em libertar'.

A revisão de literatura e o estudo da teoria de Carl Rogers apontam possibilidades para o ensino de Cálculo I nos cursos de engenharia, bem como estratégias que podem colaborar com o processo desta pesquisa e auxiliar a alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, são apresentados a classificação, os ambientes e os sujeitos da pesquisa, os instrumentos e os demais procedimentos metodológicos para a coleta dos dados, bem como a análise destes. O projeto de pesquisa foi submetido e autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP), registrado sob o número de processo 68396623.5.0000.5547 e aprovado pelo parecer nº 6.001.140.

3.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada e desenvolvida de acordo com as normas consagradas pela Metodologia Científica (Gil, 2010). Como a metodologia define um conjunto de etapas a vencer na investigação de um fenômeno, para realizar uma pesquisa com rigor científico, é preciso proceder com a elaboração de um plano de trabalho de ordem planejada e conclusiva (Cervo; Bervian, 2002).

Sendo a metodologia a base que define os fundamentos para os estudos científicos, esta subseção tem por objetivo enquadrar a presente pesquisa de acordo com a sua natureza, abordagem, objetivos e quanto ao método (Silva; Menezes, 2005). O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o enquadramento metodológico deste trabalho de pesquisa.

Quadro 11 - Enquadramento metodológico da pesquisa

Critério	Classificação	Justificativa
Objeto	De Campo	Não possui como objetivo produzir ou reproduzir os fenômenos estudados. A coleta de dados é efetuada em campo, onde ocorrem os fenômenos de forma espontânea. São observações simples controladas.
Natureza	Aplicada	O pesquisador é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos mais ou menos imediatos, buscando soluções para problemas específicos.
Abordagem	Predominante Quantitativa	Emprega técnicas estatísticas que geram dados quantitativos em que o pesquisador assume um papel mais neutro em relação ao objeto de estudo com alto índice de generalização. Significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.
Objetivos	Explicativa	Visa a identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas.
Procedimento	Pesquisa-Ação	É um método intervencionista que possibilita ao pesquisador testar hipóteses sobre o fenômeno, acessando mudanças no cenário real. É um método de condução de pesquisa

		aplicada, orientado para a elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e a busca de soluções.
--	--	--

Fonte: Autoria própria (2022)

3.2 Os ambientes da pesquisa

A pesquisa foi realizada em duas instituições, uma francesa, a *Université Claude Bernard Lyon 1* (LYON 1), e outra brasileira, a UTFPR *campus* Pato Branco. A seguir, descrevem-se as instituições e os sujeitos envolvidos.

3.2.1 Université Claude Bernard Lyon 1

Os cursos de graduação em engenharia franceses possuem a duração de dez semestres. Os quatro primeiros semestres podem ser realizados em três ambientes: (i) no liceu; (ii) na própria escola de engenharia; (iii) ou em cursos preparatórios às *Grandes Écoles* (Grandes Escolas).

Para ingressar em uma escola de engenharia francesa ou em um curso preparatório, o estudante pleiteará uma vaga com a sua nota de avaliação do Ensino Médio. Uma vez que tenha ingressado em uma escola de engenharia, o acadêmico seguirá sua formação de 10 semestres. No entanto, para ingressar em uma das 154 Grandes Escolas de Engenharia, o acadêmico precisa ter passado por um curso preparatório de dois anos. Após isso, pleiteará uma vaga com a sua nota obtida nesse curso.

O curso preparatório de 4 semestres consiste em uma sólida formação básica, principalmente em matemática com 480 horas e 420 horas destinadas para física e mecânica. Com a formação básica de dois anos no curso preparatório, o acadêmico realizará apenas a formação específica na Grande Escola, durante os 3 anos seguintes.

A LYON 1 é referência no ensino de engenharia, faz parte do grupo das Grandes Escolas. Além de oferecer cursos de engenharia em seu instituto, o *Institut National des Sciences Appliquées* (INSA), oferece o curso preparatório. A Figura 2 apresenta a Organização Pedagógica do curso preparatório e a distribuição dos 30 créditos semestrais.

Figura 2 - Organização pedagógica dos anos iniciais dos cursos de Engenharia

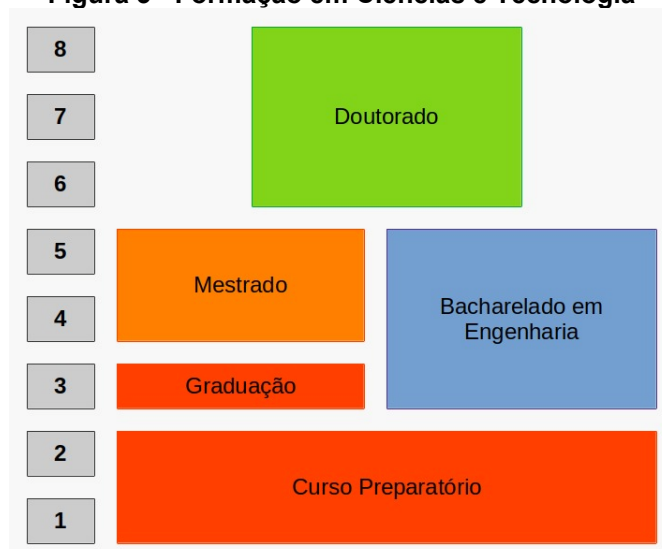
Semestre 1	Matemática 12 créditos	Física/ Química 6 créditos	Informática 6 créditos	Transversal 6 créditos
Semestre 2	Matemática 12 créditos	Física/ Química 6 créditos	Mecânica 6 créditos	Transversal 6 créditos
Semestre 3	Matemática 12 créditos	Física 6 créditos	Mecânica 6 créditos	Transversal 6 créditos
Semestre 4	Matemática 12 créditos	Física 6 créditos	Física 6 créditos	Transversal 6 créditos

Fonte: Adaptada de LYON 1

No eixo Transversal, o estudante pode realizar estudos de inglês, francês, cultura digital, desenvolver um projeto estudantil, dentre outros. O curso preparatório é também integrado a outras modalidades de cursos, o que permite ao acadêmico escolher outra formação.

Por exemplo, se optar por uma graduação em matemática, em apenas mais um ano estaria graduado, uma vez que os outros cursos de graduação na França têm duração de 3 anos. A Figura 3 traz um esboço da trajetória acadêmica possível para uma formação em Ciências e Tecnologia.

Figura 3 - Formação em Ciências e Tecnologia



Fonte: adaptada de LYON 1

Na Figura 3, observamos que o estudante pode seguir uma formação acadêmica, fazendo o curso preparatório e, após 1 ano, de outra graduação (Física, Matemática, Química etc.); depois, pode seguir para o Mestrado (2 anos) e o Doutorado (3 anos). Ou, então, seguindo a formação em Engenharia, realiza o curso preparatório por 2 anos, seguido de 3 anos de formação em engenharia. Ao final dos 5 anos de estudos, o estudante estará habilitado a cursar o doutorado.

O sistema de avaliação do curso preparatório inclui provas escritas, provas orais, um exame final e um conselho de classe. Qualquer reprovação impede o acadêmico de continuar o curso preparatório.

Durante o primeiro ano, os estudantes dedicam 10,5 horas semanais para matemática, sendo 4,5 horas para aulas em um grande auditório, com cerca de 130 estudantes. Nas outras 6 horas, os estudantes estão divididos em 5 grupos e participam de aulas de resolução de exercícios, com a denominação de TD (*Travaux-Dirigés*, tutoriais). As aulas no auditório são conduzidas por professores distintos nos dois semestres do ano letivo, assim como os grupos de TD.

Em um *site* da disciplina, são disponibilizadas informações relativas à ementa, ao cronograma com os conteúdos abordados em cada aula, aos exercícios trabalhados em cada encontro dos grupos de TD, às listas de exercícios e seus respectivos gabaritos, à descrição do sistema de avaliação, a *links* para livros e textos complementares, às avaliações já realizadas acompanhadas de seus gabaritos, a arquivos de anos anteriores e a comunicados aos estudantes.

A disciplina de *Algèbre et Analyse* aborda conteúdos que, no Brasil, estão distribuídos principalmente entre as disciplinas que conhecemos por Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear.

O cronograma das aulas da disciplina de *Algèbre et Analyse* é rígido, e o professor da disciplina acaba influenciando no cronograma das aulas do TD. Se o professor necessita “acelerar” algum conteúdo, situação similar ocorrerá no TD. No primeiro semestre, a ementa é a seguinte: cálculos algébricos, noções básicas de lógica, números complexos, aritmética, polinômios, funções e aplicações, sequências e séries reais, limite e continuidade de funções e diferenciação. E, para o segundo semestre, a ementa é: matrizes, espaços vetoriais, aplicações lineares, funções racionais, integração, equações diferenciais.

O sistema de avaliação do curso preparatório inclui provas escritas, provas orais, um exame final e um conselho de classe. Qualquer reprovação impede o acadêmico de continuar o curso preparatório.

3.2.2 Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato Branco

A UTFPR, que é referência no ensino de Engenharia no Brasil, uma instituição com mais de 100 anos de história, iniciou suas atividades em 1909, sob a denominação Escola de Aprendizes Artífices do Paraná, voltada para o ensino profissionalizante. A instituição possuiu por algumas reformas, tornando-se Liceu Industrial do Paraná (1937), Escola Técnica de Curitiba (1942), Escola Técnica Federal do Paraná (1959), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), em 1978, e, finalmente, tornou-se universidade em 2005, a primeira especializada do Brasil.

Atualmente, a UTFPR conta com 13 *campi*, um deles é Pato Branco, que foi inaugurado em 1993, onde, hoje, oferece 13 cursos de graduação, sendo 5 cursos de engenharia: Cartográfica e de Agrimensura, Civil, de Computação, Elétrica e Mecânica.

Os cursos de engenharia da UTFPR Pato Branco têm a matriz curricular organizada em quatro núcleos. O Núcleo Básico é responsável pelas disciplinas de matemática, física, química e humanidades, sendo a base para o desenvolvimento de outras unidades curriculares. O Núcleo Profissional compreende as disciplinas científicas e técnicas fundamentais à formação em engenharia. Já o Núcleo Complementar compreende as disciplinas de aprofundamento e optativas. Por fim, destaca-se o Núcleo Prático, que envolve o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), o Estágio Curricular Obrigatório, dentre outras atividades.

A duração dos cursos é de 10 semestres, e o Núcleo Básico ocupa entre 30,8% (Engenharia Civil) e 34,6% (Engenharia Elétrica) da carga horária total. As disciplinas desse núcleo se concentram, principalmente, nos quatro primeiros períodos do curso.

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.

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.

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 estudantes.

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

3.3 Os instrumentos e procedimentos metodológicos para a coleta dos dados

A pesquisa-ação é um método de condução de pesquisa aplicada, orientada para elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Para Thiollent (2009), a pesquisa-ação é concebida e realizada associando uma ação ou a resolução de um problema em que pesquisadores participantes estão envolvidos.

Thiollent (2009) apresenta quatro etapas da pesquisa-ação: (i) exploratória; (ii) planejamento; (iii) execução; e (iv) análise e síntese. A coleta de dados seguiu as três primeiras etapas de Thiollent (2009), nas duas instituições envolvidas. A quarta etapa, de análise e síntese, é seguida da coleta de dados.

A coleta de dados da parte francesa ocorreu na disciplina de *Algèbre et Analyse*, a disciplina de matemática do primeiro ano do curso preparatório, uma disciplina anual, mas com organização semestral. A disciplina possui um professor coordenador, responsável por articulá-la entre os semestres e os professores das turmas de *Travaux Dirigés* (TD).

A coleta de dados realizada na LYON 1, durante o ano escolar 2022-2023, ou seja, entre setembro de 2022 e junho de 2023, foi aprovada pelo professor coordenador da disciplina de *Algèbre et Analyse*, por intermédio do professor coorientador desta tese.

Em seguida, os professores dos grupos de TD foram contactados por e-mail, a fim de convidá-los a participar da pesquisa e dar início ao período de observação das aulas. Durante o período de observação em cada grupo de TD, estudantes e

professores receberam cartas de apresentação da pesquisa, contendo objetivos e contatos dos pesquisados, conforme APÊNDICES A e B.

Para a coleta de dados na UTFPR Pato Branco, realizada entre setembro e novembro de 2023, o Chefe do Departamento Acadêmico de Matemática e o Diretor de Graduação do Campus autorizaram a realização da pesquisa.

Os professores de CDI1 foram contactados por e-mail e convidados a participar da pesquisa. No início do período de observações das aulas, a pesquisa foi apresentada a estudantes e professores que aceitaram participar e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em meio físico, contendo todas as informações da pesquisa e contatos da pesquisadora (APÊNDICES C e D).

Num primeiro momento, foram observadas algumas aulas, tanto na França como no Brasil, considerando-se as atividades desenvolvidas pelo professor, bem como o tempo de duração e a ordem em que ocorreram. Segundo Reis (2011), a observação de aulas permite acessar as estratégias e metodologias de ensino utilizadas, as atividades desenvolvidas e as interações entre professores e estudantes, dentre outros aspectos, permitindo a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem.

Já para a tomada de decisão acerca dos aspectos a serem observados e das perguntas que comporiam os questionários nas etapas subsequentes, a RBS realizada permitiu compreender os usos de metodologias ativas no ensino de Matemática aplicáveis à disciplina de Cálculo I nos cursos de Engenharia, bem como seus impactos no processo de ensino e aprendizagem (primeiro objetivo específico). Assim, o roteiro de observação (APÊNDICE G) e os questionários foram adaptados a partir do instrumento utilizado por Ellis, Kelton e Rasmussen (2014).

Para identificar possíveis usos e os aspectos das metodologias ativas empregadas pelos professores de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidos no estudo (segundo objetivo específico), foram realizadas observações de algumas aulas, e professores e estudantes responderam a questionários. Esta foi a primeira etapa da pesquisa, a exploratória.

O formulário para as anotações das observações contém 21 itens relacionados à metodologia de ensino, conforme o APÊNDICE G. Ele permite perceber as principais metodologias utilizadas pelo professor, segundo a visão da pesquisadora.

Durante as observações das aulas, os estudantes e os professores participantes da pesquisa responderam a um questionário para identificar os aspectos da metodologia de ensino percebidos pelos sujeitos, a percepção de aprendizagem e a satisfação com a aula (somente para os estudantes), conforme os APÊNDICES E e F.

Após a etapa exploratória, foram propostas intervenções didáticas com o uso de metodologias ativas para conteúdos específicos da disciplina de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidos no estudo (terceiro objetivo específico), sendo esta a segunda etapa, o planejamento.

Na terceira etapa, de execução, foram realizadas intervenções didáticas orientadas por metodologias ativas em turmas de Cálculo I participantes do estudo no Brasil e na França (quarto objetivo específico). As intervenções didáticas foram realizadas com características diferentes daquelas usualmente empregadas pelos professores, conforme os APÊNDICES I, J K e L, e os estudantes novamente foram convidados a responder um questionário, com as mesmas questões que haviam respondido anteriormente quanto à percepção de aprendizagem e à satisfação com a aula, conforme o APÊNDICE H.

Os questionários respondidos pelos estudantes antes e após as intervenções didáticas permitem analisar seus efeitos sobre o processo de ensino e aprendizagem, bem como avaliar a percepção dos participantes do estudo (quinto objetivo específico).

Todos os questionários foram aplicados pessoalmente e em formato físico. A questão 1 contém os mesmos 21 itens do formulário de observação, os professores e os estudantes foram convidados a responder em relação à frequência em que certas atividades são empregadas nas aulas. As opções de resposta em escala do tipo Likert foram: nunca (1), poucas vezes (2), às vezes (3), muitas vezes (4), e sempre (5).

A escala Likert permite descrever e mensurar, com precisão, atitudes, percepções, opiniões ou sentimentos em relação ao objeto de estudo, e pode ser usada para medir sentimentos, concordância, frequência e importância (McLeod *et al.*, 2022). Uma vez conhecendo as metodologias de ensino adotadas pelos professores, por meio das observações realizadas, poderemos fazer comparações com as respostas dos professores, dos estudantes – e, comparativamente, entre os dois grupos.

Na questão 2, estudantes e professores classificaram as 5 atividades mais importantes para a aprendizagem, dentre os 21 itens do formulário. Assim, podemos verificar como os professores e estudantes julgam que aprendem melhor e como esses julgamentos estão alinhados ou não às metodologias de ensino empregadas pelos professores.

A questão 3, sobre a satisfação com a aula, também organizada em escala do tipo Likert, apresentou as opções: muito insatisfeito (1), insatisfeito (2), neutro (3), satisfeito (4), e muito satisfeito (5). Medir a satisfação dos estudantes com a aula permite verificar se eles estão sendo receptivos a uma metodologia diferente da usualmente aplicada, conforme Bénétiau *et al.* (2016), Bonwell e Eison (1991) e Murphy, Chang e Suaray (2016), que apontam resistências na implantação de novas metodologias, e Zabala-Vargas *et al.* (2021), que conseguiram aumentar o nível de satisfação com a utilização de jogos.

Em todas as questões, professores e estudantes puderam deixar comentários que julgassem complementares às questões propostas.

3.4 A análise dos dados

Para analisar os dados coletados a partir das observações das aulas, foram calculadas as médias aritméticas do tempo que cada professor dedicou a cada uma das atividades, de acordo com o número de aulas observadas. O tempo médio dedicado a cada atividade por cada professor é apresentado em forma de tabela, e as análises comparam o tempo médio com o tempo total de aula.

Quanto aos questionários, no total, foram avaliadas 247 respostas de estudantes (sendo 69 brasileiros e 178 franceses) e 12 professores, sendo 8 franceses. As respostas de estudantes e professores às questões foram submetidas a análises descritivas, com cálculo das frequências absolutas (n) e relativas (%) (Kaur; Stoltzfus; Yellapu, 2018).

Para avaliar as respostas às questões 1, 2 e 3 (somente para estudantes) dos APÊNDICES E e F, e às questões 1 e 2 do APÊNDICE H, quanto ao país e à situação do respondente (se estudante ou professor), foi usado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (apenas dois grupos). Esse teste permite comparar grupos independentes e não distribuídos normalmente quanto a uma variável numérica ou categórica ordinal (King; Rosopa; Minium, 2018). Como o tamanho das amostras são diferentes, foi considerado o impacto do tamanho da amostra no valor de p (Sullivan;

Feinn, 2012) e calculada a medida de tamanho de efeito. Para o teste de Mann-Whitney, calculou-se o tamanho de efeito r (Fritz; Morris; Richler, 2012), cujo valor absoluto pode ser classificado como: pequeno ($r > 0,1$), médio ($r > 0,3$) ou grande ($r > 0,5$) (Cohen, 1988).

Para os 21 itens da questão 1, sobre a frequência que certas características são empregadas no ensino, cujas respostas são do tipo Likert, os resultados foram representados em gráficos com barras divergentes, conforme recomendado na literatura (Robbins; Heiberger, 2011). Um gráfico de barras divergentes é um conjunto de barras horizontais que se estendem para a direita e/ou esquerda a partir de uma reta vertical central. O gráfico de barras divergentes também pode ser usado para comparar dois grupos de respondentes.

Considerando a classificação das 5 atividades mais importantes para a aprendizagem, conforme a questão 2 (APÊNDICES E e F), respondida por professores e estudantes antes das intervenções, e a questão 1 do APÊNDICE H, respondida pelos estudantes após as intervenções didáticas, os resultados foram representados em um gráfico de barra de erros, para as importâncias atribuídas a cada metodologia empregada em aula, em que os pontos centrais indicam a média e a barra de erros corresponde ao desvio-padrão (Field; Miles; Field, 2012). O mesmo gráfico foi utilizado para essa questão após a intervenção, permitindo uma comparação de mudança ou não nas respostas.

Para observar a satisfação com a metodologia de ensino aplicada pré-intervenção e nas intervenções, foram utilizados gráficos boxplot, que resumem a distribuição de um conjunto de dados, mostrando a mediana, o primeiro e terceiro quartis, valores mínimos e máximos, e possíveis valores discrepantes (Field; Miles; Field, 2012).

Alguns grupos de estudantes passaram por mais de uma intervenção; neste caso, para avaliar as respostas às questões 2 e 3 do APÊNDICE F, e às questões 1 e 2 do APÊNDICE H, foram usados o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (mais de dois grupos) e o teste post-hoc Dunn-Bonferroni como mecanismo de confirmação do primeiro teste (King; Rosopa; Minium, 2018). E, para considerar o impacto do tamanho da amostra no valor de p , foi calculado o tamanho de efeito eta-quadrado baseado na estatística H ($\eta^2[H]$) (Tomczak; Tomczak, 2014). O tamanho de efeito eta-quadrado pode ser classificado como: pequeno ($\eta^2 \geq 0,01$), médio ($\eta^2 \geq 0,06$) ou grande ($\eta^2 > 0,14$) (Field, 2013).

Para avaliar a relação entre as respostas dadas pelos professores aos itens da questão 2 do APÊNDICE E, quanto à aprendizagem, e aos itens correspondentes da questão 1, quanto ao ensino, foram realizados testes de correlação. Dada a natureza ordinal das variáveis, foi utilizada a correlação não-paramétrica de Spearman. O coeficiente de correlação (ρ , para o caso do método de Spearman) é uma medida de tamanho de efeito cujo valor absoluto pode ser classificado em: correlação irrisória ($\rho < 0,30$), correlação fraca ($\rho \geq 0,30$), correlação moderada ($\rho \geq 0,50$), correlação alta ($\rho \geq 0,70$) ou correlação muito alta ($\rho \geq 0,90$) (Hinkle; Wiersma; Jurs, 2003).

Os resultados dessas relações são apresentados em um gráfico de dispersão, no qual é possível observar a relação (ou não) entre duas variáveis numéricas, como correlação, tendência e padrões (Field; Miles; Field, 2012).

Por fim, pudemos analisar alguns comentários deixados por estudantes e professores, por meio da análise do conteúdo, conforme proposições de Bardin (2008) e Krippendorff (1990).

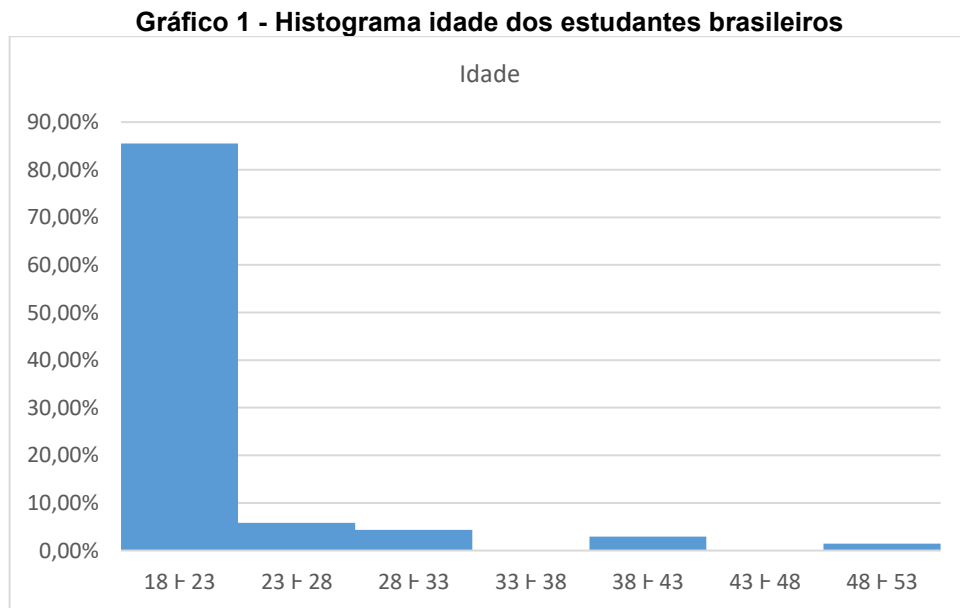
Todas as análises estatísticas foram conduzidas no *software* livre e gratuito, o R versão 4.3.3 (R Core Team, 2023), e consideraram um nível de significância (α) de 5%. Os dados, gráficos, análises e conclusões são apresentados nos próximos capítulos.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

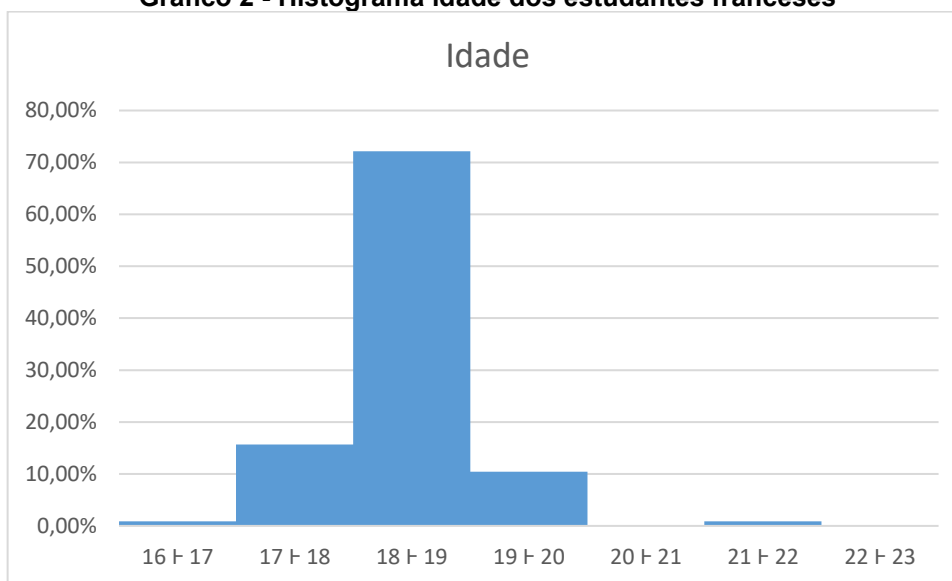
Neste capítulo, são apresentados os dados coletados durante as observações e por meio dos questionários aos estudantes e professores, organizados por país e por turma.

Responderam aos questionários desta pesquisa professores e estudantes. Foram 8 professores franceses, todos do sexo masculino, com idades entre 27 e 56 anos, e 4 professores brasileiros, com idades entre 26 e 44 anos, sendo 1 do sexo feminino. Na LYON 1, participaram 115 estudantes, com idades entre 16 e 21 anos, sendo 84 do sexo masculino (73,04%) e 31 do sexo feminino (26,96%). Na UTFPR, 69 estudantes participaram, com idades entre 18 e 51 anos, 44 do sexo masculino (63,77%) e 25 do sexo feminino (36,23%).

Nos Gráficos 1 e 2, podemos observar que 85,51% dos estudantes da UTFPR têm idades entre 18 e 23 anos, enquanto 72,17% dos estudantes franceses têm 18 anos.



Fonte: Autoria própria (2023)

Gráfico 2 - Histograma idade dos estudantes franceses

Fonte: Autoria própria (2023)

Na UTFPR, temos uma maior participação do público feminino, inclusive com uma professora, e uma amplitude maior na idade dos estudantes. Enquanto, na LYON 1, os estudantes acabaram de concluir o equivalente ao Ensino Médio, na UTFPR, 14,49% dos estudantes têm entre 23 e 51 anos.

4.1 As observações

As observações realizadas na LYON 1 foram muito importantes para conhecer e compreender o modelo francês de ensino, além das metodologias de ensino empregadas. As aulas no auditório serviriam de base para compreender a dinâmica do curso preparatório. As observações ocorreram na disciplina de *Algèbre et Analyse* e nos grupos de TD dessa mesma disciplina.

Já as observações realizadas na UTFPR Pato Branco serviram principalmente para conhecer as metodologias de ensino empregadas pelos professores. O Quadro 12 apresenta as 21 atividades que compõem o formulário de observação, bem como o código correspondente.

Quadro 12 - Atividades observadas

Código	Atividade
A01	Explica o conteúdo como uma palestra
A02	Mostra no quadro como resolver problemas específicos
A03	Solicita ao estudante para resolver os exercícios no quadro
A04	Responde às perguntas dos estudantes no quadro
A05	Solicita aos estudantes para trabalharem individualmente em problemas ou exercícios
A06	Aborda exercícios que envolvem problemas do mundo real
A07	Responde às dúvidas em pequenos grupos ou individualmente e resolve problemas específicos

A08	Realiza uma discussão com toda a classe
A09	Pergunta aos estudantes se alguém tem dúvidas
A10	Solicita aos estudantes que expliquem o que pensam durante as aulas
A11	Solicita aos estudantes que trabalhem juntos na resolução de exercícios
A12	Solicita aos estudantes que expliquem uns aos outros o que pensam durante as aulas
A13	Solicita aos estudantes que façam apresentações para a classe
A14	Solicita aos estudantes que expliquem seu raciocínio sobre as questões de avaliações e/ou da lista de exercícios
A15	Solicita aos estudantes que leiam um trecho do livro ou assistam a um vídeo antes da próxima aula
A16	Fornecer materiais adicionais ou recomenda sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina
A17	Solicita aos estudantes que resolvam alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula
A18	Propõe aos estudantes que resolvam um novo problema antes de explicar o conteúdo envolvido
A19	Utiliza um <i>software</i> matemático na sala de aula para apresentar o conteúdo ou resolver exercícios
A20	Aplica um jogo com a classe
A21	Utiliza uma plataforma com <i>feedback</i> imediato para enviar exercícios aos estudantes

Fonte: Autoria própria (2022)

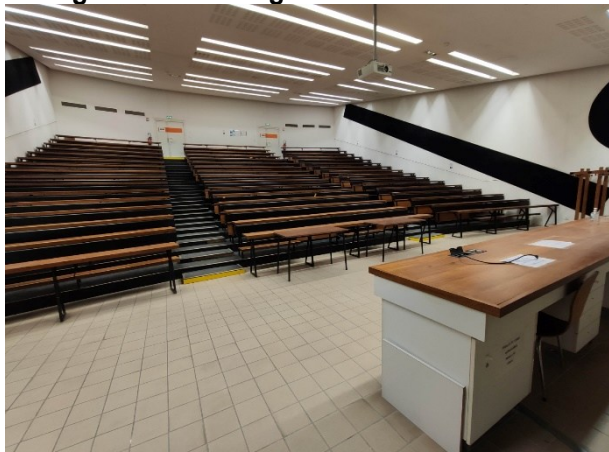
A seguir, são descritas as turmas, as observações realizadas e os dados coletados nestas observações.

4.1.1 As observações na LYON 1

4.1.1.1 As aulas no auditório

No ano escolar 2022-2023, dois professores lecionaram a disciplina *Algèbre et Analyse*, que aqui serão identificados por P1 do primeiro semestre e P2 do segundo semestre. As aulas aconteceram em um grande auditório, conforme a Fotografia 1, com capacidade para 200 estudantes. O auditório dispõe de projetor multimídia e duas telas que se encontram nas laterais do quadro negro. O quadro é amplo e possui três níveis, e várias cores de giz estão disponíveis.

Fotografia 1 - Visão geral de um dos auditórios



Fonte: Autorial própria (2022)

Três encontros do professor P1 foram observados. As aulas ocorriam semanalmente, às quartas-feiras, com duração de 4,5 horas (270 minutos). O encontro iniciava às 9h45, contava com um intervalo de 15 minutos por volta das 11h15 e uma pausa para almoço às 13h, retornando às 14h e encerrando às 15h30.

As aulas do professor P1, conduzidas em formato expositivo, apresentavam a seguinte dinâmica: (i) apresentação do conteúdo, definições e teoremas; (ii) realização de demonstrações, exemplos e exercícios; (iii) resposta a eventuais questionamentos dos estudantes; e, em seguida, retomada da sequência anterior. Ao longo dos encontros observados, não mais que 30 minutos foram destinados ao esclarecimento de dúvidas dos estudantes. Assim, o diálogo entre professor e estudantes correspondeu a aproximadamente 12% do tempo de aula.

A turma do primeiro semestre de 2022-2023 era composta por 130 estudantes, que frequentemente conversavam e cochichavam durante as aulas. Essa situação dificultava a audição do professor nas últimas fileiras do auditório. Além disso, os estudantes utilizavam celulares por longos períodos e, próximo às 13h e às 15h30, apresentavam sinais de cansaço e/ou desinteresse, como apoiar a cabeça sobre a mesa por alguns minutos. O professor P1 não realizava intervenções com o objetivo de reduzir as conversas ou recuperar a atenção dos estudantes.

Cabe destacar que, entre as normas da disciplina, é proibida a produção de ruídos durante as aulas e os encontros de TD. O nome de estudantes que descumprem essa regra pode ser encaminhado ao conselho de classe, o que pode prejudicar sua avaliação final.

O professor P1 atualizava o site da disciplina a cada encontro, disponibilizando o conteúdo abordado e uma sugestão de exercícios a serem trabalhados nos encontros seguintes de TD. Além disso, atuava como coordenador da disciplina *Algèbre et Analyse* naquele ano letivo.

No segundo semestre, a turma contava com 120 estudantes. Os encontros ocorriam duas vezes por semana: às quartas-feiras, das 14h às 15h30, e às quintas-feiras, das 9h45 às 13h, com intervalo de 15 minutos por volta das 11h15. Foram observados cinco encontros do professor P2. A dinâmica das aulas assemelhava-se à do professor P1; entretanto, 6,5% do tempo de aula foi dedicado ao diálogo com os

estudantes e 1,4% ao desenvolvimento de exercícios resolvidos individualmente pelos estudantes.

Os estudantes continuavam conversando e cochichando durante as aulas, mas o professor P2 solicitava silêncio diversas vezes ao longo do primeiro encontro. Nos encontros subsequentes, passou a anotar o nome dos estudantes flagrados conversando e a adverti-los quanto ao uso de celulares. Destaca-se que o professor demonstrou preocupação em acompanhar o ritmo dos estudantes, perguntando se haviam terminado de copiar o conteúdo e verificando constantemente a visibilidade dos diferentes níveis do quadro.

O professor P2 também atualizava o *site* da disciplina a cada encontro. Entretanto, os exercícios recomendados já estavam identificados por um asterisco na própria lista de exercícios, cabendo a cada professor de TD decidir quais seriam discutidos em cada encontro.

4.1.1.2 Os grupos de TD

No ano escolar 2022-2023, os estudantes foram divididos em 5 grupos de TD (TD1, TD2, TD3, TD4 e TD5). Os grupos ocorreram simultaneamente e tiveram dois encontros semanais de 3h de duração cada, com intervalo de 15 minutos. O grupo TD1 foi formado pelos 30 estudantes com as melhores notas de ingresso e os demais grupos com 25 estudantes. No primeiro semestre, o grupo TD4 e, no segundo semestre, o grupo TD5 contaram com dois professores ministrando os encontros de TD simultaneamente. Esses docentes não foram observados, pois não responderam às solicitações da pesquisadora para a realização das observações.

Ao todo, oito professores de TD foram observados, todos do sexo masculino, com idades entre 27 e 56 anos, e tempo de experiência docente entre 3 e 32 anos. Neste trabalho, eles são identificados por A, B, C, D, E, F, G e H.

As salas de aula onde os TDs aconteceram tinham características variadas, desde salas com capacidade para 30 estudantes e um pequeno quadro negro, até salas mais amplas, com capacidade para 50 estudantes, quadro negro ou branco amplo e projetor multimídia instalado. Quando a sala era equipada com quadro negro (ou verde em alguns casos), várias cores de giz estavam disponíveis e, no caso de quadro branco, os professores possuíam pelo menos três cores de canetão.

O Quadro 13 mostra os professores que foram observados, relacionando os grupos de TD e o número de encontros observados.

Quadro 13 - Professores e encontros observados na LYON 1

Professor	Grupo	Ano	Número de encontros observados
A	TD1	2022	7
B	TD2	2022	3
C	TD3	2022	3
D	TD5	2022	3
E	TD3	2023	3,5
F	TD2	2023	3
G	TD4	2023	3
H	TD1	2023	3,5

Fonte: Autoria própria (2023)

O número de encontros observados variou de acordo com a disponibilidade dos professores em receber a pesquisadora. Também os movimentos sociais em torno da reforma da aposentadoria na França interferiram no cronograma, dificultando a disponibilidade dos docentes.

Os encontros de TD constituíam momentos dedicados à resolução de exercícios, principalmente com o professor apresentando as soluções no quadro. Em alguns casos, os próprios estudantes também apresentavam a resolução de determinados exercícios. Os professores solicitavam voluntários para irem ao quadro. Em algumas situações, determinados estudantes se voluntariavam mais de uma vez; em outras, recusavam-se a participar, alegando não estarem preparados.

Em alguns momentos dos encontros de TD, alguns professores retomavam a explicação de conteúdos, reforçando teoremas e propriedades, assumindo temporariamente uma postura de aula expositiva.

Para fins de análise, as atividades A01 – Professor ministra aula em forma de palestra e A02 – Professor resolve exercícios no quadro foram agrupadas na categoria “professor dedicado ao quadro”. Da mesma forma, as atividades A04 – Professor responde perguntas no quadro e A07 – Professor atende aos estudantes individualmente foram reunidas na categoria “professor respondendo aos estudantes”.

Os professores C e G eram os mais jovens do grupo, com oito e quatro anos de experiência docente, respectivamente, e apresentavam algumas particularidades na relação com os estudantes. O professor C passou aproximadamente dois terços do tempo de aula no quadro, mas, em contrapartida, dedicou cerca de 50% mais tempo do que a média ao atendimento dos estudantes. Frequentemente era procurado durante os intervalos ou ao final dos encontros, ocasiões em que os diálogos prosseguiram em um ambiente descontraído. Em determinado momento,

chegou a propor um café como recompensa aos estudantes que resolvessem um exercício específico.

Já o professor G destinou mais de três vezes o tempo médio às atividades em que os estudantes resolviam exercícios individualmente. Durante esse período, circulava pela sala, auxiliando os estudantes e respondendo às suas dúvidas. Entretanto, a pequena diferença de idade entre professor e estudantes parecia favorecer maior liberdade de expressão entre os alunos, o que se manifestava por meio de conversas paralelas e sugeria certa dificuldade na manutenção da disciplina em sala.

O professor F, com dez anos de experiência docente, não convidava estudantes para resolver exercícios no quadro. Seu tempo dedicado ao quadro também era elevado, correspondendo a aproximadamente dois terços da aula. Entretanto, durante as explicações, detalhava cada etapa da resolução, explicitando os teoremas e as propriedades que fundamentavam as operações e conclusões apresentadas. O tempo destinado ao atendimento dos estudantes e à realização de exercícios individuais também esteve acima da média. Além disso, foi o único professor que realizou o controle de presença em todos os encontros observados.

Os demais professores possuíam entre 18 e 32 anos de experiência docente. O professor B observou que a maioria dos estudantes não resolvia os exercícios antes dos encontros de TD, embora essa prática fosse recomendada. Demonstrava rigor quanto às conversas paralelas e ao uso de celulares durante as aulas. Também dedicava tempo acima da média às atividades no quadro. Embora não convidasse estudantes para resolver exercícios, promovia discussões com toda a turma e solicitava que os estudantes explicassem seus raciocínios, atividades realizadas em tempo superior à média observada.

O tempo destinado aos estudantes no quadro pelo professor A chegou a corresponder a um terço da aula, valor 3,4 vezes superior à média. Contudo, ele não solicitava que os estudantes explicassem seus raciocínios durante a resolução dos exercícios. Em diferentes momentos, ressaltou a importância da memorização de determinadas fórmulas e da resolução de exercícios no quadro sem o auxílio de materiais de consulta. Também demonstrou preocupação com uma estudante que ingressou no curso apenas no sétimo encontro. Durante um intervalo, questionou se ela estava conseguindo acompanhar o conteúdo e a incentivou a fazer perguntas.

Os professores A, D e E não realizaram discussões com toda a turma. Entretanto, o professor D dedicou cerca de 50% mais tempo do que a média ao atendimento dos estudantes. Já o professor E foi aquele que mais destinou tempo para que os estudantes explicassem seus raciocínios, alcançando aproximadamente cinco vezes o tempo médio observado.

O professor H apresentou a distribuição mais equilibrada entre as diferentes atividades. Foi o docente que menos tempo permaneceu no quadro e que mais promoveu discussões com toda a turma. Em questionário respondido pelos professores, relatou que essa forma de conduzir as aulas somente era possível em razão do envolvimento e do comprometimento dos estudantes, acrescentando que o mesmo método não poderia ser aplicado em outras turmas nas quais lecionava.

Na LYON 1, as atividades identificadas durante as observações foram: A01 – Professor ministra aula em forma de palestra; A02 – Professor resolve exercícios no quadro; A03 – Estudantes resolvem exercícios no quadro; A04 – Professor responde perguntas no quadro; A05 – Estudantes resolvem exercícios individualmente; A07 – Professor atende aos estudantes individualmente; A08 – Professor realiza discussão com toda a turma; A09 – Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas; A10 – Professor solicita que o estudante explique seu raciocínio; A13 – Estudante faz uma apresentação para toda a turma; e A17 – Professor solicita aos estudantes que resolvam exercícios antes da aula.

A Tabela 5 resume as principais atividades observadas durante as aulas e o tempo médio dedicado a cada uma em minutos, lembrando que um encontro totaliza 180 minutos.

Tabela 5 - Atividades observadas e tempo médio na LYON 1

Atividade									Continua
	A	B	C	D	E	F	G	H	MÉDIA
A01	14,86 (8,26%)	30 (16,67%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	6,86 (3,81%)	0,67 (0,37%)	1,67 (0,93%)	0 (0,00%)	6,76 (3,76%)
A02	59,14 (32,86%)	86,67 (48,15%)	121,67 (67,59%)	107,33 (59,63%)	91,43 (50,79%)	114,67 (63,71%)	83 (46,11%)	69,43 (38,57%)	91,67 (50,93%)
A03	57,71 (32,06%)	0 (0,00%)	13,67 (7,59%)	3 (1,67%)	18,57 (10,32%)	0 (0,00%)	4,33 (2,41%)	38,86 (21,59%)	17,02 (9,46%)
A04	9,71 (5,39%)	11,33 (6,29%)	21,33 (11,85%)	21,67 (12,04%)	10,57 (5,87%)	19,67 (10,93%)	9,33 (5,18%)	13,14 (7,30%)	14,6 (8,11%)
A05	14,43 (8,02%)	17,67 (9,82%)	1,67 (0,93%)	29,33 (16,29%)	2 (1,11%)	29,33 (16,29%)	75,67 (42,04%)	20,29 (11,27%)	23,8 (13,22%)
A07	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,33 (0,18%)	1,71 (0,95%)	0,26 (0,14%)
A08	0 (0,00%)	4,67 (2,59%)	2 (1,11%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,67 (0,37%)	0,67 (0,37%)	13,14 (7,30%)	2,64 (1,47%)
A09	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,33 (0,18%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,29 (0,16%)	0,08 (0,04%)

Atividade	A	B	C	D	E	F	G	H	MÉDIA
A10	0 (0,00%)	8,33 (4,63%)	5,33 (2,96%)	1,33 (0,74%)	30,29 (16,83%)	2 (1,11%)	0,67 (0,37%)	6 (3,33%)	6,74 (3,74%)
A13	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,67 (0,37%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,08 (0,04%)
A17	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1,14 (0,63%)	2 (1,11%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,39 (0,22%)

Fonte: Aatoria própria (2023)

4.1.2 As observações na UTFPR Pato Branco

No segundo semestre de 2023, a UTFPR – *Campus* Pato Branco ofertou três turmas da disciplina Cálculo em Uma Variável Real para estudantes dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica que haviam sido reprovados na disciplina em semestres anteriores. Além disso, foi ofertada uma turma de CDI1 para os estudantes do curso de Engenharia Civil, no período vespertino.

Quatro professores ministraram as disciplinas e, neste trabalho, serão identificados pelas letras I, J, K e L. Os docentes possuíam idades entre 26 e 44 anos e experiência docente variando de três a dezoito anos. Dentre eles, havia uma professora. As aulas ocorreram em salas com capacidade para 60 estudantes, equipadas com quadro branco amplo, projetor multimídia e sistema de climatização. O tamanho das turmas variou entre 23 e 29 estudantes.

Os professores I e J lecionavam às segundas-feiras, quartas-feiras e quintas-feiras, no horário das 15h50 às 17h30. O professor K ministrava aulas nos mesmos dias da semana, porém no período das 10h20 às 12h. Já os encontros conduzidos pelo professor L ocorriam às segundas-feiras e quintas-feiras, também das 15h50 às 17h30. O Quadro 14 mostra o número de encontros observados de cada professor.

Quadro 14 - Professores e encontros observados na UTFPR

Professor	Disciplina	Número de encontros observados
I	Cálculo em Uma Variável Real	3
J		2
K		5
L	CDI1	2

Fonte: Aatoria própria (2023)

O número de encontros observados variou de acordo com a disponibilidade dos professores para receber a pesquisadora. Além disso, outras atividades acadêmicas, como avaliações e a Semana Acadêmica do curso, bem como a

coincidência de horários entre algumas turmas, dificultaram a realização de um número maior de observações com os professores I, J e L.

Para fins de análise, as atividades A01 – Professor ministra aula em forma de palestra e A02 – Professor resolve exercícios no quadro foram agrupadas na categoria “professor dedicado ao quadro”. Da mesma forma, as atividades A04 – Professor responde perguntas no quadro e A07 – Professor atende aos estudantes individualmente foram reunidas na categoria “professor respondendo aos estudantes”.

Os professores J e L eram os mais jovens do grupo, com três e oito anos de experiência docente, respectivamente. Embora o professor J passasse 62% do tempo de aula dedicado ao quadro, sua relação com os estudantes apresentava características particulares, mantendo diálogo constante com a turma e propondo questões e discussões ao longo dos encontros. Os professores I e K possuíam 16 e 18 anos de experiência docente, respectivamente. Todos os professores iniciavam suas aulas retomando os conteúdos abordados no encontro anterior.

O professor I foi o único a utilizar o software GeoGebra e a incentivar os estudantes a fazerem o mesmo, enquanto o professor K foi o único a solicitar que os estudantes resolvessem exercícios em grupo. Observou-se que, nos momentos em que os estudantes eram orientados a resolver exercícios individualmente, alguns deles colaboravam entre si, sem que essa prática fosse desencorajada pelo professor. Considerando conjuntamente o tempo destinado ao trabalho individual e ao trabalho em grupo, o professor K dedicou 28,8 minutos a essas atividades, permanecendo menos da metade do tempo de aula dedicado ao quadro.

O professor I também passou menos da metade do tempo de aula dedicado ao quadro e incentivou os estudantes a resolver exercícios e desenvolver outras atividades, sinalizando uma tentativa de colocá-los no centro do processo de aprendizagem. Destaca-se, ainda, que o professor K foi o único a disponibilizar material complementar na plataforma Moodle durante os encontros observados.

As atividades identificadas durante as observações na UTFPR foram: A01 – Professor ministra aula em forma de palestra; A02 – Professor resolve exercícios no quadro; A03 – Estudantes resolvem exercícios no quadro; A04 – Professor responde perguntas no quadro; A05 – Estudantes resolvem exercícios individualmente; A07 – Professor atende aos estudantes individualmente; A08 – Professor realiza discussão com toda a turma; A09 – Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas; A11 – Estudantes trabalham em grupo; A16 – Professor indica material complementar; A17

– Professor solicita aos estudantes que resolvam exercícios antes da aula; e A19 – Professor utiliza algum *software* matemático.

A Tabela 6 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 6 - Características observadas e tempo médio na UTFPR

Atividade	I	J	K	L	MÉDIA
A01	21,67 (21,67%)	41,5 (41,50%)	20,4 (20,40%)	22 (22,00%)	26,39 (26,39%)
A02	15,67 (15,67%)	20,5 (20,50%)	26,8 (26,80%)	35,5 (35,50%)	24,62 (24,62%)
A03	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,4 (0,40%)	0 (0,00%)	0,1 (0,10%)
A04	0,67 (0,67%)	1,5 (1,50%)	7,6 (7,60%)	6,5 (6,50%)	4,07 (4,07%)
A05	34,33 (34,33%)	9,5 (9,50%)	17,4 (17,40%)	8 (8,00%)	17,31 (17,31%)
A07	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (2,00%)	0 (0,00%)	0,5 (0,50%)
A08	4,33 (4,33%)	3,5 (3,50%)	0,8 (0,80%)	4,5 (4,50%)	3,28 (3,28%)
A09	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (1,00%)	0,25 (0,25%)
A11	0 (0,00%)	0 (0,00%)	11,4 (11,40%)	0 (0,00%)	2,85 (2,85%)
A16	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1,8 (1,80%)	0 (0,00%)	0,45 (0,45%)
A17	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,4 (0,40%)	0 (0,00%)	0,1 (0,10%)
A19	12,67 (12,67%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3,17 (3,17%)

Fonte: Autoria própria (2023)

4.2 A metodologia de ensino, segundo os professores e estudantes

Durante as observações nos grupos de TD na LYON 1, e das aulas de CDI na UTFPR Pato Branco, os professores e estudantes foram convidados a responder a um questionário em meio físico, conforme APÊNDICES E e F, a fim de identificar a frequência com que cada uma das 21 atividades de ensino era empregada nas aulas, de acordo com cada grupo. A seguir, são apresentados os dados coletados.

4.2.1 A metodologia de ensino, segundo os professores

Os professores responderam com que frequência na disciplina, em questão, empregavam cada uma das 21 atividades de ensino. As opções de resposta foram: nunca, poucas vezes, às vezes, muitas vezes, e sempre. A Tabela 7 apresenta as

frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas, em escala Likert, para as 11 atividades mais frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores franceses.

Tabela 7 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo os professores

Atividade	País	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eRespondePerguntas	França	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)	1 (12,50%)	6 (75,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)
ePerguntaDuvida	França	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	6 (75,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)
eProfResolveQuadro	França	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)	4 (50,00%)	3 (37,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
eDiscuteClasse	França	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	5 (62,50%)	1 (12,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
eExercicioPreAula	França	0 (0,00%)	1 (12,50%)	2 (25,00%)	3 (37,50%)	2 (25,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
eExplicaRaciocinio	França	0 (0,00%)	1 (12,50%)	1 (12,50%)	5 (62,50%)	1 (12,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
eTrabalhoIndividual	França	0 (0,00%)	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	1 (12,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
eAtendeEstudante	França	1 (12,50%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
eEstudanteResolveQuadro	França	0 (0,00%)	2 (25,00%)	3 (37,50%)	2 (25,00%)	1 (12,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
eRaciocinioAvaliacao	França	1 (12,50%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
ePalestra	França	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 7 concentra as atividades com frequências predominantemente entre “às vezes” e “sempre”. Estas figuram dentre as onze primeiras listadas. As atividades “Respondo perguntas no quadro”, “Pergunto se os estudantes têm

dúvidas”, e “Resolvo exercícios no quadro” são as três com maiores frequências, o que parece demonstrar preocupação por parte dos professores que os estudantes, de fato, tenham suas dúvidas sanadas e estão de acordo com as observações realizadas.

Já a Tabela 8 traz as frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas, em escala Likert, para as 10 atividades menos frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores franceses.

Tabela 8 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo os professores

Atividade	País	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eProblemaNovo	França	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eProblemaMundoReal	França	0 (0,00%)	5 (62,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eExplicaColega	França	0 (0,00%)	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	1 (25,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eTrabalhoGrupo	França	2 (25,00%)	3 (37,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
eMaterialComplementar	França	3 (37,50%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eApresentacaoClasse	França	5 (62,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eMaterialPreAula	França	6 (75,00%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eAplicaJogo	França	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
eUsaSoftware	França	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
eUsaPlataforma	França	8 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 8 concentra as atividades com frequências predominantemente entre “nunca” e “poucas vezes”. Estas figuram dentre as dez últimas listadas. A atividade “Utilizo algum *software* matemático”, posicionada na penúltima colocação, evidencia diferenças entre os grupos analisados. Enquanto os professores franceses afirmaram, majoritariamente, não utilizar esse recurso, os professores brasileiros distribuíram suas respostas entre as categorias “poucas vezes” e “muitas vezes”, resultado que reflete a prática observada durante as aulas.

4.2.2A metodologia de ensino, segundo professores e estudantes franceses

Os estudantes responderam à mesma questão sobre o ensino, considerando a frequência com que o professor empregava cada uma das 21 atividades de ensino na disciplina. As opções de resposta foram: nunca, poucas vezes, às vezes, muitas vezes, e sempre. A Tabela 9 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas dos professores e estudantes franceses, em escala Likert, para as 11 atividades mais frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 9 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses
Continua

Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eRespondePerguntas	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)	1 (12,50%)	6 (75,00%)
	Estudante	0 (0,00%)	1 (0,56%)	2 (1,12%)	38 (21,35%)	137 (76,97%)
ePerguntaDuvida	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	6 (75,00%)
	Estudante	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (0,56%)	36 (20,22%)	141 (79,21%)
eProfResolveQuadro	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)	4 (50,00%)	3 (37,50%)
	Estudante	0 (0,00%)	1 (0,56%)	6 (3,37%)	51 (28,65%)	120 (67,42%)
eDiscuteClasse	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	5 (62,50%)	1 (12,50%)
	Estudante	1 (0,56%)	4 (2,25%)	20 (11,24%)	71 (39,89%)	82 (46,07%)
eExercicioPreAula	Professor	0 (0,00%)	1 (12,50%)	2 (25,00%)	3 (37,50%)	2 (25,00%)
	Estudante	7 (3,93%)	12 (6,74%)	43 (24,16%)	44 (24,72%)	72 (40,45%)
eExplicaRaciocinio	Professor	0 (0,00%)	1 (12,50%)	1 (12,50%)	5 (62,50%)	1 (12,50%)
	Estudante	10 (5,62%)	15 (8,43%)	52 (29,21%)	68 (38,20%)	33 (18,54%)

Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eTrabalhoIndividual	Professor	0 (0,00%)	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	1 (12,50%)
	Estudante	3 (1,69%)	22 (12,36%)	50 (28,09%)	62 (34,83%)	41 (23,03%)
eAtendeEstudante	Professor	1 (12,50%)	0 (0,00%)	2 (25,00%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)
	Estudante	3 (1,69%)	15 (8,43%)	33 (18,54%)	66 (37,08%)	61 (34,27%)
eEstudanteResolveQuadro	Professor	0 (0,00%)	2 (25,00%)	3 (37,50%)	2 (25,00%)	1 (12,50%)
	Estudante	23 (12,92%)	21 (11,80%)	34 (19,10%)	66 (37,08%)	34 (19,10%)
eRaciocinioAvaliacao	Professor	1 (12,50%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)
	Estudante	7 (3,93%)	16 (8,99%)	49 (27,53%)	66 (37,08%)	40 (22,47%)
ePalestra	Professor	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (12,50%)
	Estudante	58 (32,58%)	44 (24,72%)	45 (25,28%)	25 (14,04%)	6 (3,37%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 9 concentra as 11 atividades mais frequentes e permite comparar as percepções de professores e seus estudantes quanto à metodologia de ensino. As atividades em que o professor “Responde perguntas no quadro”, “Pergunta se os estudantes têm dúvidas”, e “Resolve exercícios no quadro” estão novamente dentre as três com maiores frequências, o que parece indicar que os estudantes também estão preocupados em terem as suas dúvidas sanadas.

A seguir, temos a Tabela 10 com as frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas, em escala Likert, para as 10 atividades menos frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 10 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses

						Continua
Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eProblemaNovo	Professor	1 (12,50%)	2 (25,00%)	4 (50,00%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)
	Estudante	17 (9,55%)	32 (17,98%)	70 (39,33%)	51 (28,65%)	8 (4,49%)
eProblemaMundoReal	Professor	0 (0,00%)	5 (62,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	50 (28,09%)	80 (44,94%)	40 (22,47%)	5 (2,81%)	3 (1,69%)
eExplicaColega	Professor	0 (0,00%)	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	71 (39,89%)	56 (31,46%)	33 (18,54%)	14 (7,87%)	4 (2,25%)

Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eTrabalhoGrupo	Professor	2 (25,00%)	3 (37,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	73 (41,01%)	52 (29,21%)	30 (16,85%)	15 (8,43%)	8 (4,49%)
eMaterialComplementar	Professor	3 (37,50%)	5 (62,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	96 (53,93%)	58 (32,58%)	22 (12,36%)	2 (1,12%)	0 (0,00%)
eApresentacaoClasse	Professor	5 (62,50%)	3 (37,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	124 (69,66%)	25 (14,04%)	19 (10,67%)	6 (3,37%)	4 (2,25%)
eMaterialPreAula	Professor	6 (75,00%)	2 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	143 (80,34%)	26 (14,61%)	7 (3,93%)	1 (0,56%)	1 (0,56%)
eAplicaJogo	Professor	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	134 (75,28%)	28 (15,73%)	14 (7,87%)	2 (1,12%)	0 (0,00%)
eUsaSoftware	Professor	7 (87,50%)	1 (12,50%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	148 (83,15%)	18 (10,11%)	8 (4,49%)	2 (1,12%)	2 (1,12%)
eUsaPlataforma	Professor	8 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	121 (67,98%)	14 (7,87%)	24 (13,48%)	5 (2,81%)	14 (7,87%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 10 concentra as atividades com frequências predominantemente entre “nunca” e “poucas vezes”. Estas figuram dentre as dez últimas listadas. A atividade em que o professor “Utiliza algum *software* matemático”, novamente na penúltima posição, reflete a prática observada durante as aulas.

4.2.3 A metodologia de ensino, segundo professores e estudantes brasileiros

Como ocorreu na LYON 1, o mesmo procedimento foi aplicado aos professores e estudantes de CDI da UTFPR Pato Branco. Os estudantes responderam à mesma questão sobre o ensino, informando a frequência com que o professor utiliza cada uma das 21 atividades na disciplina. As opções de resposta foram: nunca, poucas vezes, às vezes, muitas vezes, e sempre. A Tabela 11 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas dos professores e estudantes, em escala Likert, para as 11 atividades mais frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 11 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros

Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
ePerguntaDuvida	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)	63 (91,30%)
eRespondePerguntas	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	1 (1,45%)	1 (1,45%)	3 (4,35%)	17 (24,64%)	47 (68,12%)
eProfResolveQuadro	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (2,90%)	21 (30,43%)	46 (66,67%)
eDiscuteClasse	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	2 (2,90%)	6 (8,70%)	9 (13,04%)	20 (28,99%)	32 (46,38%)
eExplicaRaciocinio	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	10 (14,49%)	8 (11,59%)	15 (21,74%)	21 (30,43%)	15 (21,74%)
eTrabalhoIndividual	Professor	0 (0,00%)	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	8 (11,59%)	6 (8,70%)	23 (33,33%)	17 (24,64%)	15 (21,74%)
eAtendeEstudante	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	1 (1,45%)	6 (8,70%)	10 (14,49%)	26 (37,68%)	26 (37,68%)
ePalestra	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	15 (21,74%)	11 (15,94%)	17 (24,64%)	19 (27,54%)	7 (10,14%)
eUsaSoftware	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	10 (14,49%)	7 (10,14%)	20 (28,99%)	16 (23,19%)	16 (23,19%)
eExercicioPreAula	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	5 (7,35%)	7 (10,29%)	11 (16,18%)	25 (36,76%)	20 (29,41%)
eMaterialComplementar	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	6 (8,82%)	6 (8,82%)	20 (29,41%)	15 (22,06%)	21 (30,88%)

Fonte: A autoria própria (2024)

A Tabela 11 concentra as 11 atividades mais frequentes e permite comparar as percepções de professores e seus estudantes quanto à metodologia de ensino. As atividades em que o professor “Responde perguntas no quadro”, “Pergunta se os estudantes têm dúvidas” e “Resolve exercícios no quadro” estão novamente dentre as

três com maiores frequências, como os professores e estudantes franceses responderam. Porém, os estudantes atribuem frequência superior à dos professores para as atividades “Pergunta se os estudantes têm dúvidas” e “Resolvo exercícios no quadro”, o que parece indicar que os estudantes estão supervalorizando essas atividades. Também observamos que a atividade em que o professor “Utiliza algum *software* matemático” se encontra dentre as 11 atividades mais frequentes, na nona posição.

A seguir, temos a Tabela 12 com as frequências absoluta (n) e relativa (%) das respostas, em escala Likert, para as 10 atividades menos frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 12 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros

Atividade	Grupo	Continua				
		Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
eProblemaNovo	Professor	0 (0,00%)	1 (25,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	15 (21,74%)	16 (23,19%)	19 (27,54%)	11 (15,94%)	8 (11,59%)
eTrabalhoGrupo	Professor	0 (0,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	8 (11,59%)	8 (11,59%)	14 (20,29%)	24 (34,78%)	15 (21,74%)
eEstudanteResolveQuadro	Professor	0 (0,00%)	3 (75,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	27 (39,13%)	17 (24,64%)	18 (26,09%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)
eProblemaMundoReal	Professor	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	15 (21,74%)	17 (24,64%)	23 (33,33%)	11 (15,94%)	3 (4,35%)
eRaciocinioAvaliacao	Professor	0 (0,00%)	2 (50,00%)	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	16 (23,19%)	10 (14,49%)	19 (27,54%)	14 (20,29%)	10 (14,49%)
eMaterialPreAula	Professor	0 (0,00%)	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	37 (53,62%)	12 (17,39%)	10 (14,49%)	8 (11,59%)	2 (2,90%)
eExplicaColega	Professor	1 (25,00%)	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	17 (24,64%)	20 (28,99%)	21 (30,43%)	7 (10,14%)	4 (5,80%)
eUsaPlataforma	Professor	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	28 (40,58%)	3 (4,35%)	18 (26,09%)	9 (13,04%)	11 (15,94%)
eAplicaJogo	Professor	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Atividade	Grupo	Nunca	Poucas vezes	Às vezes	Muitas vezes	Sempre
	Estudante	50 (72,46%)	9 (13,04%)	6 (8,70%)	3 (4,35%)	1 (1,45%)
eApresentacaoClasse	Professor	3 (75,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	47 (68,12%)	16 (23,19%)	3 (4,35%)	0 (0,00%)	3 (4,35%)

Fonte: Aatoria própria (2024)

A Tabela 12 concentra as atividades com frequências predominantemente entre “nunca” e “poucas vezes”. Estas figuram dentre as dez últimas listadas. As atividades em que os “Estudantes resolvem exercícios no quadro” e “Estudantes trabalham em grupo” estão dentre as menos frequentes, mas puderam ser observadas, mesmo que por pouco tempo, durante as aulas.

4.3 A aprendizagem, segundo professores e estudantes

A segunda questão proposta aos professores e aos estudantes tratava das cinco atividades consideradas mais importantes para a aprendizagem. À atividade classificada como a mais importante foi atribuído o valor 5, enquanto à quinta atividade mais importante foi atribuído o valor 1. As atividades não selecionadas receberam valor 0. A seguir, são apresentados os dados coletados. Cabe destacar que essa questão não foi respondida pelo professor D (francês).

4.3.1 A aprendizagem, segundo os professores

A Tabela 13 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das importâncias atribuídas a diferentes atividades por professores franceses e brasileiros.

Tabela 13 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os professores

Atividade	País	Continua					
		0	1	2	3	4	5
aPalestra	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aProfResolveQuadro	França	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)
	Brasil	1 (25,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
aEstudanteResolveQuadro	França	6 (85,71%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)
aRespondePerguntas	França	4 (57,14%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Atividade	País	0	1	2	3	4	5
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aTrabalhoIndividual	França	4 (57,14%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	2 (28,57%)
	Brasil	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aProblemaMundoReal	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aAtendeEstudante	França	6 (85,71%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aDiscuteClasse	França	5 (71,43%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aPerguntaDuvida	França	2 (28,57%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)
aExplicaRaciocinio	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
aTrabalhoGrupo	França	4 (57,14%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (42,86%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aExplicaColega	França	3 (42,86%)	3 (42,86%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)
	Brasil	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
aApresentacaoClasse	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aRaciocinioAvaliacao	França	6 (85,71%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aMaterialPreAula	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aMaterialComplementar	França	6 (85,71%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aExercicioPreAula	França	2 (28,57%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)	2 (28,57%)
	Brasil	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
aProblemaNovo	França	6 (85,71%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Atividade	País	0	1	2	3	4	5
aUsaSoftware	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aAplicaJogo	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaPlataforma	França	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 13 permite comparar a percepção das atividades importantes para a aprendizagem, segundo a visão dos professores franceses e brasileiros.

Dentre as 21 características listadas, os professores franceses selecionaram 13 delas e destacaram, em primeiro lugar, “Resolvem exercícios antes da aula”, seguido de “Veem o professor resolver exercícios no quadro”. Uma característica do TD é a resolução de exercícios, com a disponibilização prévia de uma lista de exercícios, bem como a recomendação de quais deles devem ser resolvidos para o próximo encontro, o que condiz com a primeira característica listada pelos professores franceses para uma melhor aprendizagem.

As características “professor resolve exercícios no quadro” e os “estudantes resolvendo exercícios individualmente” também foram listadas como atividades desenvolvidas pelos professores e que puderam ser observadas com bastante frequência nos grupos de TD.

Já os professores brasileiros apontam 10 características como as mais importantes e capazes de contribuir para o processo de aprendizagem. É intrigante os professores apontarem “explica um exercício a um colega” como a atividade mais importante, já que essa atividade não pôde ser observada durante os encontros. As características “professor resolve exercícios no quadro” e o estudante “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.

4.3.2A aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses

A Tabela 14 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das importâncias atribuídas às diferentes atividades, segundo a percepção dos professores e estudantes franceses, e ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 14 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses

Atividade	Grupo	Continua					
		0	1	2	3	4	5
aPalestra	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	89 (86,41%)	3 (2,91%)	4 (3,88%)	4 (3,88%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)
aProfResolveQuadro	Professor	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)
	Estudante	25 (24,27%)	7 (6,80%)	10 (9,71%)	18 (17,48%)	13 (12,62%)	30 (29,13%)
aEstudanteResolveQuadro	Professor	6 (85,71%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	80 (77,67%)	8 (7,77%)	1 (0,97%)	6 (5,83%)	3 (2,91%)	5 (4,85%)
aRespondePerguntas	Professor	4 (57,14%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	45 (43,69%)	4 (3,88%)	9 (8,74%)	20 (19,42%)	21 (20,39%)	4 (3,88%)
aTrabalhoIndividual	Professor	4 (57,14%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	2 (28,57%)
	Estudante	50 (48,54%)	11 (10,68%)	6 (5,83%)	9 (8,74%)	10 (9,71%)	17 (16,50%)
aProblemaMundoReal	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	95 (92,23%)	2 (1,94%)	3 (2,91%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)
aAtendeEstudante	Professor	6 (85,71%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	66 (64,08%)	3 (2,91%)	7 (6,80%)	13 (12,62%)	6 (5,83%)	8 (7,77%)
aDiscuteClasse	Professor	5 (71,43%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)
	Estudante	93 (90,29%)	3 (2,91%)	4 (3,88%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)
aPerguntaDuvida	Professor	2 (28,57%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)	2 (28,57%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)
	Estudante	52 (50,49%)	9 (8,74%)	11 (10,68%)	18 (17,48%)	10 (9,71%)	3 (2,91%)
aExplicaRaciocinio	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	97 (94,17%)	2 (1,94%)	2 (1,94%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)
aTrabalhoGrupo	Professor	4 (57,14%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (42,86%)	0 (0,00%)
	Estudante	60 (58,25%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)	12 (11,65%)	9 (8,74%)	7 (6,80%)
aExplicaColega	Professor	3 (42,86%)	3 (42,86%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)

Atividade	Grupo	0	1	2	3	4	5
	Estudante	67 (65,05%)	11 (10,68%)	5 (4,85%)	8 (7,77%)	6 (5,83%)	6 (5,83%)
aApresentacaoClasse	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	101 (98,06%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)
aRaciocinioAvaliacao	Professor	6 (85,71%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	96 (93,20%)	1 (0,97%)	4 (3,88%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)
aMaterialPreAula	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	88 (85,44%)	2 (1,94%)	4 (3,88%)	5 (4,85%)	3 (2,91%)	1 (0,97%)
aMaterialComplementar	Professor	6 (85,71%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	94 (91,26%)	3 (2,91%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)
aExercícioPreAula	Professor	2 (28,57%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)	2 (28,57%)
	Estudante	64 (62,14%)	6 (5,83%)	8 (7,77%)	10 (9,71%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)
aProblemaNovo	Professor	6 (85,71%)	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	83 (80,58%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)	2 (1,94%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)
aUsaSoftware	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	100 (97,09%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aAplicaJogo	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	100 (97,09%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaPlataforma	Professor	7 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	101 (98,06%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 14 nos permite comparar a percepção das atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo a visão dos professores e estudantes franceses.

Os estudantes da LYON 1 indicaram todas as 21 características listadas, mas destacam as cinco primeiras: “Vejo o professor resolver exercícios no quadro”, “Tenho minhas dúvidas respondidas no quadro”, “Resolvo exercícios individualmente”, “Faço perguntas sobre as suas dúvidas” e “Trabalho em grupo”. As quatro primeiras atividades estão diretamente relacionadas às características do TD, já o “Trabalho em grupo” não pôde ser notado durante o período de observação, mas os estudantes apontam como importante para a aprendizagem.

Há, também, um contraste em “Resolvo exercícios individualmente” e “Trabalho em grupo”, pois representam atividades antagônicas e não complementares: na primeira, a aprendizagem é um processo individualizado, enquanto, na segunda, é um momento compartilhado com os colegas, em que todos podem contribuir.

4.3.3A aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros

A Tabela 15 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das importâncias atribuídas às diferentes atividades por professores e estudantes brasileiros, ordenadas pelas respostas dos professores.

Tabela 15 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros

		Continua					
Atividade	Grupo	0	1	2	3	4	5
aPalestra	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	49 (71,01%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	3 (4,35%)	7 (10,14%)	8 (11,59%)
aProfResolveQuadro	Professor	1 (25,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	15 (21,74%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	8 (11,59%)	10 (14,49%)	29 (42,03%)
aEstudanteResolveQuadro	Professor	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	67 (97,10%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aRespondePerguntas	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	39 (56,52%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	7 (10,14%)	12 (17,39%)	4 (5,80%)
aTrabalhoIndividual	Professor	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	49 (71,01%)	3 (4,35%)	6 (8,70%)	2 (2,90%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)
aProblemaMundoReal	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	65 (94,20%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	2 (2,90%)	1 (1,45%)
aAtendeEstudante	Professor	2 (50,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	46 (66,67%)	6 (8,70%)	4 (5,80%)	6 (8,70%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)
aDiscuteClasse	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	61 (88,41%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	4 (5,80%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)
aPerguntaDuvida	Professor	2 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)

Atividade	Grupo	0	1	2	3	4	5
	Estudante	41 (59,42%)	4 (5,80%)	9 (13,04%)	9 (13,04%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)
aExplicaRaciocinio	Professor	2 (50,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	64 (92,75%)	1 (1,45%)	2 (2,90%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)
aTrabalhoGrupo	Professor	2 (50,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	40 (57,97%)	7 (10,14%)	8 (11,59%)	10 (14,49%)	3 (4,35%)	1 (1,45%)
aExplicaColega	Professor	1 (25,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	1 (25,00%)
	Estudante	44 (63,77%)	9 (13,04%)	3 (4,35%)	7 (10,14%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)
aApresentacaoClasse	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	69 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aRaciocinioAvaliacao	Professor	2 (50,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	59 (85,51%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aMaterialPreAula	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	54 (78,26%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)	1 (1,45%)
aMaterialComplementar	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	51 (73,91%)	2 (2,90%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)	5 (7,25%)	2 (2,90%)
aExercícioPreAula	Professor	3 (75,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (25,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	44 (63,77%)	7 (10,14%)	5 (7,25%)	5 (7,25%)	6 (8,70%)	2 (2,90%)
aProblemaNovo	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	62 (89,86%)	3 (4,35%)	2 (2,90%)	2 (2,90%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaSoftware	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	53 (76,81%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)	4 (5,80%)	0 (0,00%)	3 (4,35%)
aAplicaJogo	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	68 (98,55%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaPlataforma	Professor	4 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Estudante	66 (95,65%)	3 (4,35%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 15 nos permite comparar a percepção das atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo a visão dos professores e estudantes brasileiros.

Das 21 características listadas, os estudantes da UTFPR só não indicaram a atividade “Faço uma apresentação para toda a turma” como uma atividade capaz de melhorar a aprendizagem. Destacaram as cinco primeiras atividades, sendo: “Vejo o professor resolver exercícios no quadro”, “Tenho minhas dúvidas respondidas no quadro”, “Tenho aula em forma de palestra”, “Faço perguntas sobre as suas dúvidas”, “Trabalho em grupo”.

Notamos que, nas três primeiras atividades listadas pelos estudantes da UTFPR, o professor está dedicado ao quadro, enquanto o estudante permanece passivo, como um espectador.

4.3.4 A aprendizagem, segundo os estudantes

A Tabela 16 apresenta as frequências absoluta (n) e relativa (%) das importâncias atribuídas às diferentes atividades pelos estudantes franceses e brasileiros, ordenadas pelas respostas dos estudantes franceses.

Tabela 16 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os estudantes

Atividade	País	Continua					
		0	1	2	3	4	5
aPalestra	França	89 (86,41%)	3 (2,91%)	4 (3,88%)	4 (3,88%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)
	Brasil	49 (71,01%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	3 (4,35%)	7 (10,14%)	8 (11,59%)
aProfResolveQuadro	França	25 (24,27%)	7 (6,80%)	10 (9,71%)	18 (17,48%)	13 (12,62%)	30 (29,13%)
	Brasil	15 (21,74%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	8 (11,59%)	10 (14,49%)	29 (42,03%)
aEstudanteResolveQuadro	França	80 (77,67%)	8 (7,77%)	1 (0,97%)	6 (5,83%)	3 (2,91%)	5 (4,85%)
	Brasil	67 (97,10%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aRespondePerguntas	França	45 (43,69%)	4 (3,88%)	9 (8,74%)	20 (19,42%)	21 (20,39%)	4 (3,88%)
	Brasil	39 (56,52%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	7 (10,14%)	12 (17,39%)	4 (5,80%)
aTrabalhoIndividual	França	50 (48,54%)	11 (10,68%)	6 (5,83%)	9 (8,74%)	10 (9,71%)	17 (16,50%)
	Brasil	49 (71,01%)	3 (4,35%)	6 (8,70%)	2 (2,90%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)
aProblemaMundoReal	França	95 (92,23%)	2 (1,94%)	3 (2,91%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)
	Brasil	65 (94,20%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	2 (2,90%)	1 (1,45%)
aAtendeEstudante	França	66 (64,08%)	3 (2,91%)	7 (6,80%)	13 (12,62%)	6 (5,83%)	8 (7,77%)
	Brasil	46 (66,67%)	6 (8,70%)	4 (5,80%)	6 (8,70%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)
aDiscuteClasse	França	93 (90,29%)	3 (2,91%)	4 (3,88%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)

Atividade	País	0	1	2	3	4	5
	Brasil	61 (88,41%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	4 (5,80%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)
aPerguntaDuvida	França	52 (50,49%)	9 (8,74%)	11 (10,68%)	18 (17,48%)	10 (9,71%)	3 (2,91%)
	Brasil	41 (59,42%)	4 (5,80%)	9 (13,04%)	9 (13,04%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)
aExplicaRaciocinio	França	97 (94,17%)	2 (1,94%)	2 (1,94%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)
	Brasil	64 (92,75%)	1 (1,45%)	2 (2,90%)	1 (1,45%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)
aTrabalhoGrupo	França	60 (58,25%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)	12 (11,65%)	9 (8,74%)	7 (6,80%)
	Brasil	40 (57,97%)	7 (10,14%)	8 (11,59%)	10 (14,49%)	3 (4,35%)	1 (1,45%)
aExplicaColega	França	67 (65,05%)	11 (10,68%)	5 (4,85%)	8 (7,77%)	6 (5,83%)	6 (5,83%)
	Brasil	44 (63,77%)	9 (13,04%)	3 (4,35%)	7 (10,14%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)
aApresentacaoClasse	França	101 (98,06%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)
	Brasil	69 (100,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aRaciocinioAvaliacao	França	96 (93,20%)	1 (0,97%)	4 (3,88%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	1 (0,97%)
	Brasil	59 (85,51%)	3 (4,35%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aMaterialPreAula	França	88 (85,44%)	2 (1,94%)	4 (3,88%)	5 (4,85%)	3 (2,91%)	1 (0,97%)
	Brasil	54 (78,26%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)	4 (5,80%)	3 (4,35%)	1 (1,45%)
aMaterialComplementar	França	94 (91,26%)	3 (2,91%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)
	Brasil	51 (73,91%)	2 (2,90%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)	5 (7,25%)	2 (2,90%)
aExercícioPreAula	França	64 (62,14%)	6 (5,83%)	8 (7,77%)	10 (9,71%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)
	Brasil	44 (63,77%)	7 (10,14%)	5 (7,25%)	5 (7,25%)	6 (8,70%)	2 (2,90%)
aProblemaNovo	França	83 (80,58%)	9 (8,74%)	6 (5,83%)	2 (1,94%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)
	Brasil	62 (89,86%)	3 (4,35%)	2 (2,90%)	2 (2,90%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaSoftware	França	100 (97,09%)	0 (0,00%)	3 (2,91%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	53 (76,81%)	5 (7,25%)	4 (5,80%)	4 (5,80%)	0 (0,00%)	3 (4,35%)
aAplicaJogo	França	100 (97,09%)	2 (1,94%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	68 (98,55%)	0 (0,00%)	1 (1,45%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
aUsaPlataforma	França	101 (98,06%)	1 (0,97%)	1 (0,97%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Brasil	66 (95,65%)	3 (4,35%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)

Fonte: Aatoria própria (2024)

A Tabela 16 nos permite comparar a percepção das atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo a visão dos estudantes franceses e brasileiros. Das 21 características listadas, os estudantes da LYON 1 indicaram todas elas em algum momento e ordem de importância, e os estudantes da UTFPR só não indicaram a atividade “Faço uma apresentação para toda a turma” como uma atividade capaz de melhorar a aprendizagem.

4.4 As intervenções didáticas

Para responder ao quinto objetivo específico: “Analisar essas intervenções em relação ao processo de ensino e aprendizagem, bem como avaliar a percepção dos estudantes participantes do estudo”, foram elaboradas 4 intervenções didáticas, conforme os APÊNDICES I, J, K e L, e aplicadas nas duas instituições, dada a disponibilidade dos professores do TD e das turmas de CDI em receber a pesquisadora.

A Revisão Bibliográfica traz diversos exemplos de aplicações, conforme indicado nos estudos de Caridade *et al.* (2018), O’Donovan e Geary (2019), Premadasa *et al.* (2016), dentre outros. Os temas “Resolução de problemas do mundo real” e a “Utilização de Tecnologias” pautaram algumas características das intervenções, porém sem deixar de lado a intenção de interferir positivamente nos índices de aprovação, no processo de ensino e aprendizagem, além de manter uma visão holística e humanista (outras temáticas encontradas na revisão bibliográfica).

O Quadro 15 apresenta as intervenções e as turmas onde elas foram aplicadas.

Quadro 15 - Intervenções e turmas

Intervenção didática	Professor	Turma	Número de estudantes participantes
Transformação de Funções	E	TD3	18
	I	CDI	21
	K	CDI	18
Limite por Definição	F	TD2	21
	I	CDI	18
	K	CDI	18
Continuidade de Funções	A	TD1	22
	C	TD3	21
	I	CDI	20
	K	CDI	09

Somadas de Riemann	G	TD4	22
	I	CDI	17
	K	CDI	13

Fonte: Autoria própria (2023)

Como a coleta de dados se iniciou na LYON 1, a ementa e o calendário francês ditaram o conteúdo das intervenções. Foram considerados os conteúdos presentes nas ementas de CDI nas duas instituições participantes e que oportunizavam a realização das atividades.

A intervenção “Continuidade de Funções” (APÊNDICE K) aborda exercícios sobre Continuidade e os critérios a serem atendidos para que uma função seja contínua, além dos Testes das Derivadas de Primeira e Segunda Ordem.

A atividade contém alguns exercícios adaptados de uma folha de exercícios da *Université Claude Bernard Lyon 1*, alguns deles selecionados de livros de Cálculo (Anton; Bivens; Devis, 2014, p. 110-120 e 242) e Cálculo A (Flemming; Gonçalves, 2006, p. 106-114). Também se salienta um exercício de criatividade (Exercício 3), inspirado no trabalho de Catarino *et al.* (2019), que buscou desenvolver o pensamento crítico e melhorar a comunicação e interação entre os estudantes, bem como outros exercícios elaborados pela pesquisadora.

Os objetivos desta atividade consistiram em verificar a continuidade de funções no seu domínio de definição; determinar o valor de uma constante para que a função seja contínua em um ponto a ; aplicar a definição de função contínua em um ponto a ; verificar a aplicação do Teorema do Valor Médio; utilizar, de forma adequada, os testes das derivadas de primeira e segunda ordem; esboçar gráficos a partir das derivadas de primeira e segunda ordem; criar exercícios sobre continuidade de funções a partir de um gráfico; e desenvolver habilidades de aprendizagem colaborativa.

A intervenção didática “Transformação de Funções” (APÊNDICE I) tratou das transformações horizontais e verticais, conforme abordado por Stewart (2015), em seu livro de Cálculo. A construção de gráfico de novas funções a partir de funções conhecidas tem o princípio da utilidade (Rogers, 1972). Com o auxílio de construções no GeoGebra, o professor projeta o comportamento do gráfico para estudar as transformações horizontais e verticais na função secante. Uma tabela a ser completada foi fornecida aos estudantes, com as orientações e conclusões gerais. Os

exercícios propostos abordam as funções quadráticas, seno e cosseno. Foi importante lembrar a função quadrática na forma canônica $y = a(x - h)^2 + k$.

Os objetivos desta atividade consistiram em sintetizar regras de deslocamentos horizontais e verticais em funções a partir de manipulações em construções no GeoGebra; construir gráfico de funções transformadas a partir do gráfico de funções conhecidas; determinar uma função a partir de um gráfico; e desenvolver habilidades de aprendizagem colaborativa.

A intervenção “Limite por Definição” (APÊNDICE J) explorou a ideia de limite, por definição (com épsilon e delta) e o limite no infinito, e foi adaptada a partir da atividade proposta por Trevisan e Mendes (2013). A partir de um exercício sobre a concentração de sal em um tanque com água, os estudantes foram convidados a formular conjecturas e hipóteses que precisaram ser confirmadas ou refutadas ao longo da resolução do exercício.

Os objetivos desta atividade consistiram em compreender a definição precisa de limite; estudar o limite no infinito; determinar a função que representa a situação problema; operar com os sistemas de medida de tempo, massa e volume; formular hipóteses frente à situação apresentada; e desenvolver habilidades de aprendizagem colaborativa.

A RBS proveu 8 trabalhos voltados para a resolução de problemas do mundo real, que exigiam maior envolvimento por parte dos estudantes, assumindo responsabilidades na execução dos projetos, característica em atividades orientadas por metodologias ativas, além de serem propostas que trabalham com problemas relevantes e percebidos como reais (Rogers, 1972). Conforme os resultados da RBS, os estudantes reconhecem certo grau de dificuldade nas tarefas, pois não estão acostumados, mas também se sentiram mais motivados e interessados, de maneira que solicitaram mais atividades, como as propostas, o que nos motivou a incluir uma atividade com características do mundo real entre as intervenções didáticas.

Por fim, a intervenção “Somos de Riemann” foi adaptada de Trevisan e Goes (2016). Aos estudantes, propôs-se uma sequência de atividades orientadas, como calcular a área entre uma curva e o eixo-x, e, no decorrer do exercício, chegar à definição de Integral definida e ao Teorema Fundamental do Cálculo a partir das Somas de Riemann. Um *link* com construções do GeoGebra, onde é possível que o estudante faça manipulações, foi fornecido ao final dos exercícios para confrontar suas resoluções, conforme o APÊNDICE L.

Os objetivos desta atividade consistiram em calcular as Somas de Riemann à direita e à esquerda; aplicar, de maneira adequada, a soma dos quadrados dos n primeiros números inteiros positivos; determinar o limite no infinito para as Somas de Riemann; generalizar expressões para a distância percorrida nos intervalos de tempo $0 \leq t \leq b$ e $a \leq t \leq b$; compreender a Integral Definida a partir das Somas de Riemann, ou seja, obter o Teorema Fundamental do Cálculo; conjecturar a respeito das Somas de Riemann, para uma função positiva decrescente em um intervalo $[a, b]$; e desenvolver habilidades de aprendizagem colaborativa.

A ordem de aplicação das intervenções na UTFPR foi diferente, devido à sequência dos conteúdos ser distinta da proposta na LYON 1, sendo “Transformação de Funções”, “Limite por Definição”, “Continuidade de Funções” e “Somadas de Riemann”.

Em todas as atividades, buscou-se atender, ainda que minimamente, ao proposto por Pawlaschyk e Wegner (2020), com atividades orientadas e enunciados para além do ‘prove’, ‘calcule’ e ‘demonstre’, pois, mesmo as tarefas sendo difíceis, segundo os estudantes, estas podem ajudar a ter uma compreensão mais profunda do conteúdo.

Também se associou o uso da tecnologia, por meio do GeoGebra, à intenção de ampliar a compreensão dos conteúdos de Cálculo e despertar maior interesse dos estudantes pela disciplina, conforme observado por Yimer (2020). Além disso, buscou-se favorecer o desenvolvimento de estudantes mais reflexivos, autônomos, socialmente ativos e interativos, bem como incentivar o uso do GeoGebra como ferramenta de visualização da aprendizagem, recurso que possibilita representações e manipulações não viáveis no ambiente estático do quadro.

Por fim, inspirados na teoria da aprendizagem significativa de Carl Rogers, procurou-se incluir o estudante “dentro” do ato da aprendizagem, combinando o lógico e o intuitivo, o intelecto e os sentimentos, o conceito e a experiência, a ideia e o significado (Rogers, 1985). As intervenções didáticas estão permeadas de alguns princípios, como a curiosidade, a utilidade, a permissão do erro – e o colocar os estudantes com a “mão na massa” (Rogers, 1972).

5 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

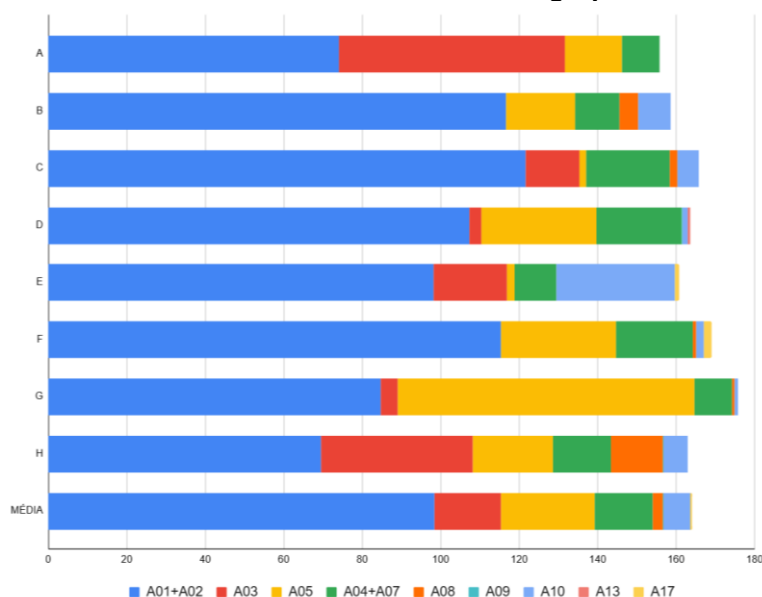
Neste capítulo, passaremos a discutir os dados coletados, analisá-los sob a ótica dos trabalhos encontrados na revisão de literatura, a teoria da aprendizagem de Carl Rogers, e compará-los entre os grupos participantes da pesquisa. Todos os testes estatísticos aplicados neste estudo se encontram especificados no APÊNDICE M.

5.1 As características observadas

O modelo da disciplina *Algèbre et Analyse* desenvolvido na LYON 1 se assemelha ao modelo apresentado por outros autores, como Gruber *et al.* (2021) e Hancock *et al.* (2021), nos Estados Unidos, e Radzimski *et al.* (2021), no Canadá, considerando o encontro de uma grande turma no auditório seguido de encontros para resolução de exercícios. Porém, a diferença consiste na quantidade de horas dedicadas à resolução de exercícios, bem como na duração de cada encontro.

Quando tratamos dos encontros observados no grande auditório, há uma diferença de tempo dedicado a responder questionamentos dos estudantes pelos professores P1 e P2. Acredita-se que essa diferença está relacionada à dinâmica de trabalho de cada professor. Também temos diferenças entre os tempos destinados para responder aos estudantes nos grupos de TD. O Gráfico 3 apresenta as principais atividades observadas durante as aulas e o tempo médio dedicado a cada uma em minutos, por cada professor, lembrando que um encontro totaliza 180 minutos.

Gráfico 3 - Atividades observadas nos grupos de TD



Fonte: Aatoria própria (2024)

Atividades

- A01 Professor ministra aula em forma de palestra
- A02 Professor resolve exercícios no quadro
- A03 Estudantes resolvem exercícios no quadro
- A04 Professor responde perguntas no quadro
- A05 Estudantes resolvem exercícios individualmente
- A07 Professor atende aos estudantes individualmente
- A08 Professor realiza discussão com toda a turma
- A09 Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas
- A10 Professor solicita que estudante explique seu raciocínio
- A13 Estudante faz uma apresentação para toda a turma
- A17 Professor solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula

Podemos perceber que o tempo médio que os professores passam dedicados ao quadro (A01 + A02) é mais da metade do tempo de aula, e apenas os professores A, G e H estão abaixo do tempo médio destinado para essas atividades. Os professores A e H destinam parte desse tempo para a atividade em que os “Estudantes resolvem exercícios no quadro (A03)”, enquanto o professor G destina uma parte considerável da aula para a atividade “Estudantes resolvem exercícios individualmente (A05)”.

Com essa transferência de tempo da atividade do professor dedicado ao quadro para outras atividades, as atividades seguintes com maior tempo médio de dedicação são “Estudantes resolvem exercícios individualmente (A05)”, “Estudantes resolvem exercícios no quadro (A03)” e “Professor respondendo estudante (A04 + A07)”.

O tempo dedicado aos “Estudantes resolvendo exercícios individualmente (A05)” ocupa 13,22% do tempo de aula, levando a crer que estes não estavam resolvendo os exercícios recomendados, como constatado pelo professor B. Os professores D, F e G estão acima da média nessa atividade, e G chega a se dedicar mais de 3 vezes ao tempo médio. Podemos associar a essa atividade o tempo que o professor passa dedicado ao quadro, apresentando a solução dos exercícios, enquanto os estudantes apenas copiam, um tempo que poderia ser destinado a discussões ou apresentação de soluções alternativas.

Uma atividade frequente no TD é quando os “Estudantes resolvem exercícios no quadro (A03)”, e os professores destinaram em média 17 minutos a ela. Apenas os professores B e F não a desenvolveram. B constatou que os estudantes não

resolviam os exercícios com antecedência, então dedicava tempo em sala para que os resolvessem individualmente, além de passar tempo elevado no quadro. Já F também tem tempo elevado de quadro e dedica parte do tempo para o trabalho individual.

A e H dedicaram tempo muito superior à média para a atividade A03, com destaque para o professor A, que dedica quase um terço do tempo de aula para essa atividade. Por se tratar de uma atividade importante na organização do TD, esta poderia ser enriquecida com a associação da atividade A10, em que o estudante explica o seu raciocínio, sendo um indicador de persistência, conforme apresentado por Ellis, Kelton e Rasmussen (2014).

Por fim, as atividades em que os professores respondem aos estudantes (A04 + A07), predominantemente no quadro, ocupam em média 14,86 minutos do tempo de aula, pouco mais de 8%.

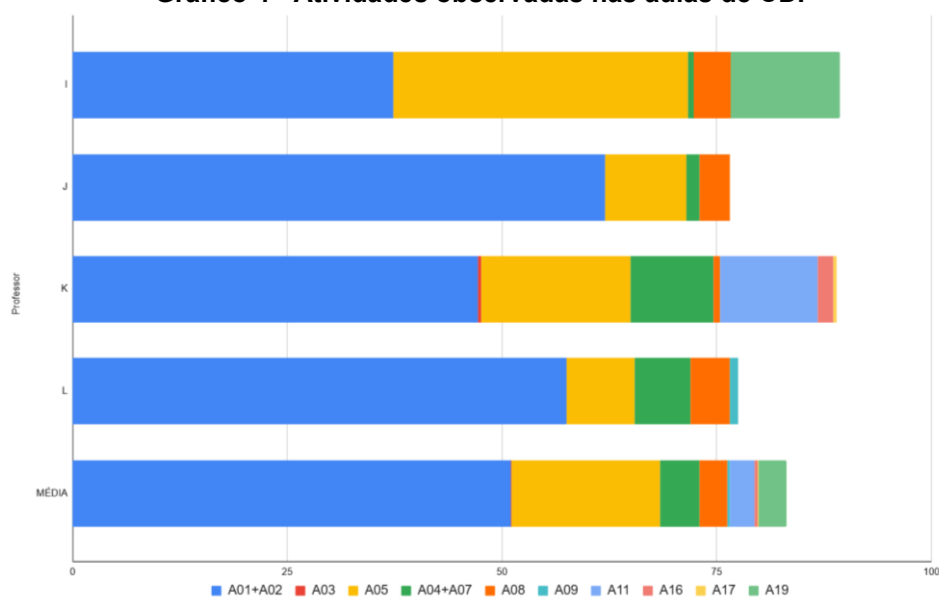
Quando analisamos essas atividades para os professores A, B, C e D observados ao longo do primeiro semestre – e nessa ordem –, acreditamos que o tempo do professor A foi menor justamente por serem os primeiros encontros do semestre, e os estudantes estarem estabelecendo laços entre si e com o professor, até “tomarem coragem” para colocarem suas dúvidas. Com o andamento do semestre, esse tempo foi aumentando para os demais professores observados, o que parece confirmar que a integração entre estudantes e professores estava ocorrendo.

No segundo semestre, essa característica se repete entre os professores E e F. Já entre os professores G e H, parece que o tempo de responder aos questionamentos dos estudantes está associado à atividade dos estudantes resolvendo exercícios individualmente. Quando os professores se aproximavam das carteiras, os estudantes, conseqüentemente, tinham suas dúvidas respondidas.

Já o 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 pesquisadora já atuou como docente, e difere do modelo francês, em termos de carga horária, ementa e organização das aulas.

Passamos à discussão das observações realizadas na UTFPR, e o Gráfico 4 pode auxiliar na análise, lembrando que o tempo de aula de cada encontro é de 100 minutos.

Gráfico 4 - Atividades observadas nas aulas de CDI



Fonte: Autoria própria (2024)

Atividades

- A01 Professor ministra aula em forma de palestra
- A02 Professor resolve exercícios no quadro
- A03 Estudantes resolvem exercícios no quadro
- A04 Professor responde perguntas no quadro
- A05 Estudantes resolvem exercícios individualmente
- A07 Professor atende aos estudantes individualmente
- A08 Professor realiza discussão com toda a turma
- A09 Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas
- A11 Estudantes trabalham em grupo
- A16 Professor indica material complementar
- A17 Professor solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula
- A19 Professor usa algum *software* matemático

Na UTFPR, o tempo que o professor passa dedicado ao quadro ocupa, em média, 51% do tempo de aula, dividindo-se entre o A01 e A02. Os professores I, J, K e L dedicam entre 37,34% e 62% para essas atividades. Os professores I e K passam menos da metade do tempo de aula dedicados ao quadro e destinam mais tempo para os estudantes trabalhando individualmente (A05) ou em grupo (A11).

Outras atividades que podemos destacar são os professores respondem aos estudantes (A04 + A07), que ocupam juntas, em média, menos de 5% do tempo de aula, seguida de “Professor realiza discussão com toda a turma (A08)”, uma atividade realizada por todos os professores observados.

Por fim, o professor I foi o único a fazer uso de *software* matemático durante as aulas, dedicando em média 12,67% do tempo de aula ao apresentar as funcionalidades do GeoGebra aos estudantes e como poderiam utilizá-lo para visualizar o gráfico de algumas funções.

Essa estratégia contribui para o engajamento e a disposição em entender o conteúdo, além de acelerar a compreensão conceitual, conforme apontado por Mendezabal e Tindowen (2018), que utilizaram *softwares* em aulas de cálculo. Além disso, há a possibilidade de ter estudantes mais reflexivos, independentes, socialmente ativos e interativos, como destacado por Yimer (2020), que, ao usar o GeoGebra como ferramenta de visualização de aprendizagem, conseguiu observar tais resultados nos alunos.

Ao comparar e analisar os dados coletados, as atividades de ensino observadas na França consistem em média 54,7% do tempo de aula com o professor dedicado ao quadro resolvendo exercícios e palestrando, e cerca de 30,8% do tempo de aula os estudantes estão resolvendo exercícios individualmente ou no quadro, com o professor respondendo perguntas no quadro. Ou seja, restam cerca de 14,5% do tempo médio de aula para outras atividades, em torno de 26 minutos.

Apenas 5,25% do tempo médio de aula é dedicado às atividades de discussão com toda a classe para o estudante explicar o seu raciocínio ou fazer uma apresentação à classe, atividades que podem contribuir para a aprendizagem, uma vez que exigem o envolvimento ativo dos estudantes.

Já no Brasil, os professores dedicam, em média, 51% do tempo de aula a atividades expositivas e à resolução de exercícios no quadro. Em seguida, 21,5% do tempo é destinado aos estudantes para a resolução de exercícios individualmente ou no quadro, bem como ao atendimento de dúvidas pelo professor. Por sua vez, apenas 6,1% do tempo médio de aula é dedicado a atividades de discussão com toda a turma e ao trabalho colaborativo em grupo.

A análise dos dados coletados expressa que o ensino de CDI I, tanto no contexto francês quanto no brasileiro, ainda se estrutura predominantemente a partir de um modelo tradicional, centrado na atuação do professor e na resolução de exercícios no quadro. Conforme apresentado, observa-se que mais da metade do tempo das aulas é dedicada a essas atividades, em detrimento de estratégias que promovam maior envolvimento ativo dos estudantes. Tal configuração revela a predominância de práticas associadas aos níveis mais baixos da Taxonomia de

Bloom, como lembrar e compreender, limitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior.

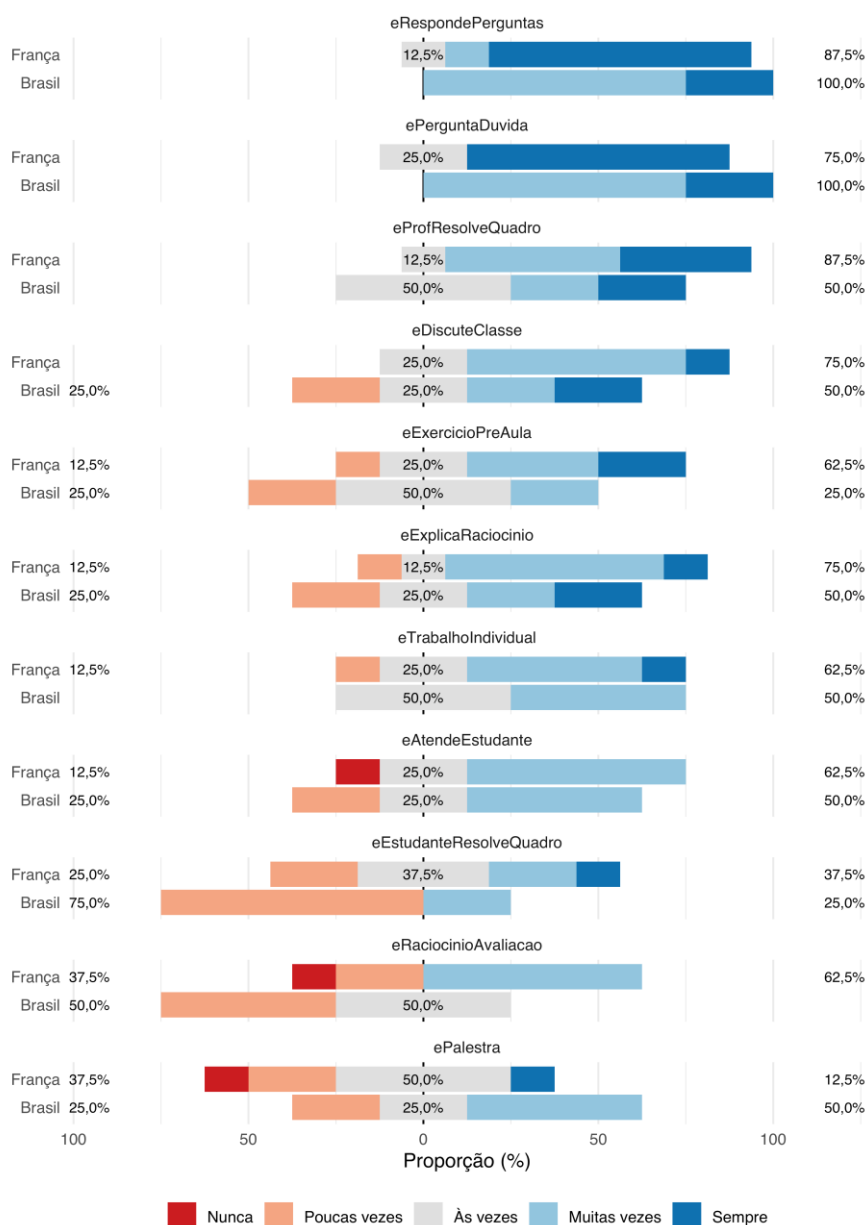
Além disso, verifica-se que, embora existam diferenças entre os contextos analisados, há uma convergência estrutural no modelo de ensino adotado. No contexto francês, observa-se maior ênfase em atividades individuais e menor utilização de recursos tecnológicos. Já no contexto brasileiro, embora o ensino expositivo também predomine, identificam-se indícios de incorporação de tecnologias e de tentativas de promover maior participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

5.2 O ensino

5.2.1 O ensino, segundo os professores

Passamos a analisar as atividades empregadas no ensino, segundo a percepção dos professores. As respostas de professores franceses e brasileiros às atividades mais frequentes no ensino não diferiram estatisticamente. O Gráfico 5 apresenta as 11 atividades mais frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores franceses.

Gráfico 5 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo os professores



Fonte: Autoria própria (2024)

As atividades desenvolvidas pelos professores franceses com maior frequência listadas como “Sempre” parecem refletir a organização e a dinâmica do TD, como quando o professor “Responde perguntas no quadro” e “Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas”, seguidas de “Resolve exercícios no quadro”, “Professor realiza discussão com toda a turma”, “Solicita que o estudante explique seu raciocínio”, “Solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula” e “Solicita aos estudantes resolverem exercícios individualmente” listadas como empregadas entre “Muitas vezes” e Sempre”. Por fim, as atividades “Atendo aos estudantes

individualmente”, “Solicita aos estudantes resolverem exercícios no quadro” e “Solicita aos estudantes que expliquem seu raciocínio em avaliação” ainda apresentam frequência acumulada acima de 50% e listadas como empregadas entre “Às vezes” e “Sempre”.

A maior frequência de diversas atividades relatadas pelos professores franceses reflete as características da disciplina, que prioriza a resolução de exercícios e inclui, entre suas formas de avaliação, uma prova oral. Tal configuração justifica a recorrência de atividades como a resolução de exercícios no quadro, tanto pelos professores quanto pelos estudantes, bem como a explicação do raciocínio durante o processo avaliativo. Ainda assim, trata-se de uma dinâmica predominantemente individual, na qual o estudante faz perguntas, o professor responde, o estudante trabalha individualmente e recebe atendimento individualizado.

Dentre as atividades desenvolvidas pelos professores brasileiros que apresentaram frequência acumulada de 100% nas categorias “Muitas vezes” e “Sempre”, destacam-se “Responde perguntas no quadro” e “Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas”. Em seguida, aparecem “Solicita aos estudantes resolverem exercícios individualmente”, “Atende aos estudantes individualmente”, “Ministra aula em forma de palestra”, “Solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula”, “Professor resolve exercícios no quadro”, “Professor realiza discussão com toda a turma” e “Solicita que o estudante explique seu raciocínio”, com frequências acumuladas entre 50% e 75%, distribuídas entre as categorias “Às vezes” e “Muitas vezes”.

Essas atividades também refletem as características das turmas de CDI I e mostram-se coerentes com as práticas observadas, especialmente no que se refere ao tempo dedicado pelo professor ao quadro. Ainda assim, as atividades predominantes na disciplina caracterizam-se por ações essencialmente individuais: os estudantes trabalham sozinhos, recebem atendimento individualizado, assistem a aulas expositivas, formulam perguntas e recebem respostas do professor.

Tanto na França quanto no Brasil, o estudante permanece, em grande medida, em uma posição passiva, recebendo instruções e demandas e, ocasionalmente, respondendo a questionamentos ou explicando seu raciocínio. Algumas atividades apontadas pelos docentes como frequentes foram pouco observadas durante as aulas, como “Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas”, “Professor realiza discussão com toda a turma”, “Solicita que o estudante

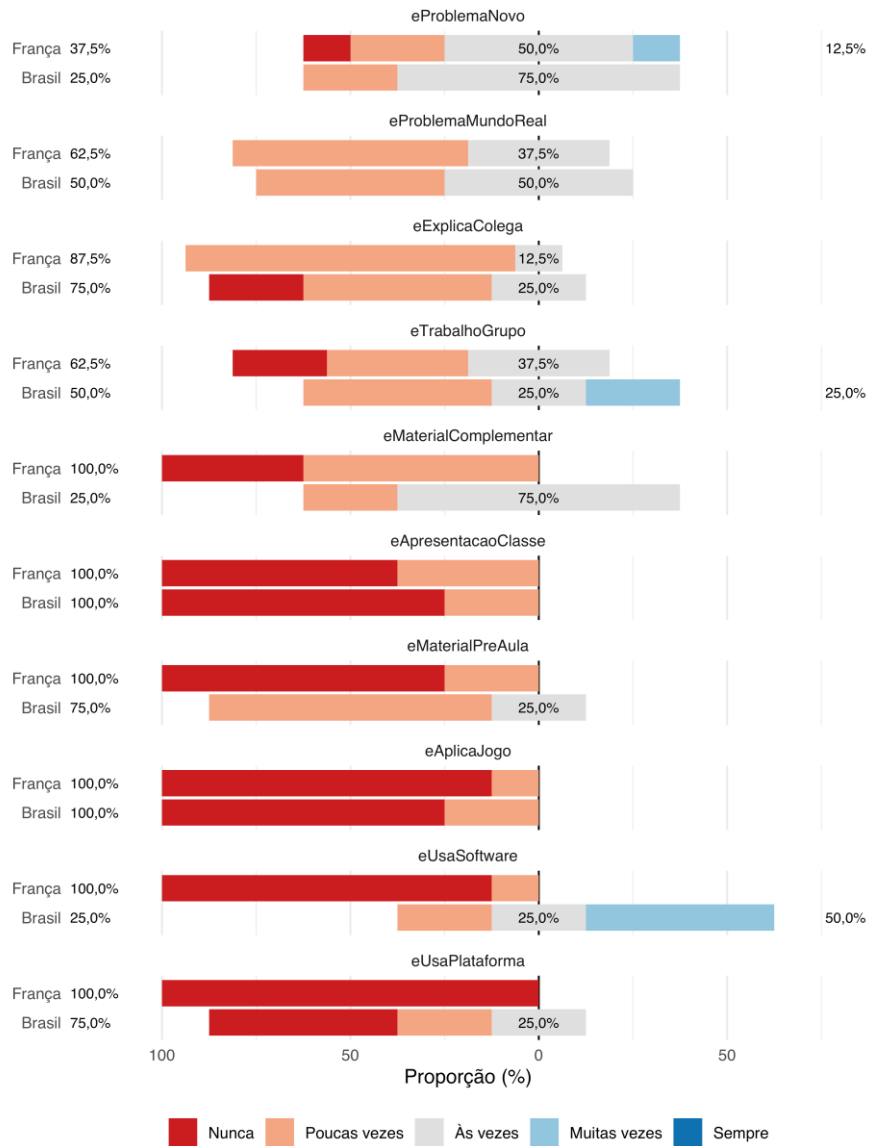
explique seu raciocínio”, “Solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula” e “Atende aos estudantes individualmente”. Acredita-se que parte dessa discrepância entre o declarado e o observado esteja relacionada ao tempo exigido por essas atividades. Por exemplo, “A09 – Professor pergunta se os estudantes têm dúvidas” e “A17 – Professor solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula” são ações que efetivamente demandam pouco tempo de execução.

As atividades “Respondo perguntas no quadro” e “Resolvo exercícios no quadro”, classificadas respectivamente na primeira e na terceira posições e associadas às categorias “Muitas vezes” e “Sempre”, foram agrupadas, durante as observações, na categoria correspondente ao tempo dedicado pelo professor ao quadro. Os resultados confirmam a percepção dos docentes, uma vez que essas atividades ocupam, em média, aproximadamente metade do tempo de aula.

Por outro lado, as atividades “Realizo discussão com toda a turma” e “Solicito que o estudante explique seu raciocínio”, classificadas como a quarta e a sexta atividades mais frequentes pelos professores e situadas entre as categorias “Às vezes” e “Muitas vezes”, não foram observadas com a mesma intensidade. Em contrapartida, atividades como “Estudantes resolvem exercícios individualmente”, posicionada na sétima colocação e responsável, em média, por 13,22% do tempo de aula na França e 17,31% no Brasil, e “Estudantes resolvem exercícios no quadro”, situada na nona posição e correspondente a 9,46% do tempo de aula na França, apresentaram maior presença durante as observações.

O Gráfico 6 apresenta as atividades menos frequentes no ensino, segundo os professores.

Gráfico 6 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo os professores



Fonte: Autoria própria (2024)

Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) foram encontradas para as atividades quando o professor: “Indica material complementar”, “Entrega material pré-aula”, “Utiliza algum *software* matemático” e “Usa plataforma com *feedback* imediato” com o tamanho do efeito r grande ($r > 0,5$), de acordo com o teste de Mann-Whitney, ou seja, de fato, existe a diferença estatística, embora o tamanho da amostra seja pequeno. Em todos esses casos, o emprego de tais atividades ainda que “Poucas vezes” ou “Às vezes” é maior por parte dos professores brasileiros, o que sugere que esses professores parecem fornecer mais suporte aos estudantes, com material complementar e pré-aula, além do uso de plataforma de *feedback* imediato para auxiliar na compreensão do conteúdo. Destaque para o uso de *software* matemático

por parte dos professores brasileiros, que tem frequência entre “Às vezes” e “Muitas vezes”, e, durante o período de observações, somente o professor I fez uso.

Quando comparamos as respostas dos professores à questão sobre a frequência com que empregam determinadas atividades de ensino com os dados coletados por meio das observações das aulas, percebemos que boa parte das atividades apontadas como mais frequentes, conforme apresentado no Gráfico 4, pôde ser efetivamente observada, ainda que, em alguns casos, com tempo reduzido de aplicação.

Entretanto, as atividades mais frequentemente observadas e o tempo a elas destinado pelos professores no ensino de CDI I e nos encontros de TD apresentam características típicas do ensino tradicional.

No caso das atividades que apresentaram diferenças estatisticamente significativas – “Indica material complementar”, “Entrega material pré-aula”, “Utiliza algum *software* matemático” e “Usa plataforma com *feedback* imediato” –, os professores brasileiros indicaram utilizá-las com maior frequência. Embora essas atividades tenham sido classificadas predominantemente entre as categorias “Poucas vezes” e “Às vezes”, os resultados sugerem que os professores brasileiros demonstram maior abertura ao uso de metodologias ativas, uma vez que já incorporam algumas práticas favoráveis a essas abordagens, ainda que de forma limitada.

Os resultados evidenciam um descompasso relevante entre as concepções pedagógicas dos professores e suas práticas em sala de aula, especialmente no contexto brasileiro. Embora os docentes brasileiros atribuam maior importância a estratégias associadas às metodologias ativas, como a explicação do raciocínio, a interação entre pares e a resolução colaborativa de problemas, tais práticas ainda aparecem de forma incipiente na dinâmica efetiva das aulas.

Esse achado sugere que o contexto brasileiro se encontra em um estágio de transição pedagógica, no qual há o reconhecimento teórico da importância do ensino centrado no estudante, mas persistem dificuldades na operacionalização dessas estratégias. Essa problemática já é amplamente discutida na literatura, que aponta fatores como a formação docente, a cultura institucional e as condições estruturais como elementos limitadores da implementação de metodologias ativas. Nesse sentido, Pinto, Mendonça e Nicola (2022) destacam a importância do envolvimento de

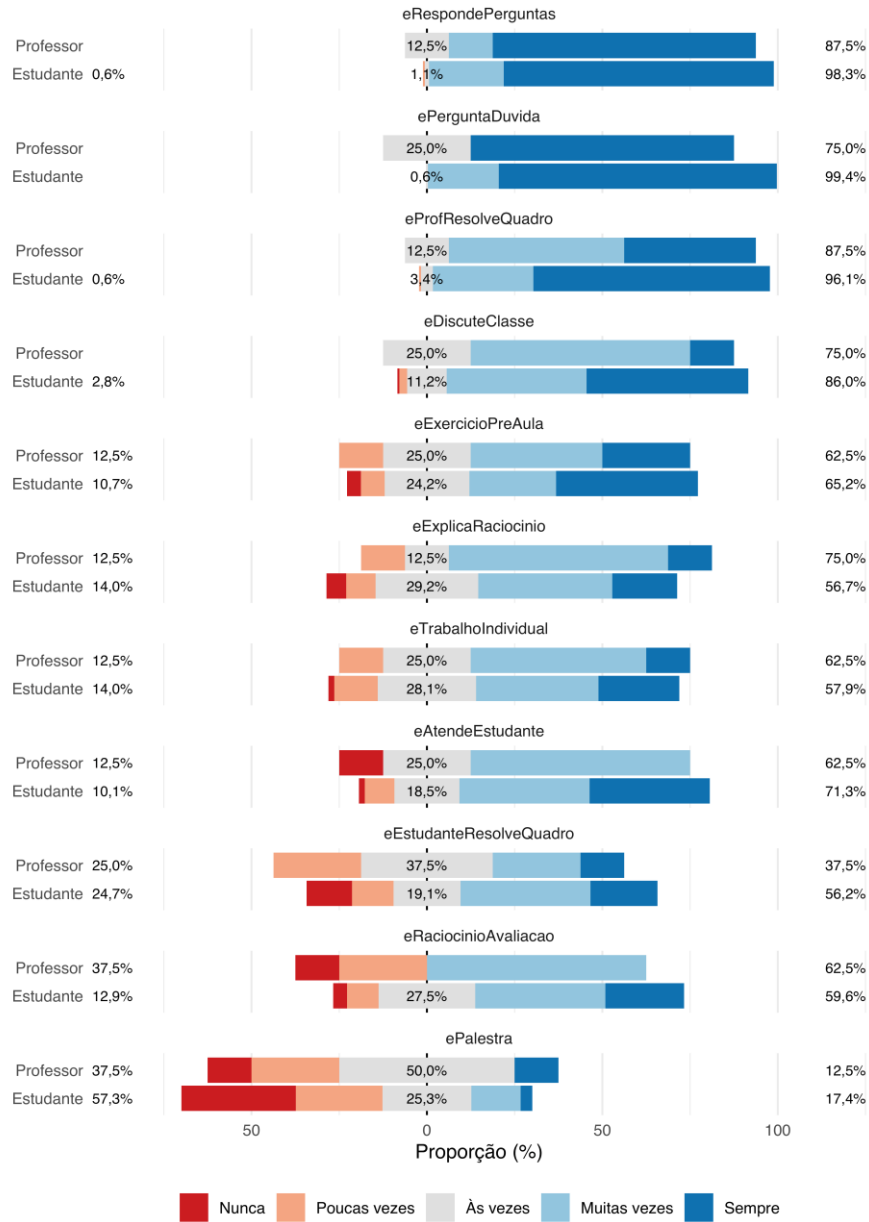
todos os atores educacionais (professores, estudantes e equipe técnico-administrativa) para o êxito da implantação dessas metodologias.

Por outro lado, no contexto francês, observa-se maior coerência entre as concepções dos professores e suas práticas pedagógicas. Os docentes atribuem maior importância a atividades individuais e de natureza mais passiva, e tais estratégias efetivamente predominam nas aulas observada.

5.2.2 O ensino, segundo professores e estudantes franceses

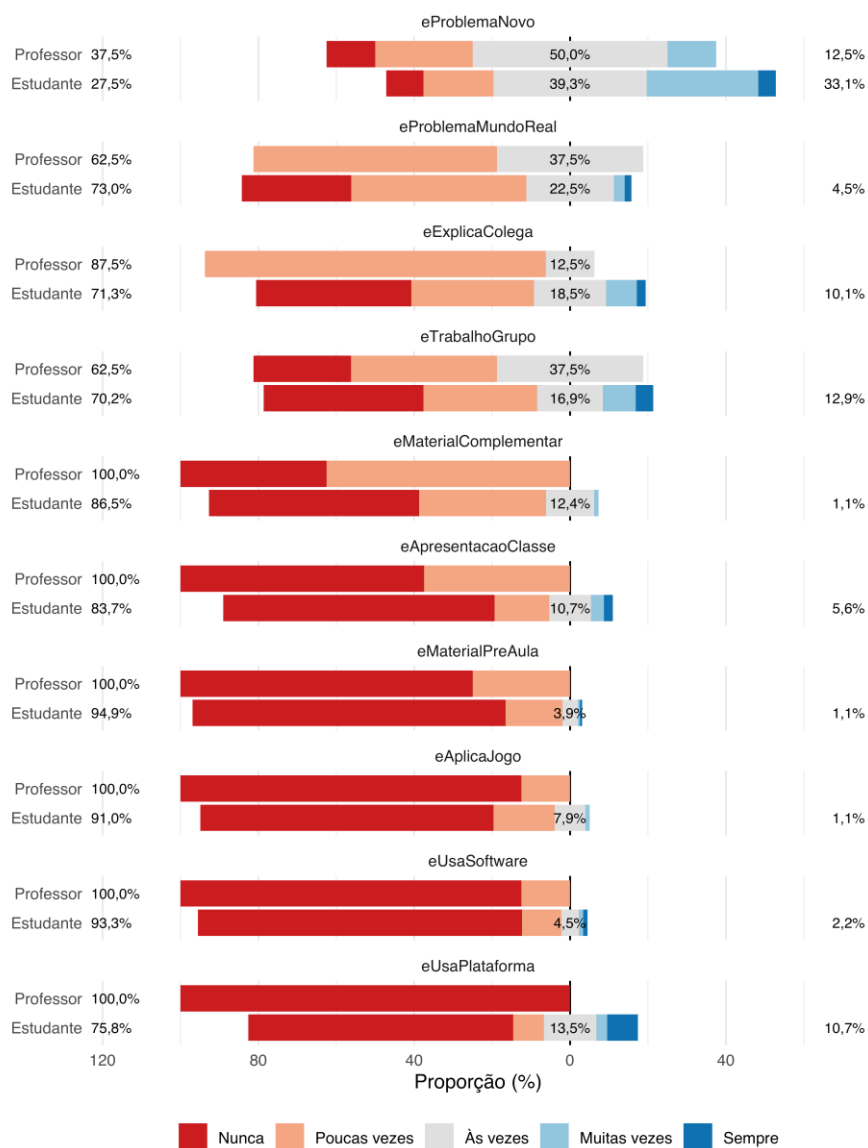
Para complementar as observações realizadas e com o intuito de verificar se as percepções quanto ao ensino por parte dos estudantes diferem ou não daquelas apontadas pelos professores, passamos a analisar as atividades empregadas no ensino, segundo a percepção dos professores e estudantes franceses. Os Gráficos 7 e 8 apresentam as 11 atividades mais frequentes e as 10 atividades menos frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Gráfico 7 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses



Fonte: Autoria própria (2024)

Gráfico 8 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes franceses



Fonte: Autoria própria (2024)

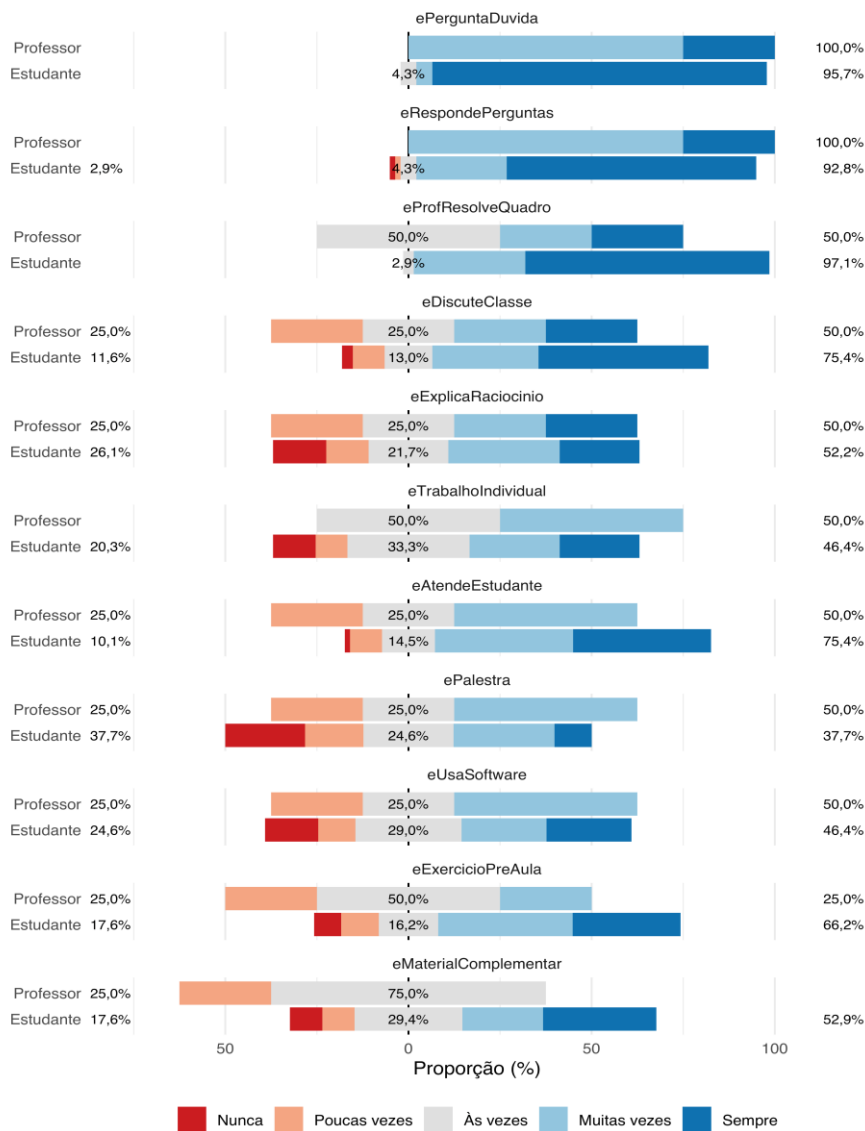
Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Pode-se afirmar que os estudantes percebem o ensino como de fato os seus professores afirmam que o fazem.

5.2.3 O ensino, segundo professores e estudantes brasileiros

Da mesma forma, considerando os dados da amostra no Brasil, para complementar as observações realizadas e com o intuito de verificar se as percepções quanto ao ensino por parte dos estudantes diferem ou não daquelas apontadas pelos professores, passamos a analisar as atividades empregadas no ensino, segundo a

percepção dos professores e estudantes brasileiros. O Gráfico 9 apresenta as 11 atividades mais frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores.

Gráfico 9 - Atividades mais frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros



Fonte: Autoria própria (2024)

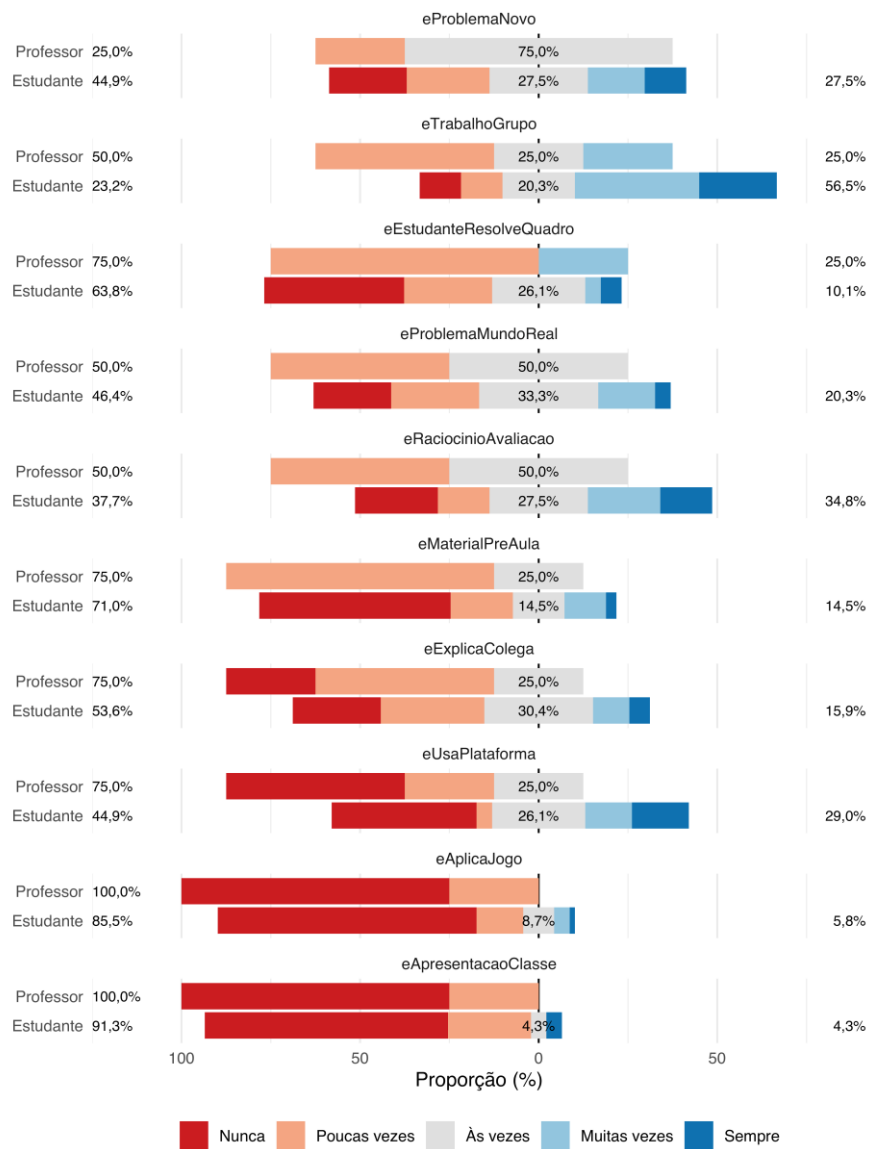
Diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) foram encontradas para as atividades de ensino “Professor resolve exercícios no quadro” e “Pergunta se os estudantes têm dúvidas”, com tamanho do efeito r sendo pequeno ($r > 0,1$) e médio ($r > 0,3$), respectivamente, de acordo com o teste de Mann-Whitney.

Nesses dois casos, os estudantes classificaram as atividades como mais frequentes do que os seus professores. Então, ou os professores estão sendo modestos em relação ao desenvolvimento das atividades, ou os estudantes estão

supervalorizando o fato de o professor realizar as atividades. Isso nos leva a concluir que os estudantes reforçam a ideia de que, por certo, o professor pergunta se eles têm dúvidas e dedicam tempo para a resolução de exercícios no quadro, o que foi confirmado pelas observações realizadas nas aulas.

O Gráfico 10 apresenta as 10 atividades menos frequentes, ordenadas pelas respostas dos professores. As respostas de professores e estudantes brasileiros às atividades menos frequentes não diferiram estatisticamente. Pode-se afirmar que os estudantes percebem o ensino como de fato os seus professores afirmam que o fazem com relação a essas atividades.

Gráfico 10 - Atividades menos frequentes no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros



Fonte: Autoria própria (2024)

De modo geral, observa-se que professores e estudantes compartilham percepções semelhantes quanto à frequência das atividades de ensino, especialmente no cenário francês. Esse alinhamento indica uma maior estabilidade e previsibilidade do modelo pedagógico adotado.

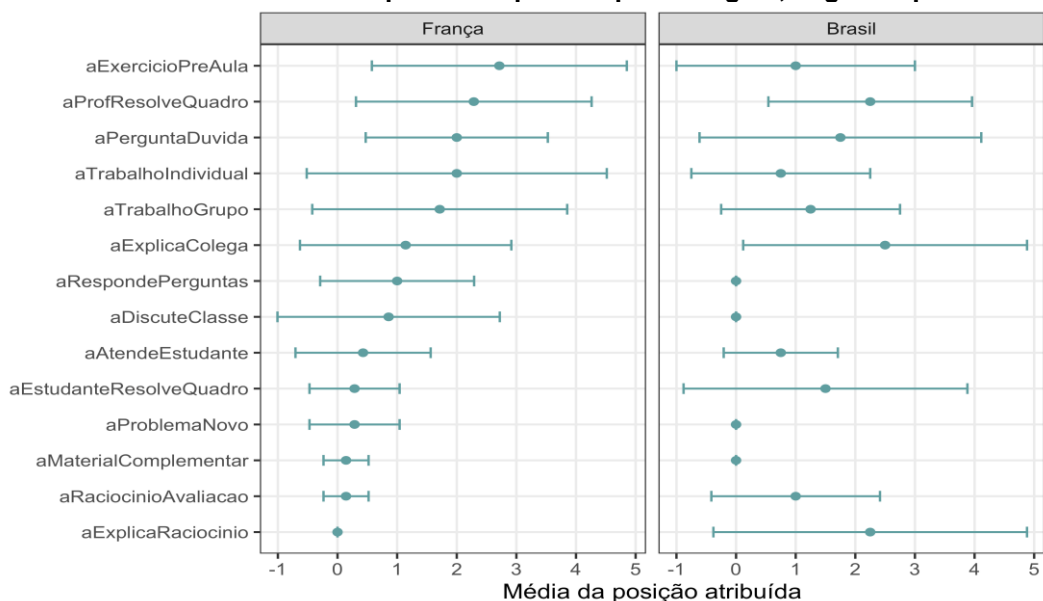
5.3 A aprendizagem

Ainda para complementar as observações realizadas, e as percepções de ensino de professores e estudantes franceses e brasileiros, buscamos compreender as percepções de aprendizagem de professores e estudantes – e se elas estão alinhadas às metodologias de ensino empregadas.

5.3.1 A aprendizagem, segundo os professores

O Gráfico 11 sintetiza as respostas dos professores franceses e brasileiros, segundo as atividades que consideram mais importantes de serem desenvolvidas pelos estudantes, acreditando serem as que mais podem contribuir para melhorar a aprendizagem.

As atividades de aprendizagem em que o estudante: “Vê o professor explicar o conteúdo como uma palestra”, “Resolve exercícios envolvendo problemas do mundo real”, “Faz uma apresentação para toda a turma”, “Recebe material pré-aula, como o trecho de um livro ou um vídeo”, “Usa algum *software* matemático”, “Joga um jogo proposto pelo professor em sala de aula” e “Usa uma plataforma com *feedback* imediato” não foram selecionadas pelos professores e, portanto, não foram incluídas na análise.

Gráfico 11 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores

Fonte: Autoria própria (2024)

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as respostas dos professores franceses e brasileiros, ainda que a lista das atividades mais importantes difere entre os dois países.

As atividades em que o estudante “Resolve exercícios antes da aula”, “Vê o professor resolver exercícios no quadro” e “Resolve exercícios individualmente” são características dos encontros de TD e figuram entre as primeiras posições indicadas pelos professores franceses como aquelas que mais contribuem para a aprendizagem.

Dentre os professores franceses, as atividades em que o estudante “Vê o professor resolver exercícios no quadro” e “Resolve exercícios individualmente” ocupam, respectivamente, a segunda e a quarta posições em ordem de importância. Além de serem consideradas relevantes para a aprendizagem, essas atividades foram classificadas como desenvolvidas com frequência acumulada superior a 75% entre as categorias “Às vezes” e “Sempre”. Também foram observadas com frequência durante as aulas e, quando consideradas em conjunto, ocupam, em média, quase dois terços do tempo de aula.

Por sua vez, as atividades em que o estudante “Resolve exercícios antes da aula” e “Faz perguntas sobre as suas dúvidas” aparecem na primeira e na terceira posições em ordem de importância, respectivamente. Essas atividades parecem estar

relacionadas, uma vez que a resolução prévia dos exercícios possibilita que os estudantes levem suas dúvidas para serem discutidas durante as aulas.

Ainda assim, parece contraditório que os professores franceses indiquem a atividade em que o estudante “Trabalha com seus colegas na resolução de exercícios” como a quinta mais importante para a aprendizagem, considerando que afirmam desenvolvê-la entre as categorias “Nunca” e “Às vezes”, com frequência acumulada de 100%, além de ela não ter sido observada durante as aulas acompanhadas.

A lista das cinco atividades consideradas mais importantes pelos professores brasileiros para a aprendizagem difere substancialmente daquela apresentada pelos professores franceses.

Apenas as atividades em que o estudante “Vê o professor resolver exercícios no quadro” e “Faz perguntas sobre as suas dúvidas” figuram entre as cinco mais importantes para ambos os grupos de professores. Dentre os docentes brasileiros, também aparecem as atividades em que o estudante “Explica um exercício para um colega”, “Resolve exercícios no quadro” e “Explica seu raciocínio durante as aulas”.

Outrossim, dentre as atividades consideradas mais importantes pelos professores franceses e brasileiros, somente “Vê o professor resolver exercícios no quadro” está centrada predominantemente na atuação do professor. Nas demais, o envolvimento do estudante em seu próprio processo de aprendizagem é mais intenso, pois exige a organização de ideias, a elaboração de raciocínios e sua verbalização aos colegas ou ao professor. Trata-se de atividades que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, assumindo um papel ativo na construção do conhecimento.

Entretanto, os professores brasileiros apontam a atividade “Explica um exercício para um colega” como a mais importante para a aprendizagem, embora essa prática não tenha sido observada durante os encontros acompanhados. Em contrapartida, a atividade “Vê o professor resolver exercícios no quadro”, classificada com frequência acumulada de 100% entre as categorias “Às vezes” e “Sempre”, ocupa, em média, aproximadamente um quarto do tempo de aula.

O Gráfico 11 também permite verificar que as concepções dos professores franceses e brasileiros diferem quanto às atividades consideradas mais importantes para a aprendizagem dos estudantes. Para os professores franceses, as atividades mais relevantes são aquelas em que o estudante permanece em uma posição mais passiva ou realiza atividades individuais. Já para os professores brasileiros, as

atividades mais importantes são aquelas que envolvem a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

As listas de atividades consideradas mais importantes para a aprendizagem pelos professores franceses e brasileiros diferem entre os dois países e refletem realidades distintas. Apesar dessas diferenças e das distintas concepções de aprendizagem, as estratégias de ensino efetivamente utilizadas apresentam semelhanças quando se analisam as atividades mais frequentemente empregadas em sala de aula.

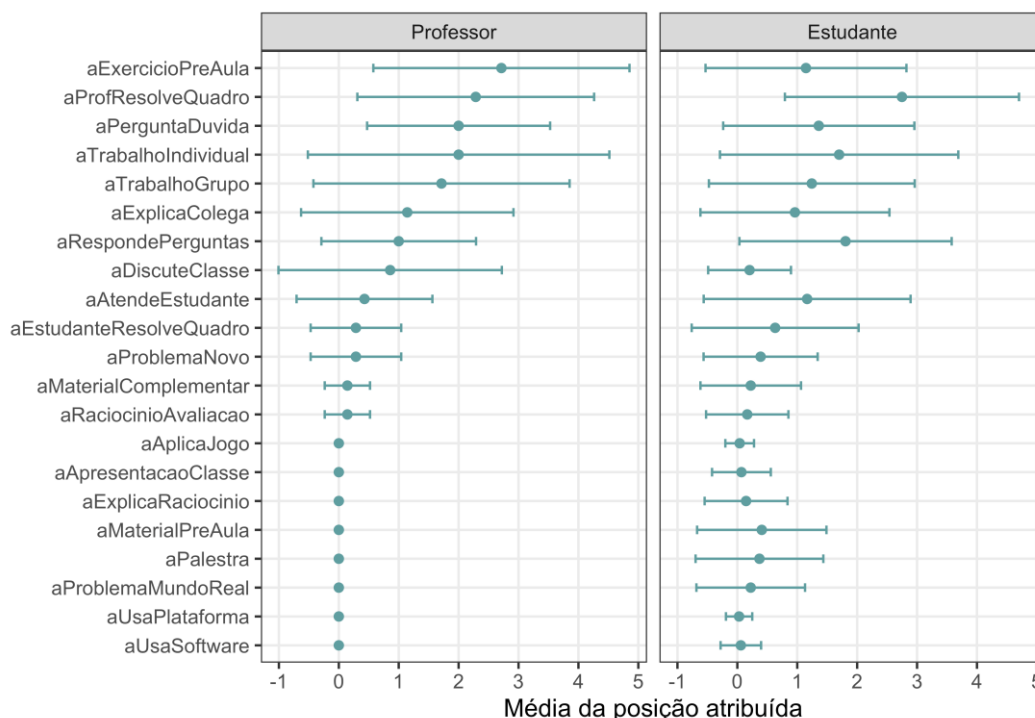
Dentre as atividades valorizadas pelos professores franceses, além da possibilidade de articulação entre “Resolve exercícios antes da aula” e “Faz perguntas sobre as suas dúvidas”, destaca-se o potencial dessas práticas para favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, relacionadas aos processos de aplicar, analisar, sintetizar e criar, conforme proposto por Bonwell e Eison (1991).

Da mesma forma, as atividades apontadas pelos professores brasileiros como mais importantes para a aprendizagem – “Explica um exercício para um colega”, “Resolve exercícios no quadro” e “Explica seu raciocínio durante as aulas” – evidenciam claramente o potencial para o desenvolvimento do pensamento de ordem superior. Essas atividades colocam os estudantes no centro do processo de aprendizagem e reforçam a importância da aprendizagem centrada no estudante, conforme destacado por Albalawi (2018), ao defender que os estudantes devem estar efetivamente envolvidos no processo de aprendizagem e assumir responsabilidades sobre ele, tornando-se aprendizes ao longo da vida.

5.3.2A aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses

No subcapítulo 5.2.2, pudemos perceber que professores e estudantes franceses têm as mesmas percepções quanto às metodologias de ensino. O Gráfico 12 nos permite verificar as percepções de professores e estudantes quanto à aprendizagem.

Gráfico 12 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes franceses



Fonte: Autoria própria (2024)

Professores e estudantes franceses atribuíram níveis de importância estatisticamente distintos à atividade em que o estudante “Resolve exercícios antes da aula”, sendo observado um tamanho de efeito pequeno ($r > 0,1$), segundo o teste de Mann-Whitney. A importância atribuída pelos professores foi superior àquela atribuída pelos estudantes. Esse resultado evidencia que os docentes reconhecem a necessidade de os estudantes resolverem exercícios previamente aos encontros de TD, o que está em consonância com as características dessa modalidade de ensino e com as observações realizadas. Entretanto, os estudantes não percebem essa atividade como tão relevante para o processo de aprendizagem quanto seus professores. O resultado também revela a expectativa dos docentes de que os estudantes resolvam previamente os exercícios recomendados para que possam levar suas dúvidas aos encontros de TD. Contudo, os estudantes não consideram essa prática dentre as cinco atividades mais importantes para a aprendizagem.

Zarpelon (2022) discute a autorregulação da aprendizagem e destaca a importância de os estudantes serem orientados por seus professores quanto às diferentes estratégias de aprendizagem. Nesse sentido, cabe ressaltar que, durante as observações realizadas na LYON 1, o professor B constatou que a maioria dos estudantes não resolvia os exercícios recomendados antes dos encontros de TD. É

possível que a comunicação entre professores e estudantes acerca da importância dessa atividade não esteja ocorrendo de forma suficientemente clara e efetiva.

Para os professores franceses, as atividades consideradas mais importantes para a aprendizagem refletem diretamente as características dos encontros de TD. Já para os estudantes, as atividades mais relevantes correspondem, predominantemente, a práticas individuais e passivas, tais como “Vê o professor resolver exercícios no quadro”, “Vê o professor responder suas perguntas no quadro”, “Trabalha individualmente em problemas ou exercícios” e “Faz perguntas sobre as suas dúvidas”. A única exceção é a atividade “Trabalha com seus colegas na resolução de exercícios”. Dessa forma, os estudantes permanecem majoritariamente envolvidos em atividades relacionadas aos níveis mais baixos da Taxonomia de Bloom.

Entretanto, a atividade “Explica seu raciocínio em avaliação”, característica dos encontros de TD, não figura entre as cinco atividades mais importantes nem para os estudantes nem para os professores franceses. O mesmo ocorre com a atividade “Resolve exercícios antes da aula”, que também não é percebida pelos estudantes franceses como relevante para a aprendizagem. Ambas, contudo, apresentam potencial para contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior.

As atividades apontadas pelos estudantes sugerem uma preferência por uma dinâmica individualizada, na qual formulam perguntas e recebem respostas do professor. Desenvolvem atividades individualmente e, quando indicam o trabalho em grupo como importante, na quinta posição, é possível que valorizem principalmente a possibilidade de receber auxílio e esclarecimentos dos colegas.

Radzimski *et al.* (2021), ao investigarem a resolução de exercícios em grupos por estudantes de Cálculo, observaram benefícios especialmente entre os estudantes pertencentes aos quartis superior e inferior de desempenho. Os estudantes com melhor desempenho tiveram oportunidades de explicar conceitos matemáticos aos colegas, enquanto aqueles com desempenho mais baixo foram favorecidos pela possibilidade de resolver problemas com apoio do grupo. Esses resultados corroboram a definição de aprendizagem ativa proposta por Freeman *et al.* (2014) e as características apontadas por Bonwell e Eison (1991).

No contexto francês, parece que os professores concebem a aprendizagem como resultante de um processo em que o estudante resolve exercícios antes do

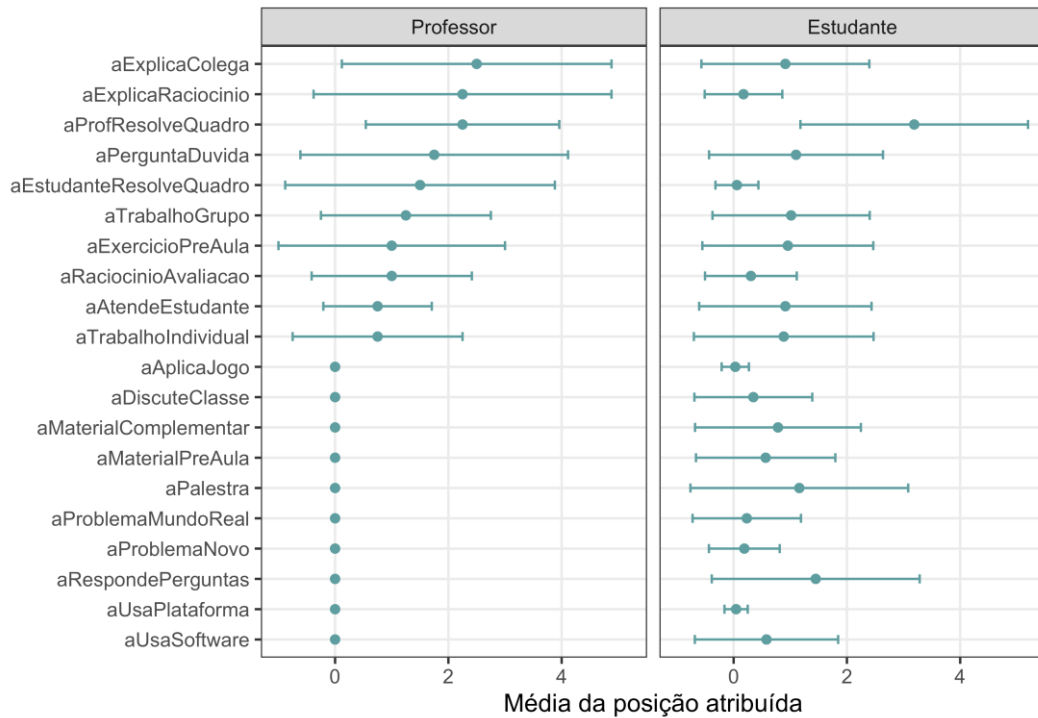
encontro de TD, leva suas dúvidas para a aula, acompanha a resolução dos exercícios apresentada pelo professor no quadro e trabalha individualmente ou com os colegas na resolução de problemas. Por outro lado, os estudantes não atribuem importância à resolução prévia dos exercícios, permanecendo predominantemente como espectadores, observando o professor responder perguntas e apresentar soluções no quadro, além de realizarem atividades individualmente e, em menor medida, com os colegas.

Essas atividades foram apontadas por professores e estudantes franceses como as mais frequentemente empregadas no ensino, conforme apresentado no Gráfico 7, e puderam ser observadas nos encontros de TD, com exceção da atividade “A11 – Estudantes trabalham em grupo”. As demais atividades concentram-se predominantemente em processos cognitivos de ordem inferior. Nesse sentido, professores e estudantes franceses apresentam concepções relativamente semelhantes acerca da aprendizagem.

5.3.3A aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros

Da mesma forma, no Brasil, no subcapítulo 5.2.3, pudemos perceber que professores e estudantes brasileiros têm as mesmas percepções quanto à metodologia de ensino, ainda que com diferenças estatísticas para as atividades “Professor resolve exercícios no quadro” e “Pergunta se os estudantes têm dúvidas”, com frequência superior apontada pelos estudantes. O Gráfico 13 permite verificar as percepções de professores e estudantes quanto à aprendizagem.

Gráfico 13 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo professores e estudantes brasileiros



Fonte: Autoria própria (2024)

Os estudantes e professores brasileiros deram importâncias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) à atividade em que o estudante “Explica o seu raciocínio durante as aulas” e “Resolve os exercícios no quadro”, e o tamanho do efeito r é médio ($r > 0,3$), de acordo com o teste de Mann-Whitney. Para essas duas questões, os professores atribuíram importância superior à atribuída pelos estudantes. Não foi selecionada por nenhum dos professores e estudantes a atividade cujo estudante “Faz uma apresentação para toda a classe”; portanto, ela não foi incluída na análise.

Os professores brasileiros apontam atividades em que os estudantes estão envolvidos ativamente na aprendizagem, como as atividades “Explica um exercício para um colega”, “Faz perguntas sobre as suas dúvidas”, “Explica o seu raciocínio durante as aulas” e “Resolve os exercícios no quadro”, as duas últimas com diferenças estatísticas significativas.

Os estudantes brasileiros também indicam uma aprendizagem passiva, listando as atividades “Vê o professor resolver exercícios no quadro”, “Vê o professor responder suas perguntas no quadro”, “Vê o professor explicar o conteúdo como uma palestra”, “Faz perguntas sobre as suas dúvidas” e “Trabalha com seus colegas na resolução de exercícios”. A única atividade que aponta para algum envolvimento do estudante, o trabalho em grupo, talvez indique a possibilidade de receber a

contribuição dos colegas, uma atividade que foi desenvolvida com muito mais frequência no Brasil – e que pode ser notada nas aulas observadas.

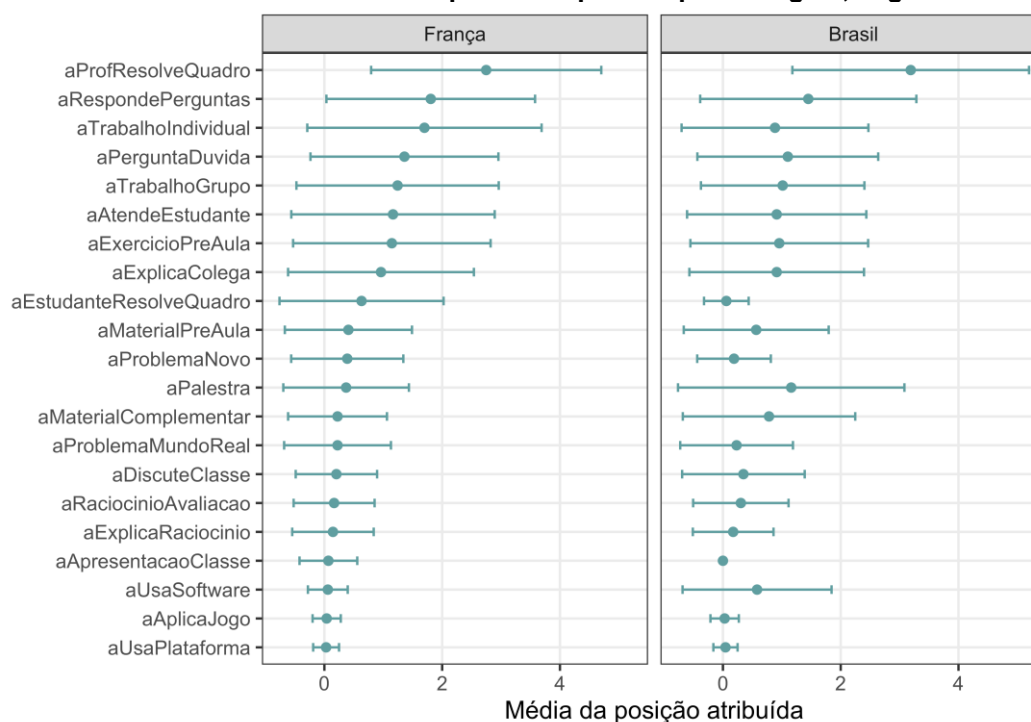
As atividades com diferenças estatisticamente significativa (“Explica o seu raciocínio durante as aulas” e “Resolve os exercícios no quadro”) não figuram dentre as cinco atividades mais importantes para os estudantes, apesar de elas oferecerem oportunidades para o desenvolvimento do pensamento de ordem superior.

Zandieh, Wawro e Rasmussen (2017) usaram as quatro paredes da sala de aula quase inteiramente cobertas por quadros brancos, onde os estudantes trabalhavam em pequenos grupos, o que pode ser interpretado como uma variação da atividade “Resolve os exercícios no quadro”. Os autores afirmam que, por meio dessa atividade, foi possível promover nos estudantes uma mentalidade de que a matemática é uma atividade humana, e que eles próprios podem ser criadores ativos do conhecimento, mais uma vez desenvolvendo o pensamento de nível superior.

5.3.4 A aprendizagem, segundo os estudantes

Por fim, podemos sintetizar as percepções dos estudantes quanto às atividades importantes para a aprendizagem. O Gráfico 14 permite discutir as diferenças e convergências entre os dois países.

Gráfico 14 - Atividades mais importantes para a aprendizagem, segundo os estudantes



Fonte: Aatoria própria (2024)

Os estudantes franceses e brasileiros atribuíram níveis de importância estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) às atividades em que o estudante “Vê o professor explicar o conteúdo como uma palestra”, “Resolve exercícios no quadro”, “Trabalha individualmente em problemas ou exercícios”, “Recebe material complementar (sites, vídeos, livros e/ou textos)” e “Usa algum software matemático”.

Os estudantes franceses atribuíram maior importância às atividades “Resolve exercícios no quadro” e “Trabalha individualmente em problemas ou exercícios”, ambas com tamanho de efeito pequeno ($r > 0,1$), de acordo com o teste de Mann-Whitney. Por outro lado, os estudantes brasileiros atribuíram maior importância às atividades “Vê o professor explicar o conteúdo como uma palestra” e “Recebe material complementar (sites, vídeos, livros e/ou textos)”, também com tamanho de efeito pequeno ($r > 0,1$), e à atividade “Usa algum software matemático”, que apresentou tamanho de efeito médio ($r > 0,3$), segundo o mesmo teste.

Dentre as cinco atividades consideradas mais importantes pelos estudantes franceses e brasileiros, apenas uma difere entre as listas, ocupando a terceira posição em cada grupo: para os estudantes franceses, trata-se da atividade “Trabalha individualmente em problemas ou exercícios”; para os estudantes brasileiros, da atividade “Vê o professor explicar o conteúdo como uma palestra”.

Ambos os grupos atribuem importância à necessidade de não permanecer com dúvidas, uma vez que indicam a atividade “Faz perguntas sobre as suas dúvidas” na quarta posição. Contudo, as atividades apontadas pelos estudantes revelam uma dinâmica predominantemente individualizada, em que formulam perguntas e recebem respostas do professor. Na França, destaca-se o trabalho individual; no Brasil, predomina a permanência do estudante em uma posição passiva, assistindo às aulas expositivas. Quando o trabalho em grupo é valorizado, ocupando a quinta posição, parece estar associado principalmente à possibilidade de obter auxílio dos colegas.

Atividades como “Participa de uma discussão com toda a classe”, “Explica seu raciocínio em avaliação”, “Explica o seu raciocínio durante as aulas” e “Resolve exercícios no quadro”, que exigem maior engajamento dos estudantes e podem favorecer uma aprendizagem ativa, ocupam as últimas posições em ambas as listas.

Ao que tudo indica, os estudantes brasileiros ainda atribuem elevada importância às aulas tradicionais, enquanto os estudantes franceses valorizam mais

o trabalho individualizado. Em ambos os casos, as atividades destacadas concentram-se predominantemente em processos cognitivos de ordem inferior.

No contexto brasileiro, os professores parecem conceber a aprendizagem como um processo em que o estudante explica exercícios aos colegas, explicita seus raciocínios, formula perguntas sobre suas dúvidas, observa o professor resolver exercícios e participa da resolução de exercícios no quadro. Já os estudantes percebem a aprendizagem de maneira distinta: acreditam aprender permanecendo em uma posição mais passiva, assistindo às aulas, observando o professor apresentar soluções no quadro, formulando dúvidas e recebendo respostas, além de trabalhar com os colegas na resolução de exercícios.

Os professores brasileiros valorizam atividades que podem favorecer o desenvolvimento do pensamento de ordem superior, como “L12 – Explica um exercício para um colega”, “L10 – Explica o seu raciocínio durante as aulas” e “L03 – Resolve exercícios no quadro”. Entretanto, durante as aulas observadas, apenas um professor convidou estudantes a resolver exercícios no quadro, e por um período bastante reduzido. Além disso, entre as atividades mais frequentemente empregadas, segundo professores e estudantes, apenas “L10 – Explica o seu raciocínio durante as aulas” figura entre as primeiras posições.

As atividades mais frequentemente empregadas no ensino, segundo professores e estudantes brasileiros, e efetivamente observadas nas aulas de CDI I concentram-se, predominantemente, no desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem inferior. A própria concepção de aprendizagem apresentada pelos estudantes também aponta nessa direção. Nesse sentido, observa-se um certo desequilíbrio entre a forma como os professores brasileiros acreditam que os estudantes aprendem e as práticas pedagógicas que efetivamente desenvolvem em sala de aula.

O que muitos professores talvez não saibam é que, segundo Ellis, Kelton e Rasmussen (2014), os estudantes que persistem nos estudos de Cálculo, ou que optam por incluir mais disciplinas dessa área em sua trajetória acadêmica, relatam que atividades em grupo e situações que exigem a explicação de seus raciocínios aos colegas contribuíram para sua decisão de continuar estudando Cálculo. Tais atividades não pertencem a uma metodologia específica, mas podem ser incorporadas a diferentes abordagens pedagógicas.

5.4 O ensino e a aprendizagem

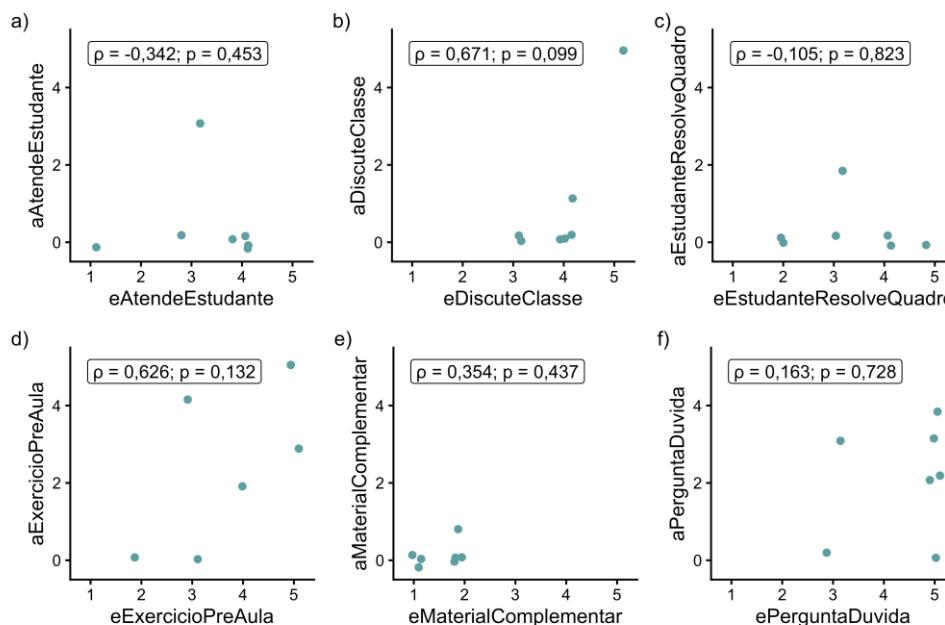
A análise dos questionários que os professores responderam permite uma última comparação entre suas concepções de aprendizagem e a metodologia de ensino que afirmam empregar.

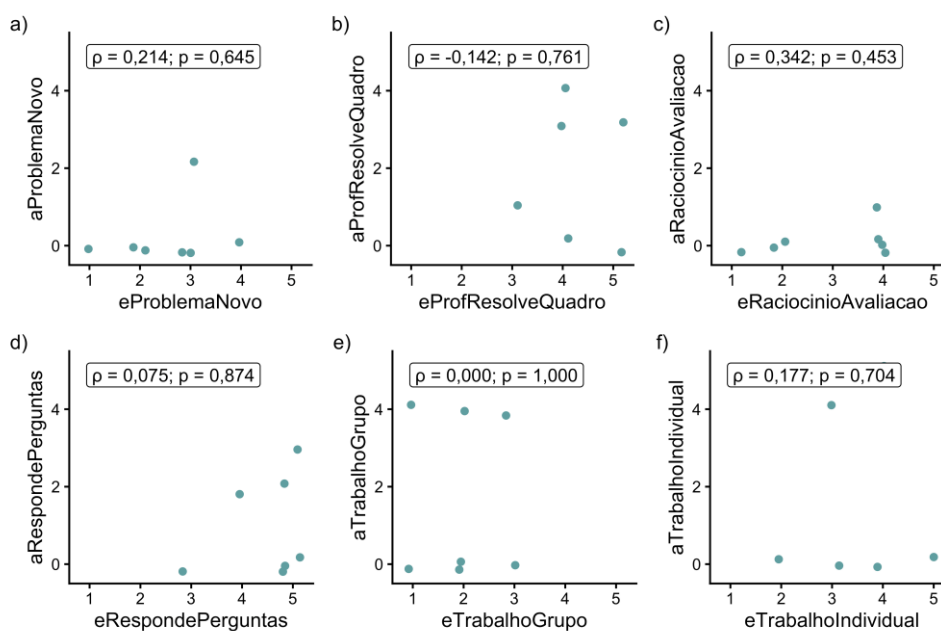
5.4.1 O ensino e a aprendizagem, segundo os professores franceses

Para avaliar a relação entre as respostas dadas pelos professores franceses quanto à frequência com que empregam as atividades nas aulas e a importância dessas atividades para a aprendizagem, foi realizado o teste de correlação não-paramétrica de Spearman.

Foram inseridas nas análises de correlação as atividades apontadas como importantes para a aprendizagem. A atividade “Estudante explica um exercício aos colegas” não foi incluída, pois todos os professores indicaram que a utilizam “Poucas vezes” com relação à frequência, sendo uma resposta constante, o que impossibilita o teste de correlação. O Gráfico 15 mostra a relação entre as atividades de ensino e de aprendizagem relatadas pelos professores franceses.

Gráfico 15 - Relação entre as atividades de ensino e aprendizagem, segundo os professores franceses





Fonte: Autoria própria (2024)

O teste de correlação indicou não haver associação estatisticamente significativa entre as respostas dadas pelos professores franceses em relação à frequência de aplicação das atividades e à importância para a aprendizagem. Vale destacar que o baixo número de respondentes ($n = 7$) resulta em um baixo poder estatístico, o que faz com que mesmo correlações altas não sejam estatisticamente significativas. Dessa forma, não se tem um poder estatístico, mas se tem como avaliar uma tendência de correlação.

Uma correlação alta ($\rho \geq 0,70$) ou correlação muito alta ($\rho \geq 0,90$) (Hinkle; Wiersma; Jurs, 2003) seria o esperado. Nas atividades “Professor realiza discussão com toda a turma” e “Professor solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula”, temos os maiores valores de ρ , 0,671 e 0,626, respectivamente, e o gráfico apresenta uma dispersão mais linear, o que parece indicar uma tendência de correlação.

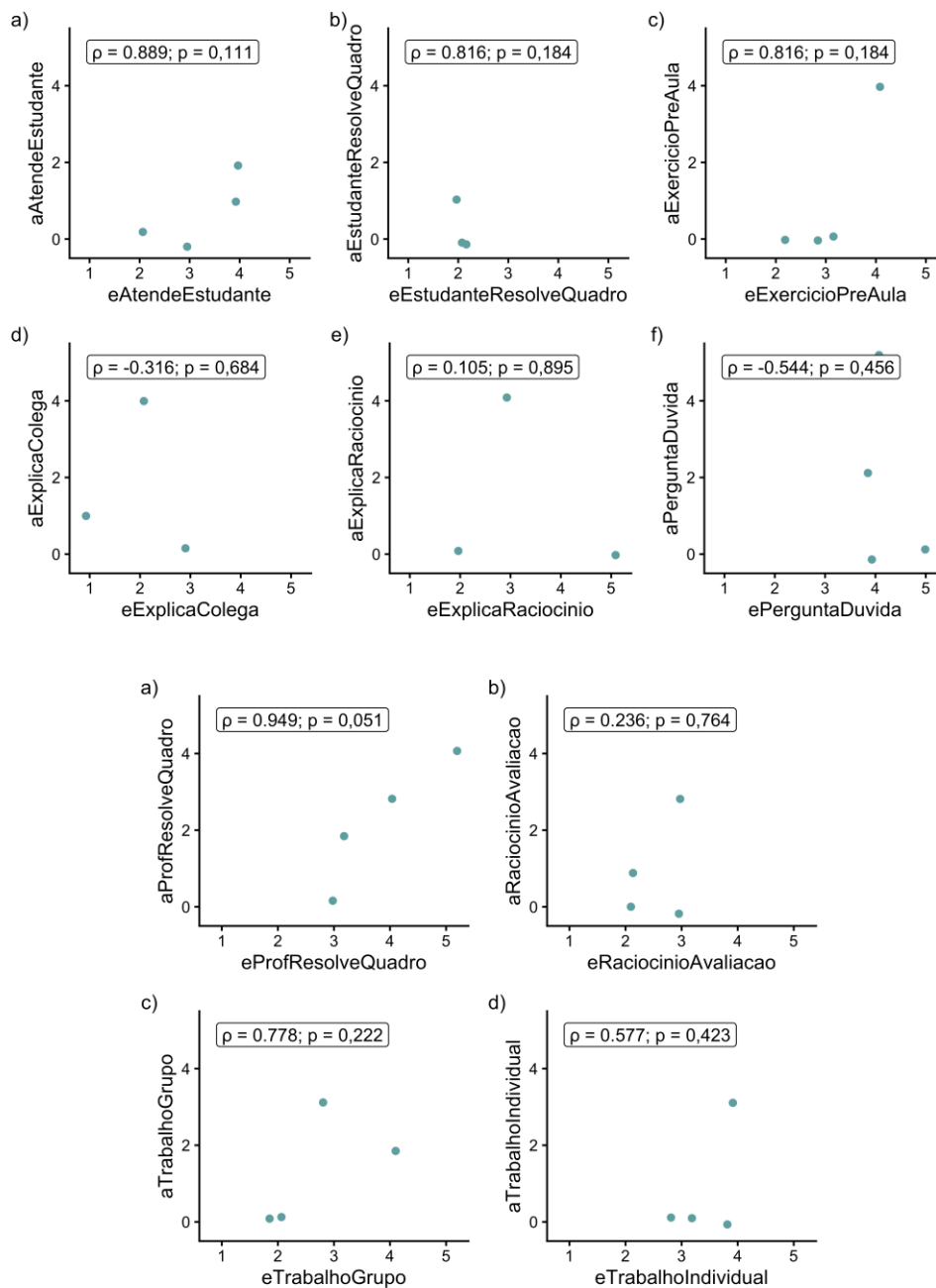
Ambas as atividades estão dentre as 5 mais frequentemente empregadas pelos professores, e dentre as 8 mais importantes para a aprendizagem, segundo os professores franceses, o que reforça a ideia de haver uma correlação.

5.4.2 O ensino e a aprendizagem, segundo os professores brasileiros

As mesmas análises e comparações foram feitas para as respostas dos professores brasileiros, sendo inseridas nas análises as atividades apontadas como

importantes para a aprendizagem. O teste de correlação indicou não haver associação estatisticamente significativa entre as respostas dadas pelos professores brasileiros em relação à frequência de aplicação das atividades e à importância para a aprendizagem. O Gráfico 16 mostra a relação entre as atividades de ensino e de aprendizagem relatadas pelos professores brasileiros.

Gráfico 16 - Relação entre as atividades de ensino e aprendizagem, segundo os professores brasileiros



Fonte: Autoria própria (2024)

Nas atividades “Professor atende aos estudantes individualmente”, “Professor solicita aos estudantes resolverem exercícios antes da aula”, “Professor resolve exercícios no quadro” e “Estudantes trabalham em grupo”, temos os maiores valores de ρ , entre 0,778 e 0,949, e o gráfico apresenta uma dispersão mais linear, o que parece indicar uma tendência de correlação.

Ambas as atividades estão dentre as 13 mais frequentemente empregadas pelos professores, e dentre as 9 mais importantes para a aprendizagem, segundo os professores brasileiros, o que reforça a ideia de haver uma correlação.

A análise da relação entre ensino e aprendizagem evidencia que não há associação estatisticamente significativa entre a frequência das atividades desenvolvidas em sala de aula e a importância atribuída a elas para a aprendizagem.

Esse resultado sugere que a eficácia das estratégias pedagógicas não está diretamente relacionada à sua ocorrência, mas, sim, à forma como são implementadas e articuladas no processo de ensino. Assim, reforça-se a ideia de que a qualidade pedagógica das atividades é mais determinante do que sua frequência.

Observa-se que o ensino analisado se caracteriza como um modelo híbrido não estruturado, no qual coexistem elementos tradicionais e tentativas pontuais de inserção de metodologias ativas, sem que haja uma reconfiguração efetiva do papel do estudante no processo educativo.

5.5 Concepções de aprendizagem após as intervenções didáticas

Para verificar se houve mudanças nas concepções de aprendizagem dos estudantes após as intervenções didáticas, eles responderam novamente a um questionário, contendo a mesma pergunta, quanto às cinco atividades mais importantes capazes de melhorar a aprendizagem, conforme o APÊNDICE H. A seguir, passa-se a discutir os resultados encontrados após as intervenções na França e no Brasil.

5.5.1 Intervenções na França

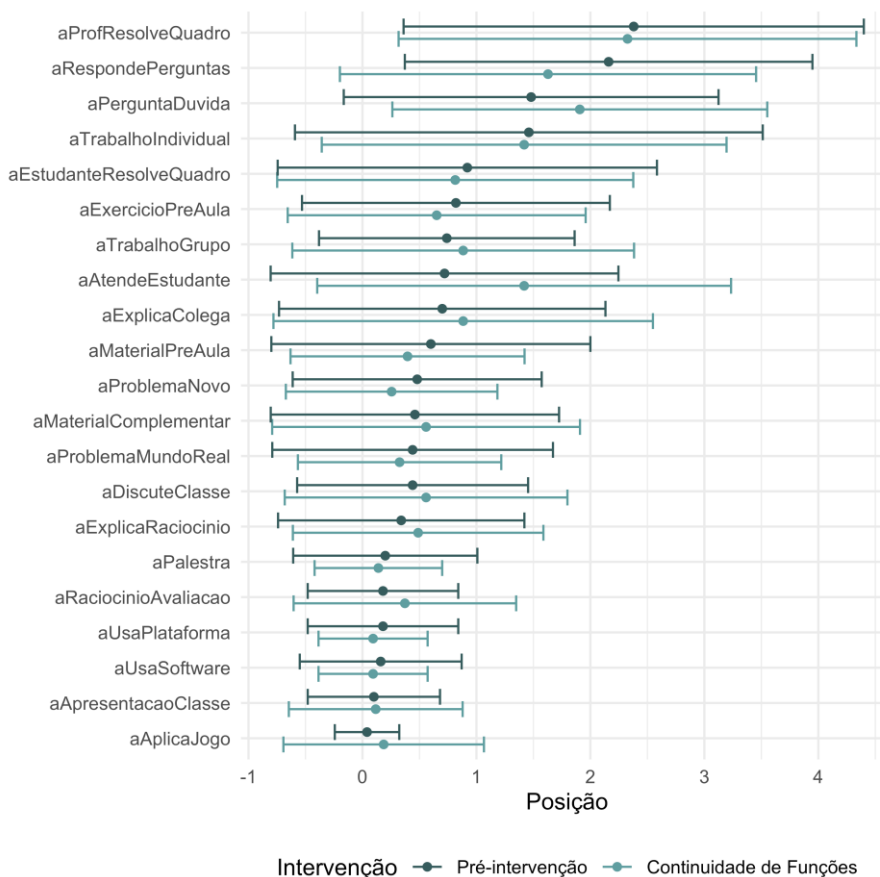
A ordem das intervenções didáticas na França difere da ordem de aplicação no Brasil por causa da organização das ementas das disciplinas. A quantidade de turmas participantes e a frequência também diferem, conforme apresentado no

Quadro 14. Seguidamente, discutem-se os resultados a partir da ordem das intervenções aplicadas na França.

5.5.1.1 Continuidade de Funções

Quando os estudantes chegaram à aula, a sala estava organizada para a intervenção didática. As mesas estavam agrupadas, dispostas de maneira que nenhum estudante ficasse de costas para o quadro. Sobre as mesas, estavam as cópias das atividades propostas com as instruções (APÊNDICE K) e a identificação dos grupos. O Gráfico 17 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois da intervenção didática para as duas turmas participantes (TD1 e TD3).

Gráfico 17 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Continuidade de Funções”



Fonte: Autoria própria (2024)

Após a intervenção “Continuidade de Funções”, os estudantes franceses passaram a atribuir mais importância à atividade “Professor atende aos estudantes individualmente”, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) e tamanho do efeito r pequeno ($r > 0,1$), de acordo com o teste de Mann-Whitney.

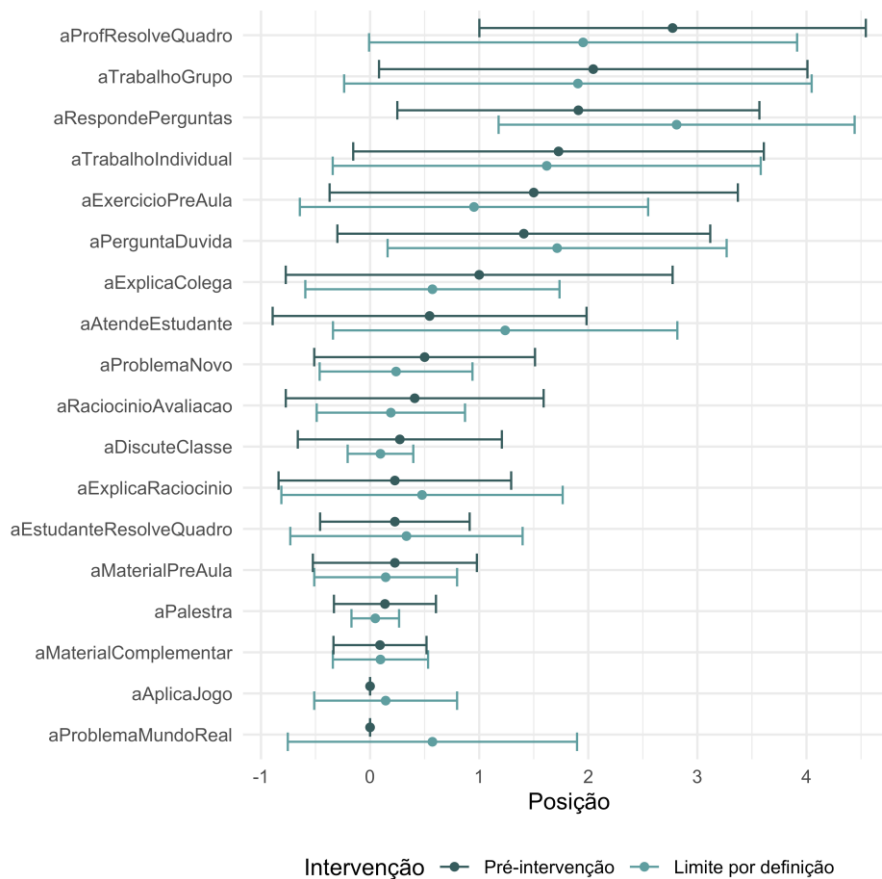
Esse talvez tenha sido o primeiro momento em que os estudantes franceses tenham sido convidados a desenvolverem alguma atividade em grupo, já que essa atividade não pôde ser notada no período de observação, e os próprios professores indicaram que “Nunca” ou “Poucas vezes” desenvolvem atividades em que os estudantes tenham de trabalhar com os colegas (frequência acumulada de 62,5%), apesar de apontarem como a quinta atividade mais importante para a aprendizagem.

Nessa atividade de intervenção, os estudantes estavam organizados em grupos de 4 integrantes, e tinham alguns exercícios a serem discutidos e resolvidos. É provável que dúvidas tenham surgido nos grupos – e que eles tenham percebido a importância e a utilidade de serem atendidos pelo professor nesses momentos.

5.5.1.2 Limite por Definição

Como na intervenção anterior, os estudantes do TD2 encontraram a sala organizada para a intervenção didática. O Gráfico 18 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois da intervenção didática.

Gráfico 18 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Limite por Definição”



Fonte: Aatoria própria (2024)

As atividades “Estudante faz uma apresentação para toda a turma”, “Usa algum *software* matemático” e “Usa uma plataforma com *feedback* imediato” não foram incluídas na análise, pois nenhum estudante as classificou. Após a intervenção “Limite por Definição”, os estudantes passaram a atribuir mais importância à atividade “Professor aborda um problema do mundo real”, com diferença estatisticamente significativa e tamanho do efeito médio.

Novamente, os estudantes estavam organizados em grupos de 4 integrantes, e talvez esse tenha sido o primeiro momento em que eles foram convidados a desenvolverem alguma atividade em grupo. A atividade consistia em responder a uma sequência de perguntas, a partir de um exercício sobre a concentração de sal em um tanque com água (APÊNDICE J). As atividades das listas abordadas no TD normalmente contemplam exercícios com enunciados do tipo ‘prove’, ‘demonstre’, ‘mostre que...’, ‘use o teorema para...’, ou seja, em geral, são exercícios mais abstratos e com pouca relação com o mundo real.

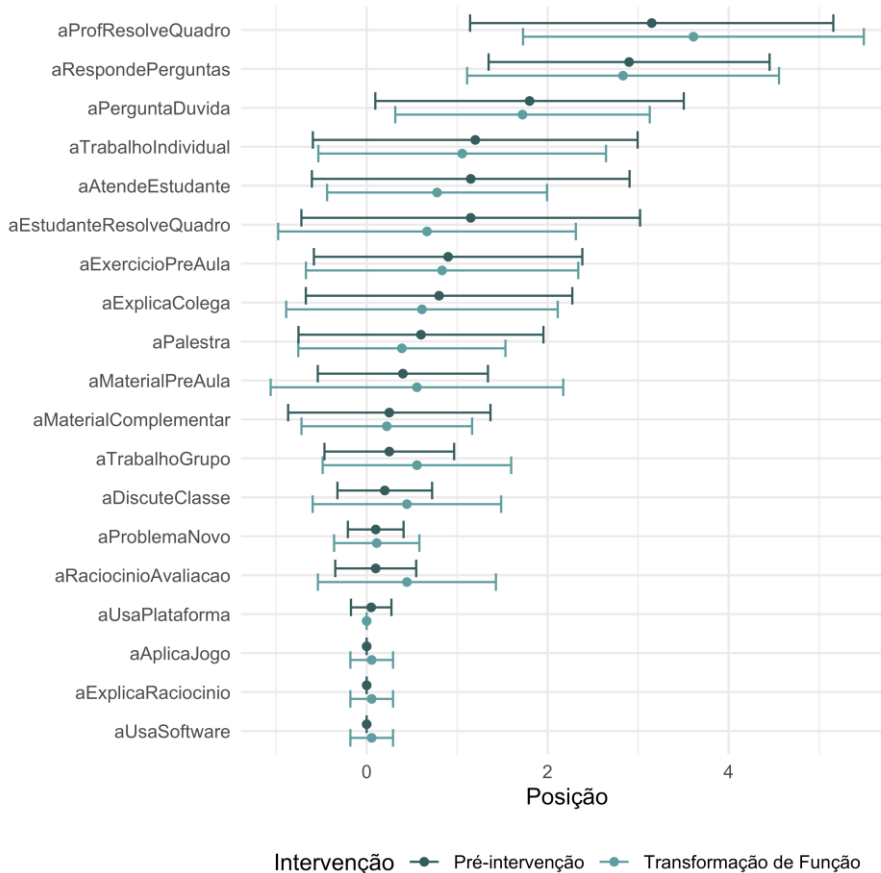
Atividades que abordem um problema do mundo real não puderam ser notadas no período de observação. Os professores afirmam que “Poucas vezes” desenvolveram tal atividade (frequência de 62,5%). Além disso, não percebem a atividade como importante para a aprendizagem.

É notório que a atividade não passa a figurar dentre as cinco atividades mais importantes capazes de contribuir para melhorar a aprendizagem, mas os estudantes perceberam que lhes foi exigido um maior envolvimento e responsabilidades, assim como o senso de utilidade, conforme apontado pelos estudantes investigados na pesquisa de Starling, Povich e Findlay (2016), o que nos leva a compreender a consequente atribuição da sua importância.

5.5.1.3 Transformação de Funções

O grupo de TD3 teve a oportunidade de participar de duas intervenções didáticas e, nesse momento, o trabalho em grupo já não era mais novidade. Da mesma forma que nas outras intervenções didáticas, os estudantes encontraram a sala organizada para a atividade. O Gráfico 19 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois da intervenção didática.

Gráfico 19 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Transformação de Funções”



Fonte: Autoria própria (2024)

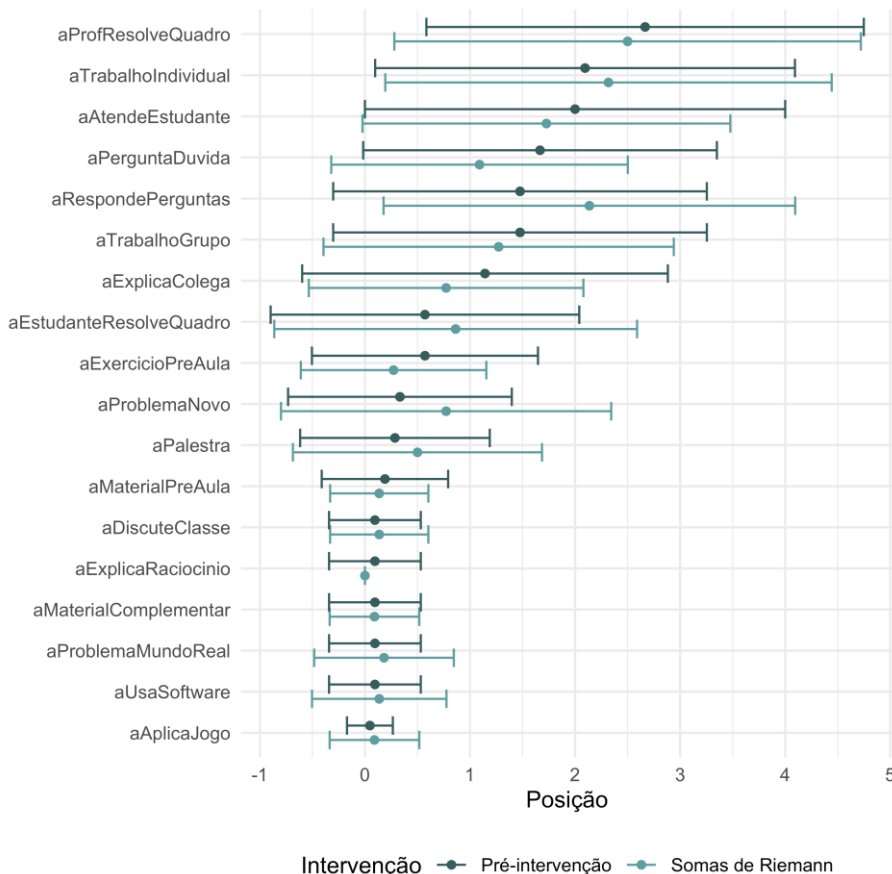
As importâncias atribuídas pelos estudantes após a intervenção “Transformação de Funções” não diferiram, em termos de significância estatística, daquelas atribuídas na pré-intervenção. As atividades “Professor aborda um problema do mundo real” e “Estudante faz uma apresentação para toda a turma” não foram incluídas na análise, pois nenhum estudante as classificou. Nessa atividade, os estudantes estavam envolvidos na construção de gráficos a partir de funções conhecidas (APÊNDICE I). É provável que os estudantes não tenham percebido o uso do *software* como relevante para a resolução das atividades.

5.5.1.4 Somas de Riemann

Como nas outras intervenções, os estudantes do TD4 encontraram a sala organizada para a intervenção didática. Novamente, eles estavam organizados em grupos de 4 integrantes, e talvez esse tenha sido o primeiro momento em que foram

convidados a desenvolverem alguma atividade em grupo. O Gráfico 20 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois da intervenção didática.

Gráfico 20 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após a intervenção “Somos de Riemann”



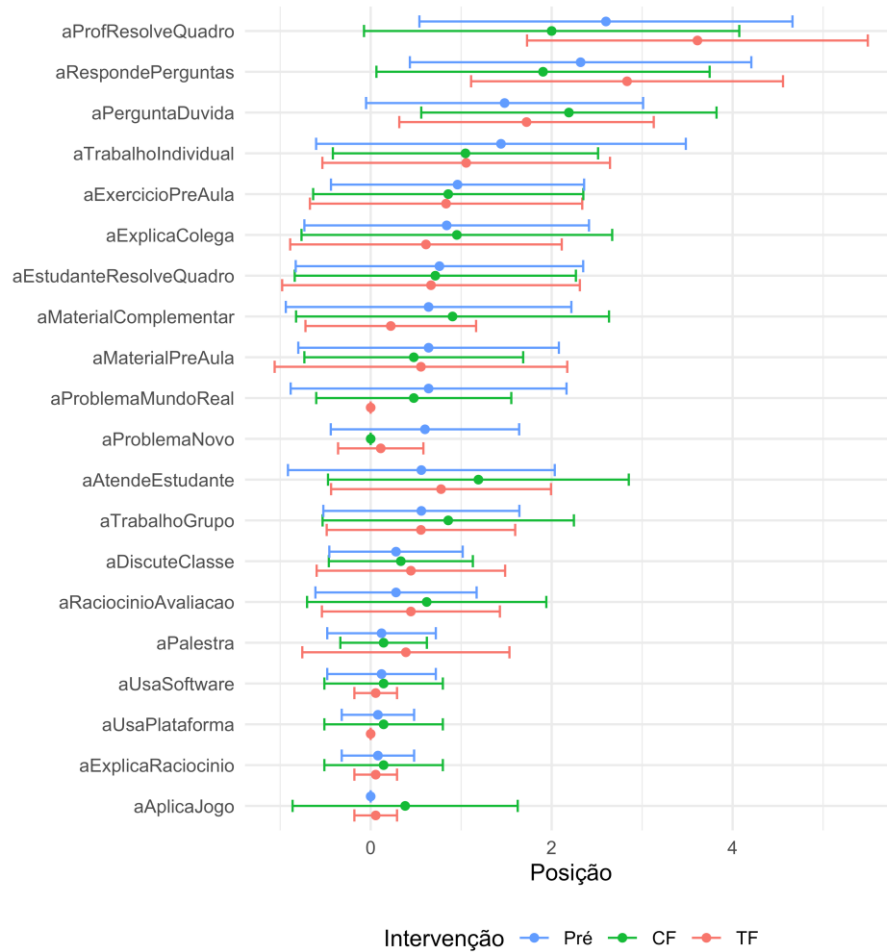
Fonte: Autoria própria (2024)

As importâncias atribuídas pelos estudantes após a intervenção “Somos de Riemann” não diferiram significativamente daquelas atribuídas na pré-intervenção. As atividades “Estudante faz uma apresentação para toda a turma”, “Estudante explica seu raciocínio em avaliação” e “Usa uma plataforma com *feedback* imediato” não foram incluídas na análise, pois nenhum estudante as classificou. Nessa atividade, os estudantes estavam envolvidos no cálculo de área entre uma curva e o eixo-x, a fim de chegar à definição da Integral definida (APÊNDICE L). É provável que os estudantes não tenham percebido aspectos positivos no desenvolvimento da atividade.

5.5.1.5 Continuidade de Funções e Transformação de Funções

Como o grupo TD3 teve a oportunidade de participar de duas intervenções didáticas, pudemos observar as suas concepções de aprendizagem no decorrer delas. O Gráfico 21 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois das intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções”.

Gráfico 21 - Concepção de aprendizagem em estudantes franceses após as intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções”



Fonte: Autoria própria (2024)

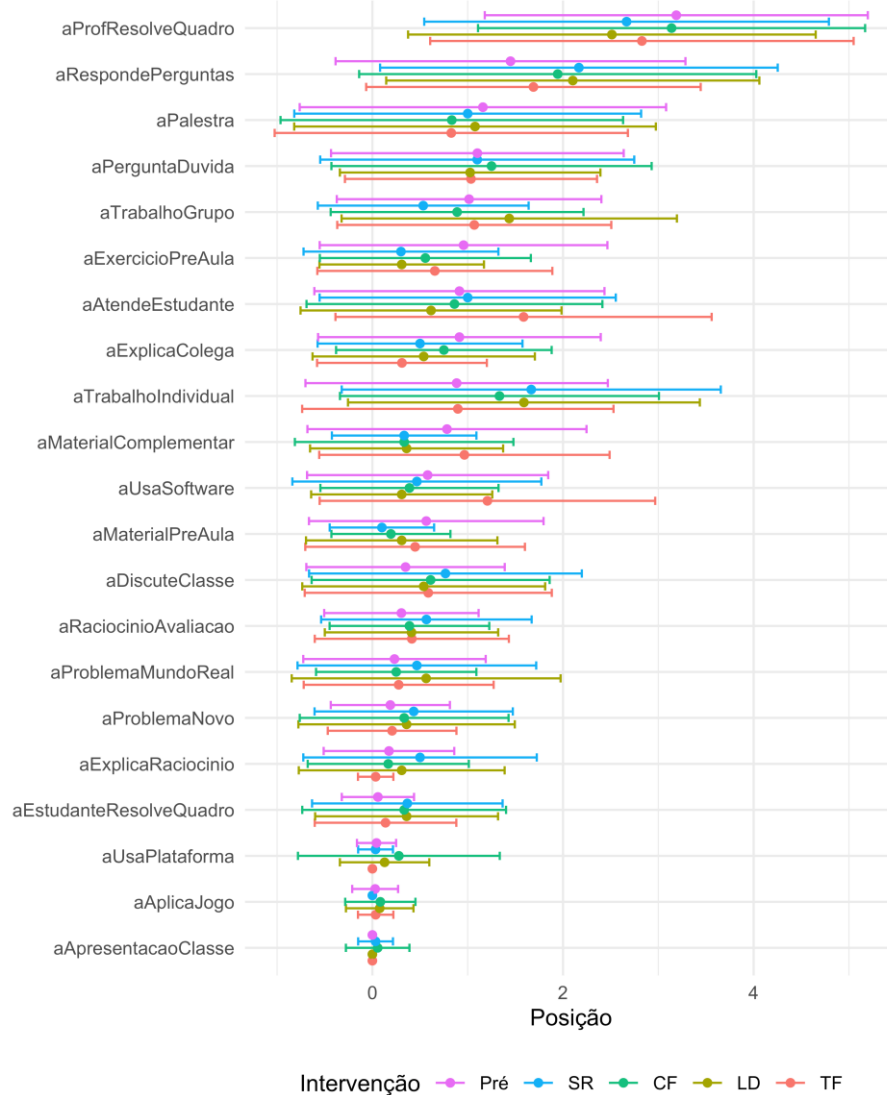
As importâncias atribuídas pelos estudantes do TD3 antes e depois das duas intervenções às quais foram submetidos diferem, em termos de significância estatística, apenas para a atividade “Estudante tenta resolver um problema novo antes do conteúdo”, com tamanho do efeito r pequeno ($r > 0,1$), sendo que a importância pré-intervenção é estatisticamente superior às importâncias após as duas intervenções. A atividade “Estudante faz uma apresentação para toda a turma” não foi incluída na análise, pois nenhum estudante a classificou.

Durante o período de observação, a atividade “Estudante tenta resolver um problema novo antes do conteúdo” não pôde ser observada, com uma recomendação dos professores; estes também apontaram que “Nunca” ou “Às vezes” (frequência acumulada de 87,5%) utilizaram tal atividade. Além disso, essa atividade ocupa a 11ª posição na ordem de importância para a aprendizagem tanto para os professores como para os estudantes. É natural que uma atividade não percebida como relevante e pouco utilizada pelos professores caia em prestígio na avaliação dos estudantes.

5.5.2 Intervenções no Brasil

No Brasil, duas turmas passaram pelas 4 intervenções didáticas, e isso permite uma análise e comparações entre as intervenções. Assim como na França, os estudantes sempre encontraram a sala organizada para a atividade em grupos, os grupos identificados e as atividades sobre as mesas. O Gráfico 22 sintetiza as respostas dos estudantes antes e depois das intervenções.

Gráfico 22 - Concepção de aprendizagem em estudantes brasileiros após as intervenções



Fonte: Autoria própria (2024)

O teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças estatisticamente significativas nas importâncias atribuídas pré e pós-intervenção às atividades “Recebe material complementar (*sites*, vídeos, livros e/ou textos)”, “Resolve exercícios antes da aula” e “Usa algum *software* matemático”, todas com o tamanho do efeito η^2 pequeno ($\eta^2 \geq 0,01$).

Para as atividades “Recebe material complementar (*sites*, vídeos, livros e/ou textos)” e “Resolve exercícios antes da aula”, apesar de o teste de Kruskal-Wallis ter indicado significância estatística, o teste post-hoc Dunn-Bonferroni não detectou diferenças entre os grupos. Essa discordância entre o resultado da Kruskal-Wallis e o do teste post-hoc pode acontecer, principalmente quando o valor de p do Kruskal-Wallis está próximo ao nível de significância (Tian *et al.*, 2018). Nesses casos, o

resultado do teste Kruskal-Wallis deve ser considerado um falso positivo. Portanto, será considerada a diferença estatística apenas para a atividade “Usa algum *software* matemático”.

Para a atividade “Usa algum *software* matemático”, há uma diferença estatisticamente significativa apenas entre as intervenções “Transformação de funções” e “Limite por definição”. A importância atribuída à atividade após “Transformação de funções” foi estatisticamente superior à atribuída após “Limite por definição”.

Na intervenção didática “Transformação de funções”, os estudantes foram apresentados a uma construção interativa com o GeoGebra, por meio da qual podiam observar o comportamento do gráfico das funções de acordo com as alterações realizadas em alguns parâmetros. Além disso, credita-se ser essa a razão pela qual os estudantes atribuíram maior importância a essa atividade, pois puderam usar o GeoGebra como ferramenta de visualização auxiliar para a aprendizagem, o que não é possível através do quadro, conforme apontado por Yimer (2020).

O uso de *software* também foi indicado entre “Às vezes” e “Muitas vezes” (frequência acumulada de 75%) como atividade desenvolvida pelos professores, mas eles não classificaram a atividade como importante para a aprendizagem. Já para os estudantes, a atividade não se encontrava dentre as cinco mais importantes para a aprendizagem.

Durante o período de observação, a atividade pôde ser notada nas aulas do professor I, que destinou, em média, 12,67% do tempo de aula para apresentar as funcionalidades do GeoGebra aos estudantes e como poderiam utilizá-lo para visualizar o gráfico de algumas funções. Mesmo parte dos estudantes já tendo contato com o GeoGebra nas aulas anteriores, não apontaram o uso do *software* como uma das atividades mais importantes para a aprendizagem, figurando apenas na 11ª posição antes das intervenções.

Após a intervenção, a atividade “Utiliza algum *software* matemático” passou a ser considerada a quarta mais importante para a aprendizagem. Acredita-se que o fato de os estudantes visualizarem não apenas os gráficos, mas também as transformações e os deslocamentos possíveis por meio dos controles deslizantes, tenha contribuído para uma compreensão mais efetiva das funcionalidades do GeoGebra e de seu potencial como ferramenta de apoio à aprendizagem.

5.6 O desenvolvimento matemático

Para que pudéssemos observar o desenvolvimento matemático nas resoluções das atividades, solicitamos que os grupos enviassem fotos das atividades para a pesquisadora, através de QR Code que estava sobre as mesas, junto à identificação dos grupos.

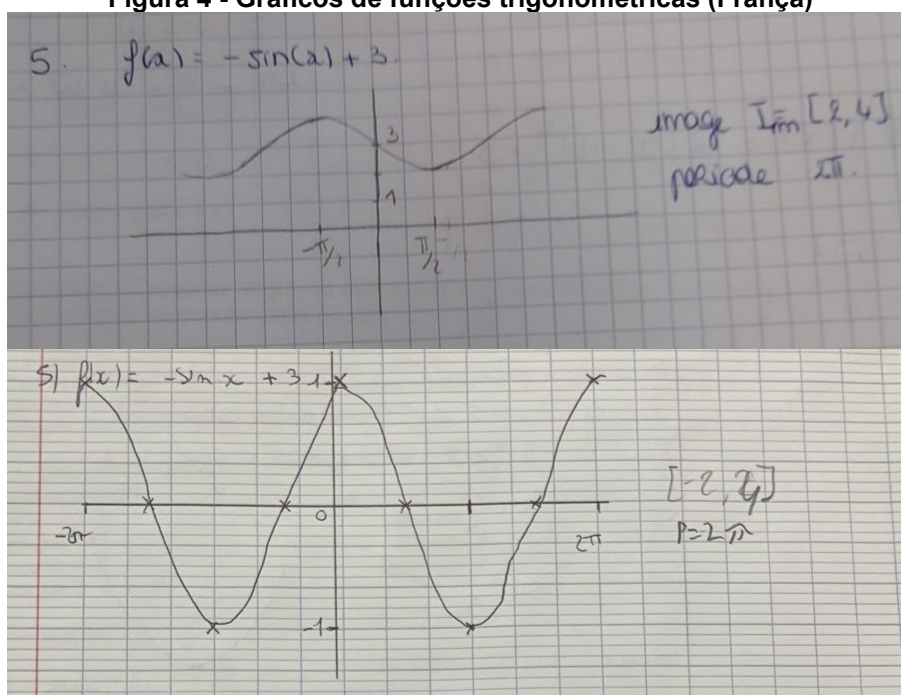
5.6.1 Na França

Passamos a observar as resoluções dos estudantes franceses em cada uma das intervenções didáticas.

5.6.1.1 Transformação de Funções

De maneira geral, os estudantes franceses conseguiram desenvolver a atividade, com exceção de um grupo que apresentou dificuldades em todos os exercícios propostos, sem indicativos dos motivos para essas dificuldades. O primeiro exercício continha uma série de funções seno e cosseno para a construção do gráfico a partir das transformações horizontais e verticais. Solicitaram-se, também, o período e o conjunto imagem. Podemos verificar um dos equívocos, conforme retratado na Figura 4.

Figura 4 - Gráficos de funções trigonométricas (França)

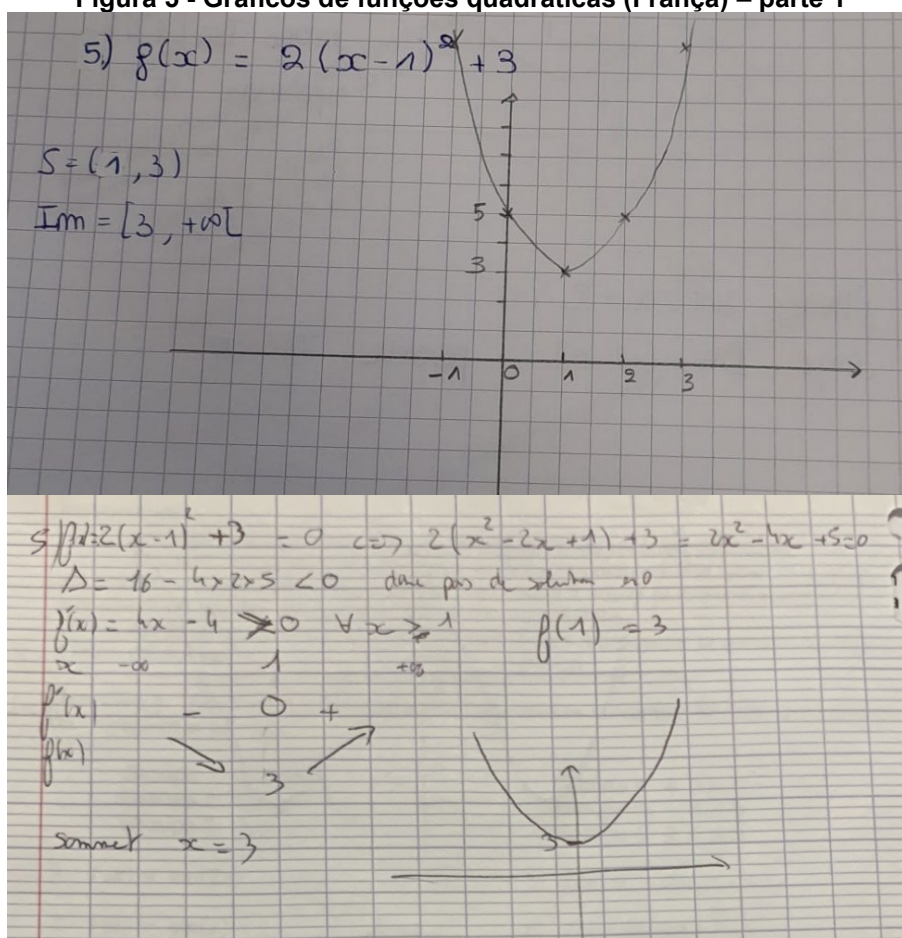


Fonte: Autoria própria (2022)

Na parte superior da imagem, temos uma resolução correta do exercício proposto e, na parte inferior, o grupo não compreendeu as transformações no gráfico, tampouco as implicações no conjunto imagem, que sequer está de acordo com o gráfico.

O exercício seguinte envolvia uma série de funções quadráticas na forma canônica e na forma do trinômio. Solicitaram-se a construção do gráfico, o conjunto imagem e as coordenadas do vértice. Podemos perceber diferentes estratégias de resolução, ilustradas por meio da Figura 5.

Figura 5 - Gráficos de funções quadráticas (França) – parte 1

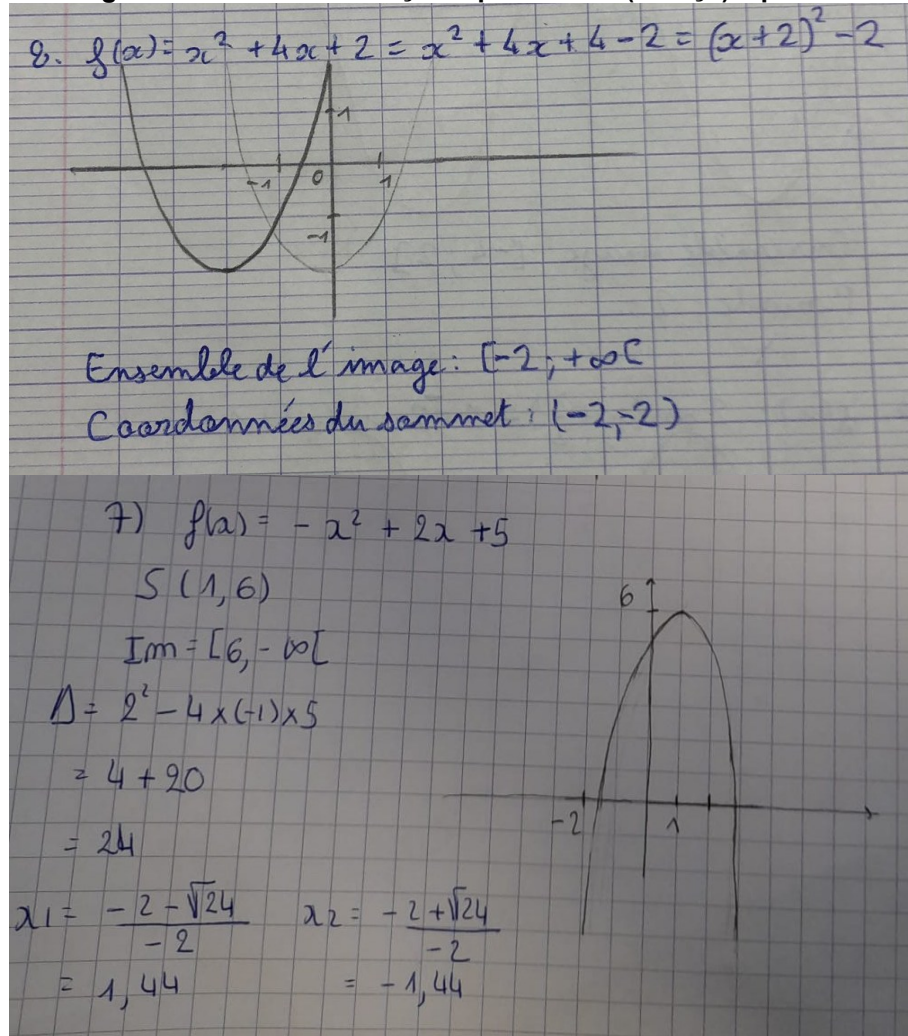


Fonte: Autoria própria (2022)

Na parte superior da imagem, temos uma resolução correta do exercício proposto e, na parte inferior, o grupo optou por desenvolver o produto notável para chegar à função quadrática na forma do trinômio, de modo a tentar determinar as raízes, porém não conseguiu desenvolver corretamente o exercício e não utilizou as transformações horizontais e verticais, o que foi explorado previamente em sala.

Na sequência, temos outras estratégias de resolução, conforme indicado na Figura 6.

Figura 6 - Gráficos de funções quadráticas (França) – parte 2



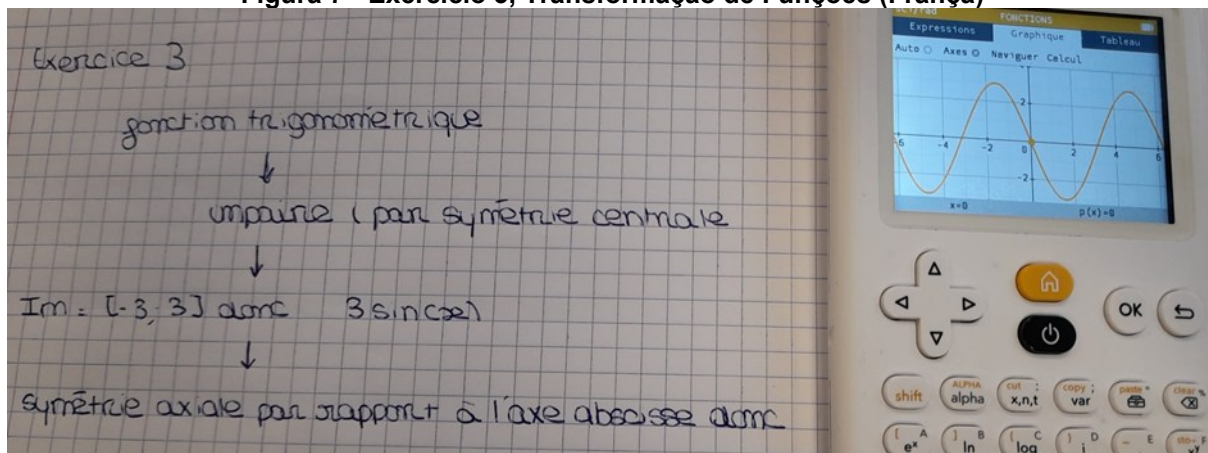
Fonte: Autoria própria (2022)

Na parte superior da imagem, o grupo optou por utilizar o método de completar os quadrados para chegar à forma canônica e, então, utilizar as transformações horizontais e verticais na construção do gráfico, executando de maneira correta o exercício. Na parte inferior, o grupo optou por calcular delta e determinar as raízes; apesar de alguns equívocos no arredondamento das raízes, construíram um gráfico adequado e responderam corretamente à questão.

Por fim, o terceiro exercício apresentava um gráfico, e os estudantes deveriam apontar uma função geradora do gráfico. Esse exercício foi respondido corretamente por 3 dos 5 grupos. Os grupos que acertaram apontaram para a função $y = -3\sin x$, apesar de outras respostas serem possíveis. Chama a atenção um grupo que utilizou

uma calculadora gráfica, gerou o gráfico corretamente, mas não anotou corretamente a função em sua folha, conforme indicado na Figura 7.

Figura 7 - Exercício 3, Transformação de Funções (França)



Fonte: Autoria própria (2022)

5.6.1.2 Limite por Definição

Nesta intervenção didática, os estudantes foram convidados a formular uma hipótese quanto à situação de concentração de sal em um tanque. Foram conduzidos por vários cálculos, a fim de explorar a ideia de limite por definição. Os estudantes franceses não demonstraram dificuldades, e os 5 grupos acertaram as perguntas. Compreenderam rapidamente que a concentração de sal que entra no tanque é constante e, mesmo havendo água doce no tanque, a concentração de sal no tanque tenderá a um limite com o passar do tempo. Os estudantes fizeram anotações organizadas, conforme podemos observar na Figura 8.

Figura 8 - Anotações organizadas (França)

quantité d'eau	t = 1min	t = 2min	t = 3min	t = t
	5025 L	5050 L	5075	$5000 + 25t$

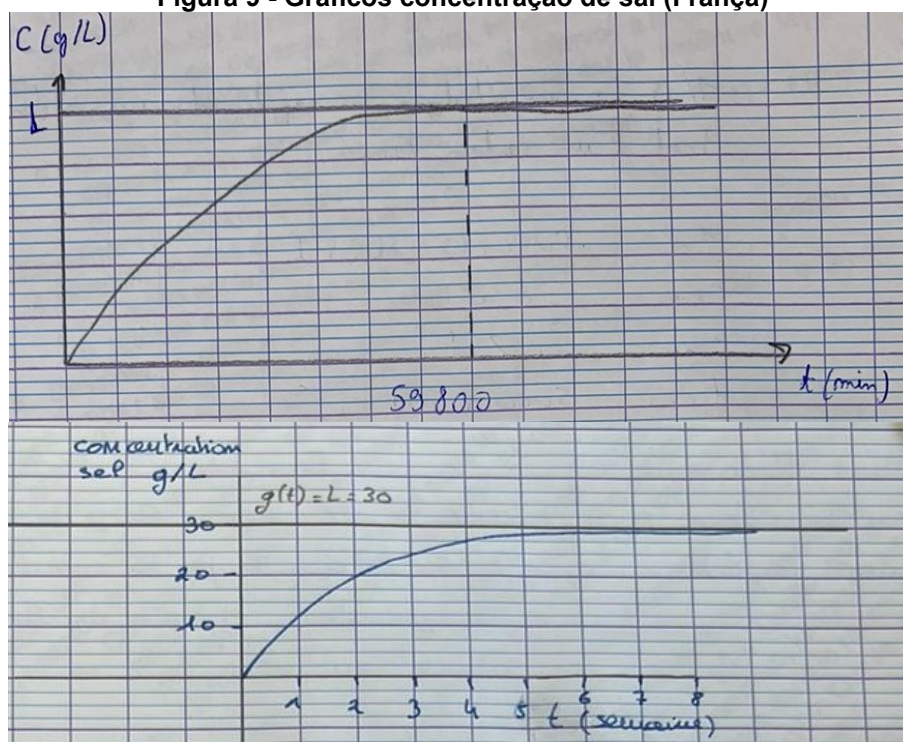
b)	t = 1min	t = 2min	t = 3min	t = t
masse de sel	750 g	1500 g	2250 g	$25 \times 30 \times t$

a) Eau	b) SEL
Pour 1min: 5025 L	1min: 750 g
Pour 2min: 5050 L	2min: 1500 g
Pour 3min: 5075 L	3min: 2250 g
Pour tmin: $5000 + 25t$ L	tmin: $750t$ g

Fonte: Aatoria própria (2022)

Temos, na Figura 8, um grupo que organizou as informações em forma de tabela na parte superior da figura e, na parte inferior, um grupo que organizou uma coluna para a água e outra para o sal, nas linhas o tempo. Também, para a construção dos gráficos, as equipes optaram por utilizar unidades de medida e escalas diferentes para o tempo (minutos e semanas), como se pode observar por meio da Figura 9.

Figura 9 - Gráficos concentração de sal (França)



Fonte: Aatoria própria (2022)

5.6.1.3 Continuidade de Funções

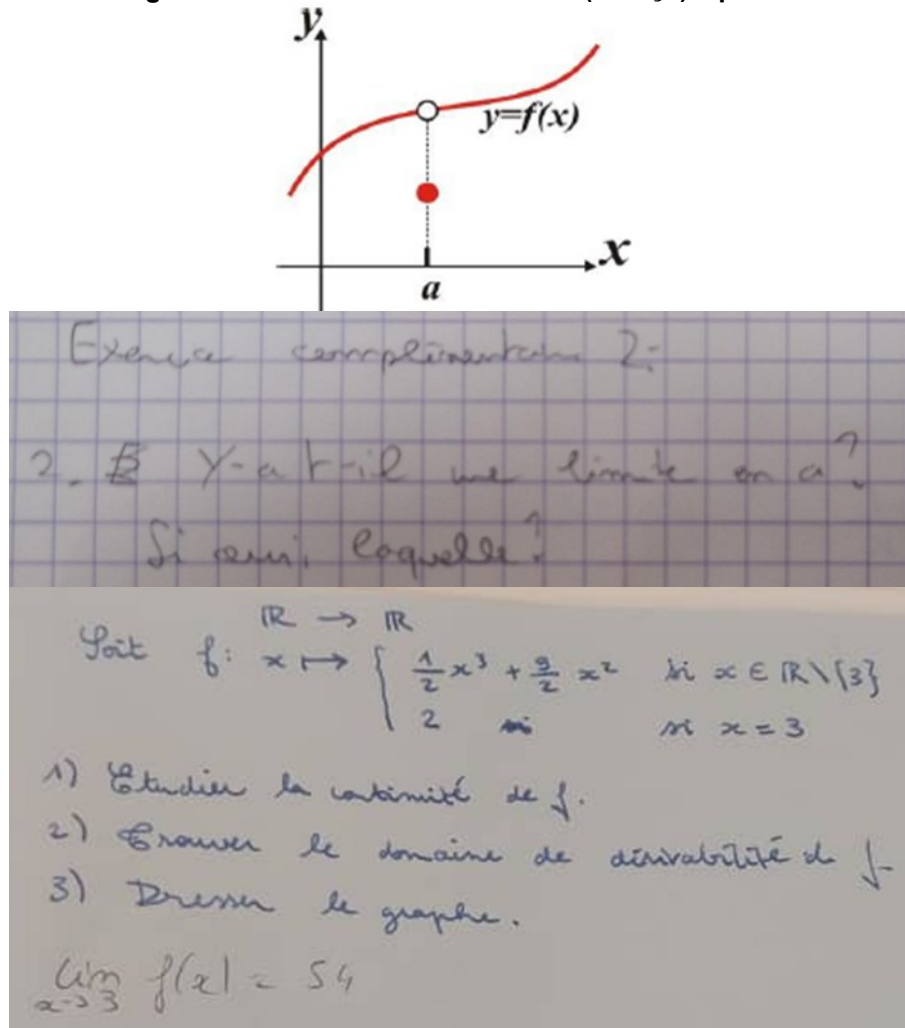
Esta foi a primeira intervenção didática realizada na França, e as turmas TD1 e TD3 participaram. O TD1 é composto pelos 30 primeiros estudantes do processo de seleção para o curso preparatório e, no momento da atividade, estava organizado em 7 grupos. Como as atividades foram adaptadas a partir de alguns exercícios da folha de exercícios do TD, um grupo não realizou as atividades e enviou uma foto dos exercícios que já haviam resolvido da lista.

De maneira geral, os estudantes do TD1 não tiveram dificuldade em realizar os exercícios, mas não conseguiram concluir todas as atividades, em função do tempo destinado à intervenção. Os exercícios faltantes foram a atividade de elaboração de um exercício a partir de uma imagem (exercício complementar 2) e o exercício de

construção de um gráfico, a partir de algumas informações (exercício complementar 3). O grupo 2 conseguiu elaborar um enunciado para o exercício complementar 2, e o grupo 5 construiu o gráfico. Somente o grupo 6 concluiu todas as atividades.

Na Figura 10, têm-se os dois exercícios de criatividade criados a partir da mesma imagem.

Figura 10 - Exercício de criatividade (França) – parte 1



Fonte: Autoria própria (2022)

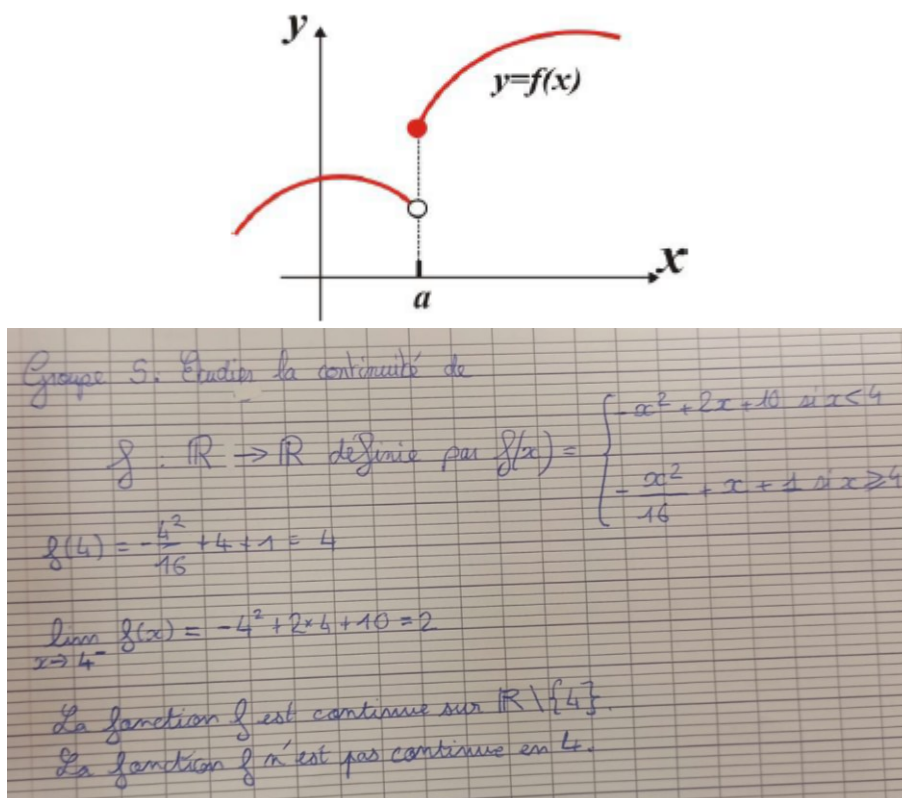
O primeiro grupo propôs um enunciado simples, perguntando se a função tem um limite em a , e, se sim, qual seria. Já o segundo grupo propõe uma função definida por partes, inspirada na imagem, solicitando (1) estudar a continuidade da função, (2) determinar o domínio onde a função é derivável e (3) desenhar o gráfico. Infelizmente, os grupos seguintes não resolveram os exercícios elaborados por esses grupos.

O TD3, no momento da atividade, estava organizado em 5 grupos, e todos os estudantes participaram, interagindo entre si, de modo a discutir os exercícios. De maneira geral, também não tiveram dificuldade em realizar os exercícios, mas não

conseguiram concluir todas as atividades. Novamente, os exercícios faltantes foram os exercícios complementares 2 e 3. Os grupos 2 e 4 não conseguiram elaborar um enunciado para o exercício complementar 2, e os grupos 3 e 4 não construíram o gráfico do exercício complementar 3. Os grupos 1 e 5 concluíram todas as atividades.

Na Figura 11, tem-se um exercício (o complementar 2) criado pelo grupo 5 a partir da imagem indicada e, posteriormente, resolvido pelo grupo 2.

Figura 11 - Exercício de criatividade (França) – parte 2



Fonte: Autoria própria (2022)

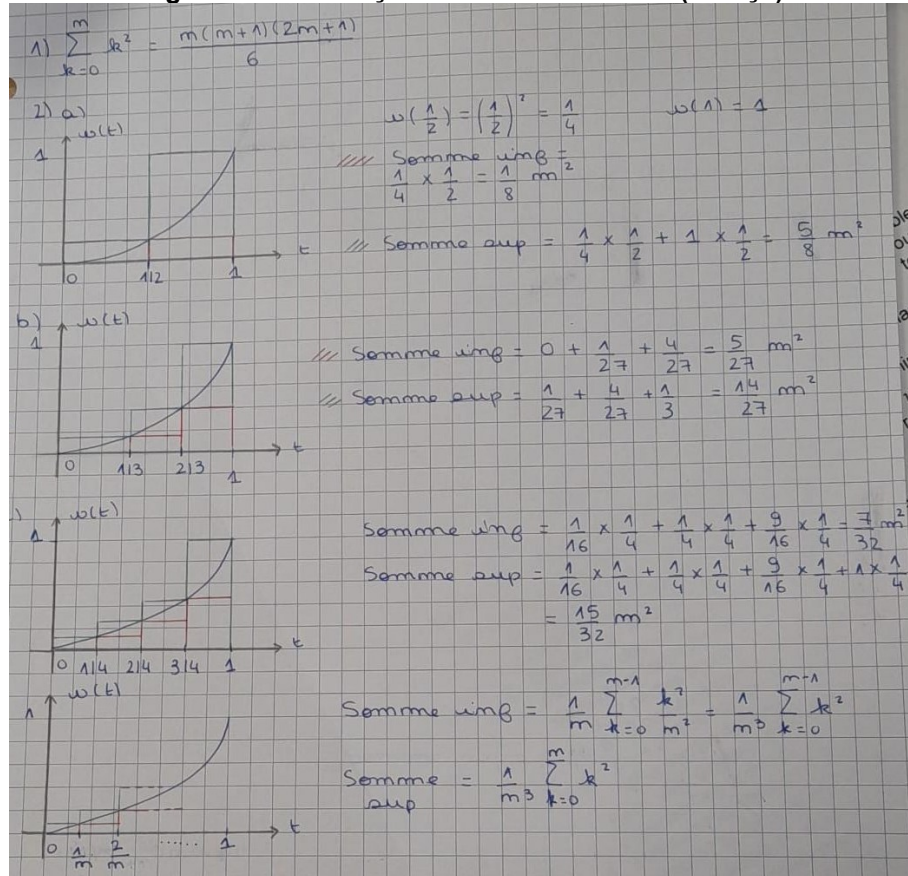
O grupo 5, inspirado na figura, elaborou uma função definida por partes e solicitou que a continuidade da função fosse estudada. O grupo 2 verificou que a função não era contínua em $x = 4$.

5.6.1.4 Somas de Riemann

O TD4, no momento da atividade, estava organizado em 6 grupos e, em um dos grupos, os integrantes não interagiram entre si. De maneira geral, também não tiveram dificuldade em realizar os exercícios, mas um dos grupos não conseguiu concluir a atividade, pois destinou muito tempo às discussões iniciais. Na Figura 12,

pode-se novamente observar a organização nas anotações e nos cálculos, incluindo gráficos.

Figura 12 - Resolução Somas de Riemann (França)



Fonte: Autoria própria (2023)

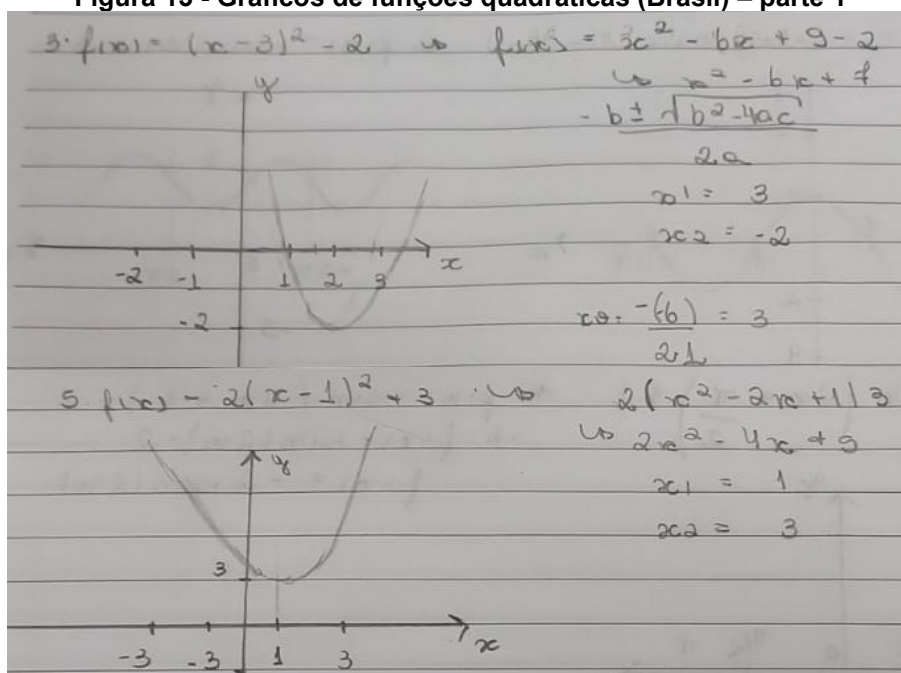
5.6.2 No Brasil

No Brasil, duas turmas de CDI1 participaram de todas as intervenções didáticas, as turmas dos professores I e K. Passa-se a observar as resoluções dos estudantes brasileiros.

5.6.2.1 Transformação de Funções

A turma K estava organizada em 3 grupos para essa atividade. De maneira geral, os estudantes não conseguiram desenvolver todos os exercícios e apresentaram algumas dificuldades. Na Figura 13, pode-se observar a dificuldade de um dos grupos em relação à função quadrática.

Figura 13 - Gráficos de funções quadráticas (Brasil) – parte 1

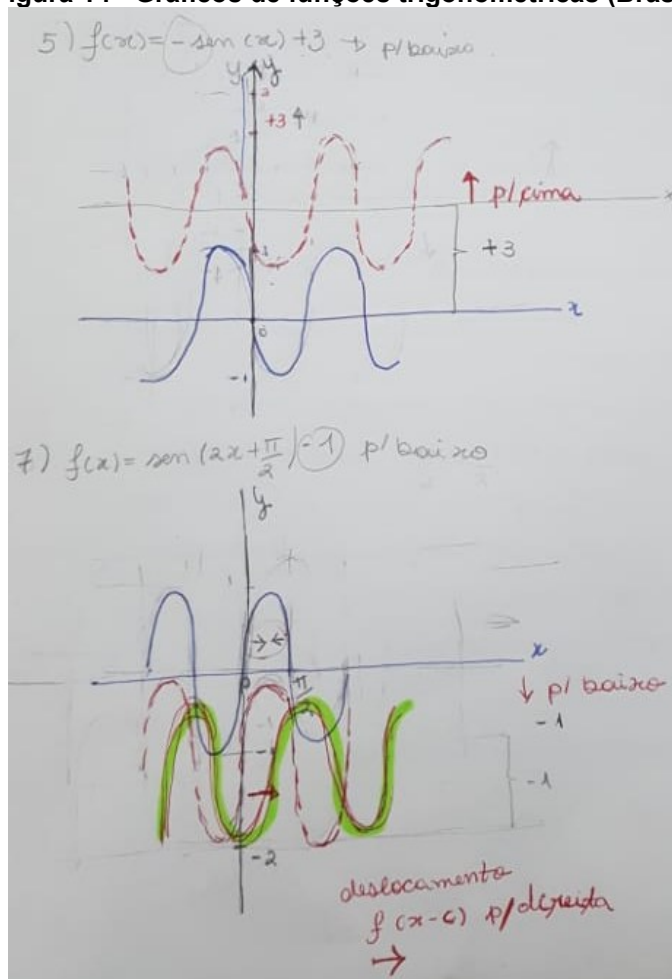


Fonte: Autoria própria (2023)

Nos itens 3 e 5 do exercício, o grupo optou por desenvolver o produto notável e determinar as raízes, porém não foram capazes de calculá-las corretamente. No item 3, ainda determinaram x_v (corretamente), mas que é dado na função quando escrita na forma canônica; já no item 5, o gráfico construído é adequado ao exercício, porém não aos cálculos realizados.

O único grupo que resolveu o exercício 3 não conseguiu identificar corretamente a função. A seguir, com base na Figura 14, tem-se a resolução de um grupo que parece ter compreendido o funcionamento das transformações horizontais e verticais, mas, no momento da construção dos gráficos, ainda apresenta algumas dificuldades em relação ao eixo-y e à translação horizontal.

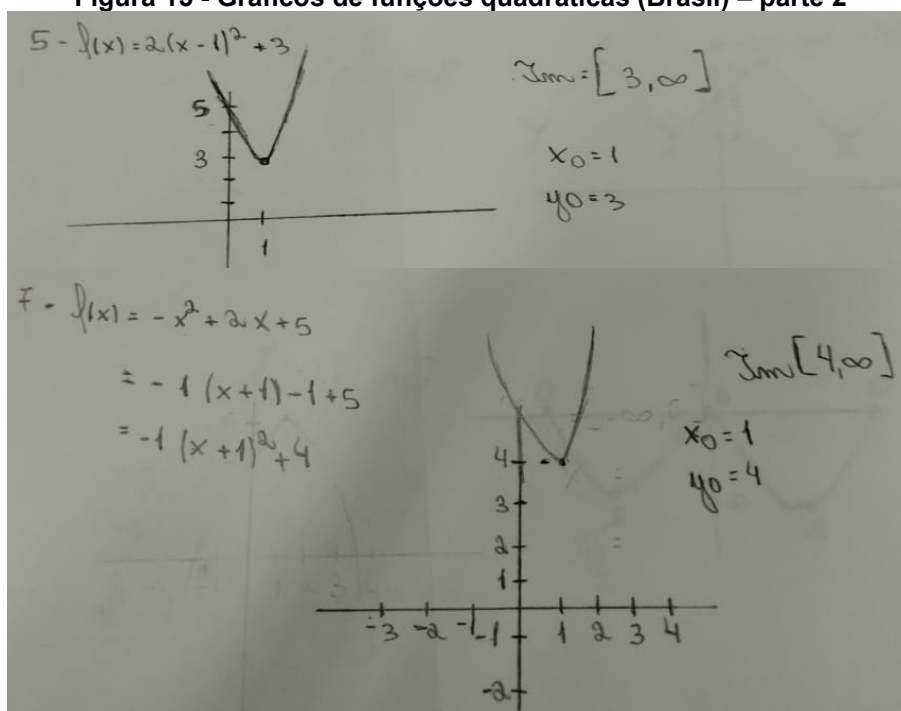
Figura 14 - Gráficos de funções trigonométricas (Brasil)



Fonte: Autoria própria (2023)

Já a turma I estava organizada em 6 grupos para essa atividade. De maneira geral, os estudantes não apresentaram tantas dificuldades, e apenas um grupo não concluiu todas as atividades. Na Figura 15, pode-se observar a resolução de um dos grupos aos itens 5 e 7, ao compreender o princípio dos deslocamentos horizontais e verticais; em seguida, tentou reescrever a função quadrática na forma canônica.

Figura 15 - Gráficos de funções quadráticas (Brasil) – parte 2

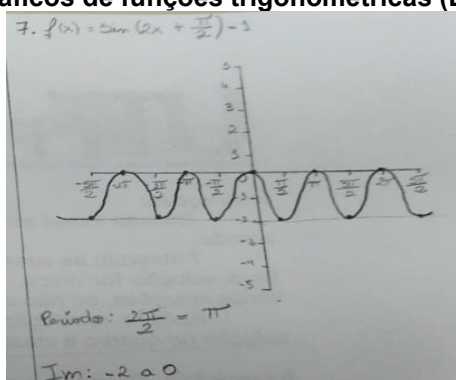


Fonte: Autoria própria (2023)

Com a tentativa de reescrever a função quadrática na forma canônica, o grupo cometeu um erro de sinal e não observou a concavidade da parábola no momento de construir o gráfico.

Na imagem, ilustrada por meio da Figura 16, tem-se a resolução de um dos grupos a um dos itens de trigonometria.

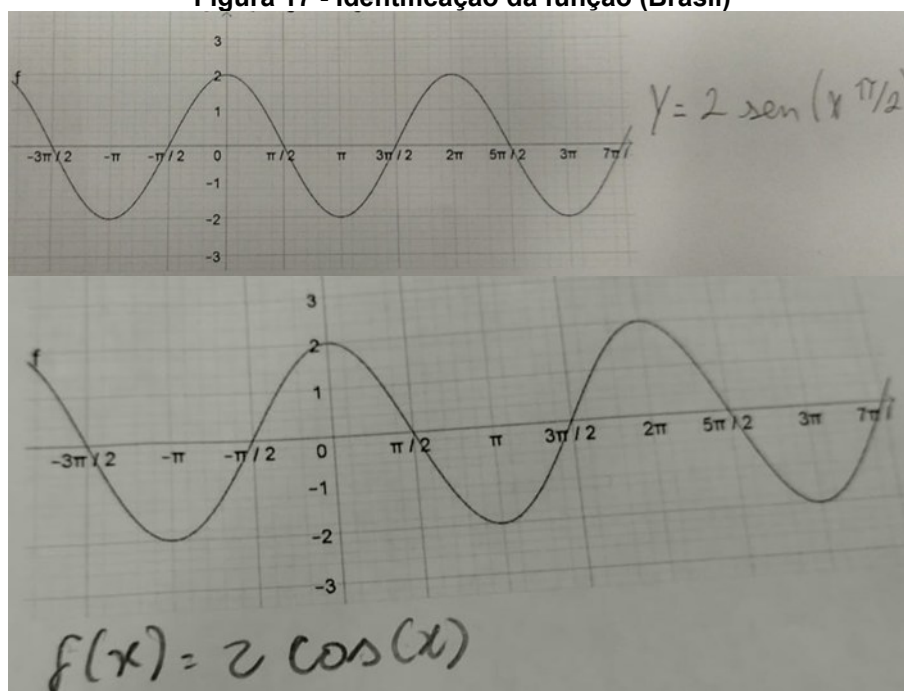
Figura 16 - Gráficos de funções trigonométricas (Brasil) – parte 2



Fonte: Autoria própria (2023)

Apesar da construção correta do gráfico, falta algum rigor matemático para indicar o conjunto imagem. Por fim, os grupos apresentaram 2 funções distintas (e corretas) para o exercício 3, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 - Identificação da função (Brasil)



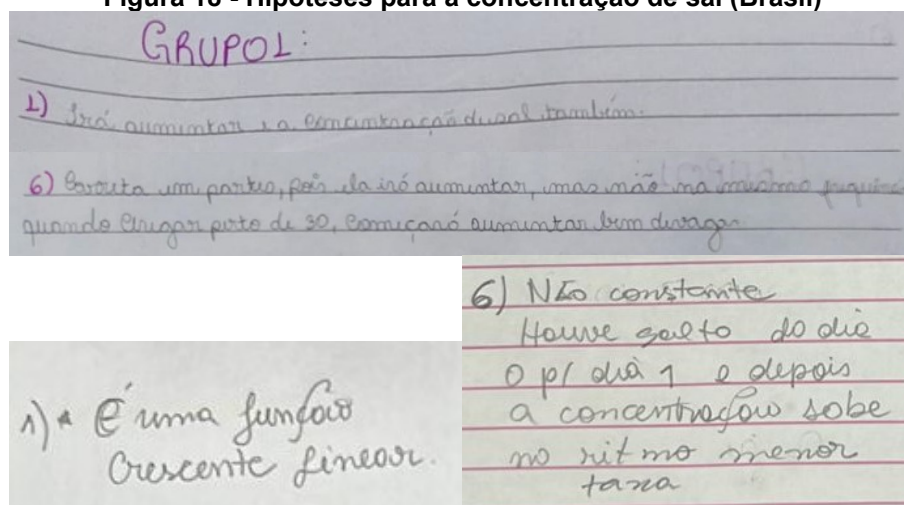
Fonte: Autoria própria (2023)

Acredita-se que, na parte superior da imagem, o grupo tenha esquecido de incluir um sinal de “+”.

5.6.2.2 Limite por Definição

Para essa atividade, o grupo K estava organizado em 4 grupos, e apenas 2 deles concluíram todas as atividades. Os estudantes não perceberam inicialmente que a concentração de sal não poderia aumentar infinitamente, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Hipóteses para a concentração de sal (Brasil)



Fonte: Autoria própria (2023)

No decorrer da atividade, os estudantes não apresentaram dificuldades significativas, o que lhes permitiu perceber que a hipótese inicial formulada não estava correta. Já os estudantes do grupo I estavam organizados em seis equipes para a realização da atividade e dedicaram grande parte do tempo às discussões. Em razão disso, apenas um grupo concluiu integralmente a tarefa proposta. Somente uma equipe registrou sua hipótese inicial, considerando um crescimento constante, enquanto outra informou que a hipótese havia sido modificada ao longo da atividade, sem, contudo, registrar como ocorreu essa mudança. Também não foram observadas dificuldades relevantes durante a execução dos exercícios.

5.6.2.3 Continuidade de Funções

De maneira geral, os estudantes do grupo K não conseguiram desenvolver a atividade na íntegra, faltando a resolução dos exercícios 4 e 5. Também se percebeu uma dificuldade no cálculo de alguns limites, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Continuidade de Funções (Brasil) – parte 1

Handwritten student work for a continuity problem. The work is divided into two parts, 6) and 7).

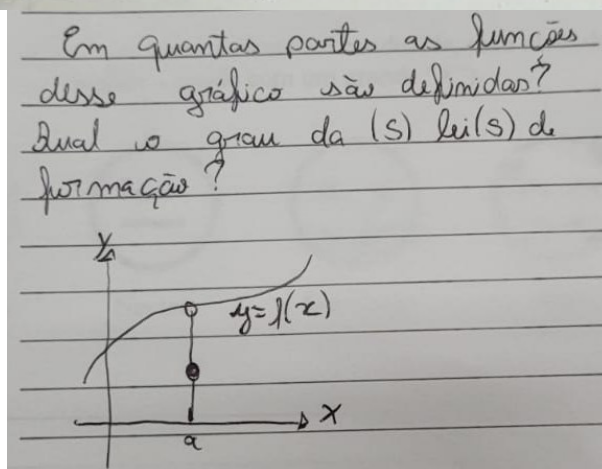
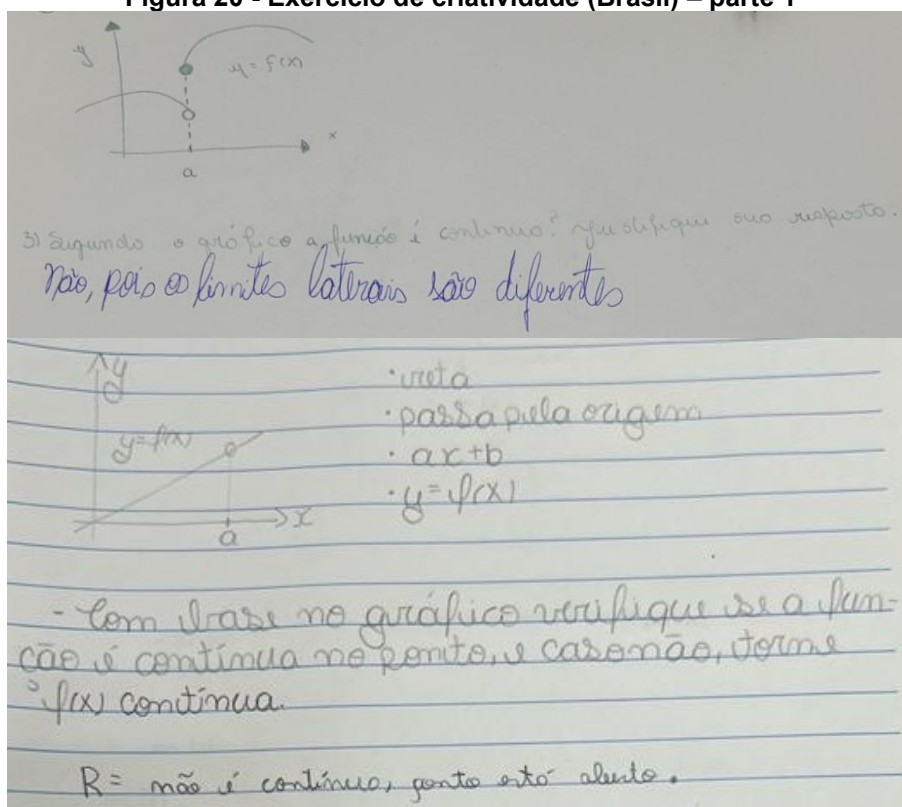
Part 6) shows the calculation of limits for a function $f(x) = x^2 - 4$. The student calculates $f(2) = 2^2 - 4 = 0$ and $f(-2) = 0$. They then calculate the limit $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x + 2} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 2 \cdot 2 + 2^2 - 4}{x + 2} = \frac{4 - 4 - 4}{4} = \frac{-4}{4} = -1$. They also calculate $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^2 - 4}{x + 2} = \frac{4 - 4 - 4}{-2 + 2} = \frac{-4}{0}$. The student concludes that the function is not continuous at $x = 2$ because the limit does not exist.

Part 7) shows a piecewise function $f(x) = \begin{cases} -x^2 - x + 6 & \text{se } x < -3 \\ |x + 3| & \text{se } x = -3 \\ x^2 - 9 & \text{se } x = -3 \\ m + x & \text{se } x > -3 \end{cases}$. The student calculates the limit $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{-x^2 - x + 6}{|x + 3|} = \frac{3 + (-2)}{3 \cdot (-2)} = \frac{1}{-6} = -\frac{1}{6}$. They also calculate the limit $\lim_{x \rightarrow -3} \frac{(x+3)(x-2)}{-(x+3)} = \frac{(-3-2)}{-1} = 5$. A graph of the function is shown, with a jump discontinuity at $x = -3$.

Fonte: Autoria própria (2023)

Notamos que os estudantes cometem erros de sinais, o que compromete todo o desenvolvimento da questão. Já nos exercícios de criatividade, os estudantes se limitaram a perguntar se a função era contínua ou não, como nos exemplos a seguir.

Figura 20 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 1



Fonte: Autoria própria (2023)

Na segunda situação, a equipe que recebeu o exercício para resolvê-lo respondeu parcialmente à questão. Na terceira situação, acreditamos que a equipe não compreendeu o exercício, pois não é possível responder à questão proposta com relação ao grau da função polinomial da lei de formação.

Já a turma I estava organizada em 9 grupos para essa atividade. 4 equipes não conseguiram concluir toda a atividade, faltando o exercício 4, e, em alguns casos, o 5. Também apresentaram dificuldades no cálculo de alguns limites, conforme ilustra a Figura 21.

Figura 21 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 2

6. $f(x) = \begin{cases} x^2 - x - 6 & \text{se } x < -2 \\ k^2 - 1 & \text{se } x = -2 \\ k^2 + 2 & \text{se } x > -2 \end{cases}$

$\lim_{x \rightarrow -2^-} \frac{(-2)^2 - (-2) - 6}{|-2 + 2|} \rightarrow \lim_{x \rightarrow -2^-} \frac{2}{|0|} = -\infty$

$\lim_{x \rightarrow -2^+} \frac{k^2 + 2 - (k^2 - 1)}{|-2 + 2|} \rightarrow \lim_{x \rightarrow -2^+} \frac{3}{|0|} = \infty$

$f(-2) = k^2 - 1 = -2$
 $f(-2) = k^2 = 2$
 $f(-2) \neq \sqrt{2}$

6. Dom = $\mathbb{R} - \{3\}$

$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{x^2 + 2x - 3}{|x + 3|} = \frac{3^2 + 2 \cdot 3 - 3}{|3 + 3|} = \frac{9 + 6 - 3}{6} = \frac{12}{6} = 2$

$\lim_{x \rightarrow 3^+} 7 + x = 7 + 3 = 10$

$\lim_{x \rightarrow 3} -3 = -3$ descontinua em -3

$f(0) = 1$ $f(x) = x + \frac{\sqrt{x^2}}{x} \rightarrow x + 1$ $\lim_{x \rightarrow 0^+} = 1 + 1 = 2$
 descontinua $\lim_{x \rightarrow 0^-} = 1$

7. $\begin{cases} -x^2 - x + 6 & \text{se } x < -3 \\ k^2 - 9 & \text{se } x = -3 \\ m + x & \text{se } x > -3 \end{cases}$ Para continuidade, $f(3^-) = f(3) = f(3^+)$

Logo temos que:

$\frac{-x^2 - x + 6}{|x + 3|} = k^2 - 9 = m + x$, quando $x \rightarrow -3$

$m + x = 0 \rightarrow f(3^+) = 3 - 3 = 0$
 $m - 3 = 0$
 $m = 3 \rightarrow$ logo $f(x)$ em -3 tendo 0

$\therefore k^2 - 9 = 0 \rightarrow f(3) = 3^2 - 9 = 0$
 $k^2 = 9$
 $k = 3$

Fonte: Autoria própria (2023)

Os estudantes desenvolveram cálculos errôneos, realizaram simplificações inadequadas e atribuíram igualdades inapropriadas, inviabilizando todo o raciocínio da resolução. Já para o exercício de criatividade, temos grupos que foram capazes de criar um enunciado com funções definidas por partes, como identificado na Figura 22.

Figura 22 - Exercício de criatividade (Brasil) – parte 2

3) Descubra se dada função é ou não contínua no ponto $x=1$ e esboce.

$$f(x) = \begin{cases} -(x^2)+4 & \text{se } x < 1 \\ -(x^2)+8x & \text{se } x \geq 1 \end{cases}$$

grupo 5

$\lim_{x \rightarrow 1^-} -(x^2)+4 \rightarrow \lim_{x \rightarrow 1^-} -1+4 = 3$

$\lim_{x \rightarrow 1^+} -(x^2)+8x \rightarrow \lim_{x \rightarrow 1^+} -1+8 = 7$

3) Dado a função $\begin{cases} x^2+2 & \text{se } x < 2 \\ 3x & \text{se } x = 2 \end{cases}$ grupo 6

Defina se a função é contínua no ponto $x=2$, se houver descontinuidade diga se é essencial, ou não.

Análise o reto representado no plano cartesiano a seguir:
 Encontre a equação do reto r :
 Dada a equação $(y = -2x + 5)$, determine as coordenadas de dois pontos que pertencem a esse reto e, em seguida, trace o reto no sistema de coordenadas.

$y = -2x + 5$ $x = 1$

$y = -2 \cdot 1 + 5$ $y = 3$

$y = 3$

$y = -$

$P(1, 3)$

3) Encontre a solução do seguinte gráfico

Fonte: Autoria própria (2023)

Temos, todavia, grupos que não compreenderam a proposta da atividade, pois elaboraram um exercício em que solicitam a equação da reta que passa por dois

pontos, mas fornecem a função. Houve outro grupo que pediu a solução do gráfico, o que talvez seria a lei de formação da função.

Percebe-se que os estudantes brasileiros têm muitas dificuldades algébricas, o que interfere na aplicação das regras para o cálculo de muitos limites. Destaca-se que as turmas de CDI envolvidas no estudo no Brasil foram turmas de alunos repetentes em Cálculo – e que, por essa razão, tenham apresentado mais dificuldades.

5.6.2.4 Somas de Riemann

Para essa atividade, a turma K estava novamente organizada em 4 grupos. Um deles não conseguiu concluir toda a atividade e, na maioria dos cálculos, os grupos não tiveram dificuldades. Um dos grupos percebeu que a diferença entre a Soma à Esquerda e a Soma à Direita seria de apenas um retângulo, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Somas de Riemann (Brasil) – parte 1

c) à esquerda:

$$\frac{1}{4} \left(0^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{2}{4}\right)^2 + \left(\frac{3}{4}\right)^2 \right) = \frac{1}{4} \left(1 + \frac{4}{16} + \frac{9}{16} \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{14}{16} \right)$$

à direita:

$$\frac{1}{4} \left(1 + \frac{4}{16} + \frac{9}{16} + 1 \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{39}{16} \right) = \frac{39}{16}$$

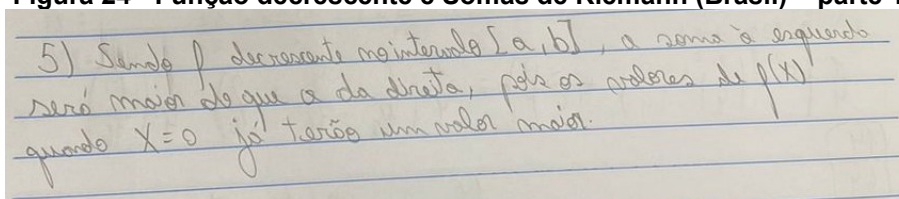
Diferença: $\frac{39}{16} - \frac{14}{16} = \frac{25}{16} = 6\frac{1}{4}$

Fonte: Autoria própria (2023)

No entanto, a estratégia de adicionar apenas um retângulo à Soma à Esquerda para obter a Soma à Direita não mostrou ser algo prático, pois o grupo encontrou barreiras algébricas no momento da resolução. Os demais grupos não encontraram dificuldades.

Quando questionados sobre uma função decrescente, qual seria o comportamento das Somas à Esquerda e à Direita, os grupos entenderam a situação, sendo capazes de explicar com as suas próprias palavras, conforme a Figura 24.

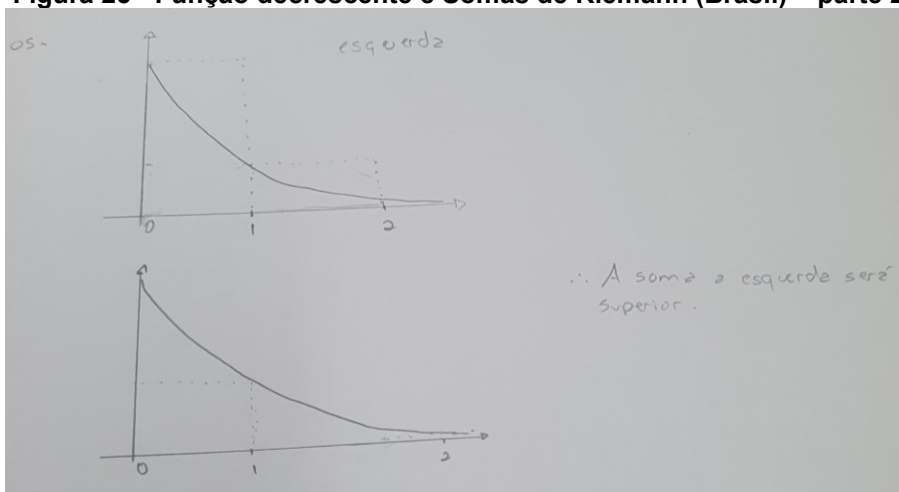
Figura 24 - Função decrescente e Somas de Riemann (Brasil) – parte 1



Fonte: Autoria própria (2023)

A turma I estava organizada em 10 grupos para essa atividade. Dois grupos não concluíram todos os exercícios, sendo que um deles não encontrou uma fórmula adequada para a soma dos quadrados dos n primeiros inteiros positivos, o que comprometeu a resolução de alguns exercícios. A Figura 25 ilustra a resolução de um grupo que utilizou uma representação gráfica para responder à questão sobre as Somas de Riemann, no caso de uma função decrescente.

Figura 25 - Função decrescente e Somas de Riemann (Brasil) – parte 2



Fonte: Autoria própria (2023)

De maneira geral, os estudantes da turma I não apresentaram dificuldades para a resolução dos exercícios.

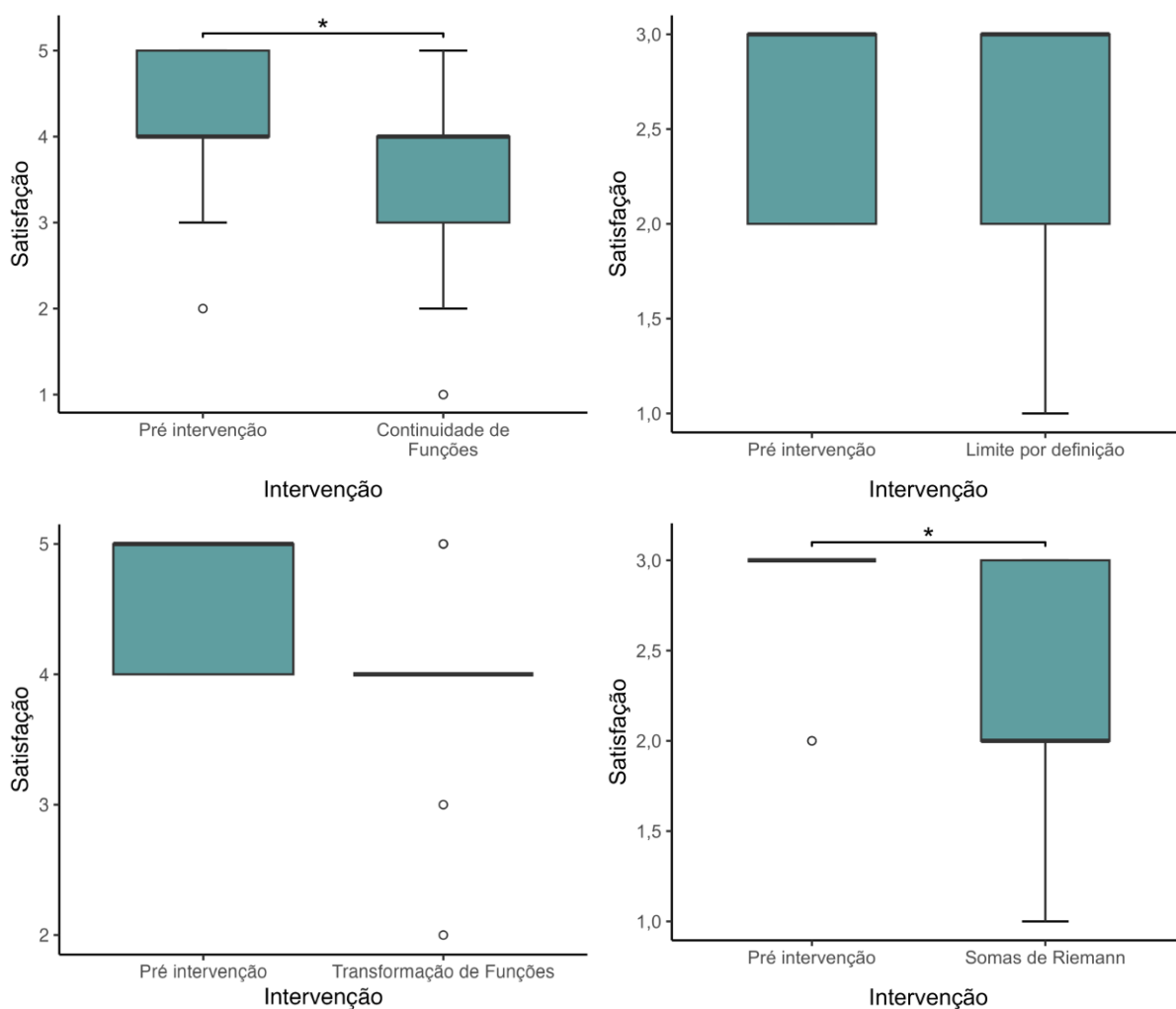
5.7 A satisfação com as aulas

Como forma de complementar as percepções dos estudantes em relação às suas concepções de aprendizagem, foram verificados os níveis de satisfação com as aulas antes e depois de cada uma das intervenções didáticas. A seguir, passamos a apresentar e discutir os resultados.

5.7.1 Na França

Antes e depois das intervenções didáticas, os estudantes foram questionados quanto à satisfação com a condução das aulas, sendo disponibilizadas as seguintes opções de resposta: muito insatisfeito, insatisfeito, neutro, satisfeito e muito satisfeito. O Gráfico 23 sintetiza as respostas dos estudantes franceses.

Gráfico 23 - Satisfação dos estudantes franceses após as intervenções didáticas



Fonte: Autoria própria (2024)

A satisfação dos estudantes reduziu após a intervenção “Continuidade de Funções”, “Transformação de Funções” e “Somas de Riemann”, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) e tamanho do efeito r médio ($r > 0,3$), conforme o teste de Mann-Whitney. A satisfação dos estudantes após a intervenção “Limite por definição” não diferiu estatisticamente daquela relatada na pré-intervenção.

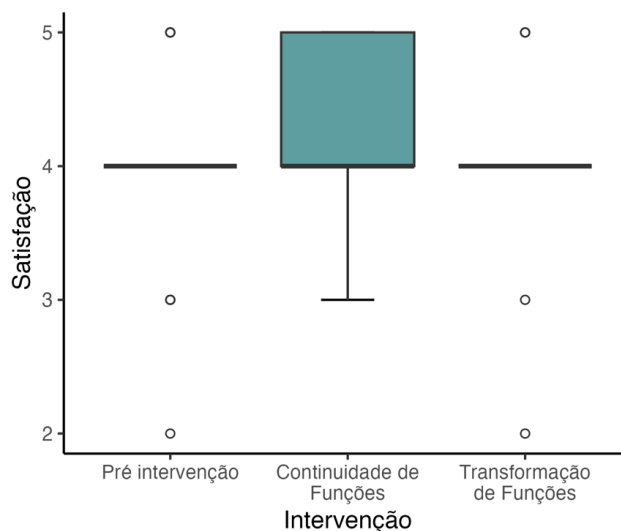
Após a intervenção didática “Continuidade de Funções”, observa-se que há diminuição da mediana e deslocamento interquartis para baixo, acompanhada de maior dispersão. Na satisfação medida após a intervenção didática “Transformação de Funções”, houve redução da mediana, bem como concentração interquartil. Também houve redução da mediana após a intervenção didática “Somadas de Riemann”, com distribuição geral deslocada para baixo. Esses aspectos dos box-plots apresentados reforçam a redução na satisfação após as intervenções citadas.

Pode-se afirmar que esses resultados já seriam esperados, dada a resistência dos estudantes a uma metodologia diferente da usualmente aplicada, conforme relatado por Bénéteau *et al.* (2016), Bonwell e Eison (1991) e Murphy, Chang e Suaray (2016). Além do fato de o curso preparatório ter um cronograma rígido e os estudantes estarem imersos em um ambiente de competitividade por uma vaga em uma das 154 grandes escolas de engenharia.

Quando comparadas com as concepções de aprendizagem após a intervenção “Continuidade de Funções”, os estudantes passaram a dar mais importância à atividade “Professor atende aos estudantes individualmente”, reforçando a ideia de um estudo e aprendizado individualizado, conforme fora mencionado no subcapítulo 5.5.1.1 e pode ser verificado por meio do Gráfico 17.

Para o grupo TD3 que participou de duas intervenções didáticas, o Gráfico 24 revela que a satisfação dos estudantes não diferiu após as intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções”.

Gráfico 24 - Satisfação dos estudantes franceses após as intervenções “Continuidade de Funções” e “Transformação de Funções”



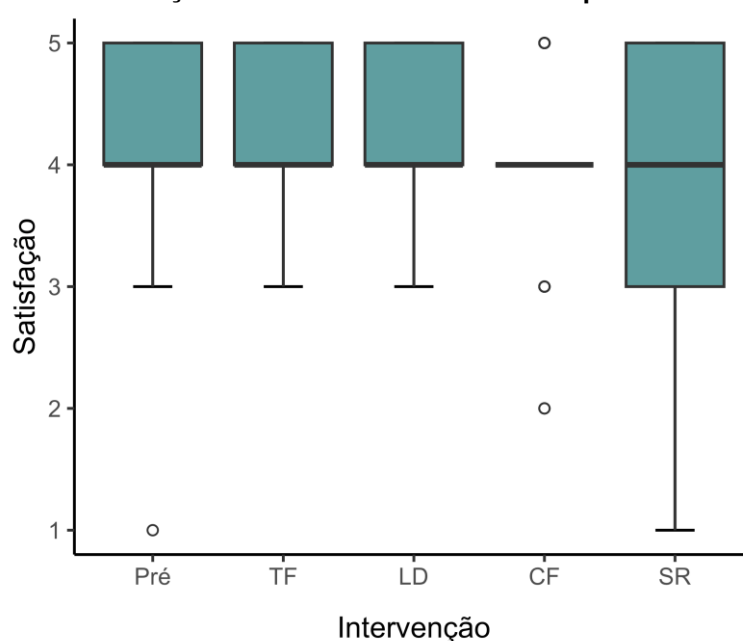
Fonte: Autoria própria (2024)

Observa-se que, em todos os grupos, a mediana da satisfação se encontra em torno de 4, indicando um nível moderado a elevado de satisfação nesses contextos, ao reforçar que não houve mudanças estatísticas significativas.

5.7.2 No Brasil

Da mesma forma, no Brasil, os estudantes foram questionados quanto à satisfação com as aulas antes e depois das intervenções didáticas. O Gráfico 25 sintetiza as respostas dos estudantes brasileiros.

Gráfico 25 - Satisfação dos estudantes brasileiros após as intervenções



Fonte: Autoria própria (2024)

A satisfação dos estudantes brasileiros após diferentes intervenções não diferiu estatisticamente da satisfação relatada na pré-intervenção. Observa-se que, em todos esses casos, a mediana da satisfação se situa em torno de 4; há maior concentração dos dados após a intervenção “Continuidade de Funções”; e, apesar da dispersão dos dados após a intervenção “Somadas de Riemann”, a satisfação com a metodologia de ensino adotada se manteve.

5.8 Os comentários dos estudantes

Após as intervenções didáticas, os estudantes também tiveram a oportunidade de expressar suas opiniões por meio de comentários ao responderem

ao questionário. Ao todo, 21 estudantes franceses e 18 estudantes brasileiros registraram comentários sobre as atividades desenvolvidas.

As opiniões dos estudantes franceses estão mais divididas: são 10 comentários positivos e 11 comentários de insatisfação. Dentre os comentários positivos, temos: “Isso nos permitiu seguir em frente, obrigado”; “o trabalho em grupo é divertido” e “Estou satisfeita, mas eu acho que os estudantes não estão acostumados a trabalhar em grupo, por isso não foi agradável, mas basicamente eu prefiro trabalhar em grupo”. Já os comentários de insatisfação são: “Eu queria me concentrar mais nos exercícios que fizemos em casa”; “Eu prefiro trabalhar com o professor que explica e corrige no quadro”; “Isso vai devagar” e “Eu não gosto de trabalhar em grupo”.

Os comentários negativos dos estudantes franceses deixam clara a preferência em seguir o planejamento da disciplina, com atividades individualizadas, em que possam confiar nas soluções apresentadas pelos professores e, até mesmo, em um comentário positivo. Além disso, um estudante alerta que os colegas não estão habituados ao trabalho em grupo. Esses comentários vêm de encontro com os resultados encontrados quanto à satisfação com as intervenções didáticas ocorridas na França.

Dentre os estudantes brasileiros, 13 comentários foram positivos, como: “me fez questionar o exercício várias vezes e entender melhor”; “muito bom trabalhar em grupo”; “bem melhor para entendimentos sentados em grupos e tirar dúvidas com colegas e a professora”; “eu me atrapalho bastante para resolver os exercícios, mas considero bem interessantes trabalhos em grupo” e “aula muito produtiva”. Apenas 5 estudantes expressaram a sua insatisfação ou dificuldade, como: “pelo que eu percebi, não consigo trabalhar em grupo” e “não fui muito bem, problemas difíceis”. Um dos estudantes apontou uma conclusão pessoal, afirmando “preciso estudar mais funções”.

O estudante que relatou “não fui muito bem, problemas difíceis” deixou esse comentário após a intervenção didática “Continuidade de Funções”, que, de fato, tinha um caráter mais abstrato, em comparação às intervenções didáticas anteriores, e exigia o domínio do conteúdo e de alguns teoremas. O estudante que concluiu “preciso estudar mais funções” também deixou esse comentário após a intervenção didática “Continuidade de Funções”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como forma de sintetizar os principais achados desta pesquisa, passamos a apresentar as considerações finais, mas que não serão as últimas, nem mesmo definitivas, dada a densidade do tema.

6.1 Quanto ao primeiro objetivo específico

A RBS nos permitiu atender ao primeiro objetivo específico deste trabalho, a saber: “compreender quais os usos de estratégias de metodologias ativas no ensino da matemática, aplicáveis a Cálculo I, nas engenharias e suas relações no processo de ensino e aprendizagem”.

Dos 218 artigos classificados pela RBS, 77 foram lidos e organizados em seis temáticas: Aprovação, reprovação e desistência; Reforma curricular; Resolução de problemas do mundo real; Ensino e aprendizagem; Utilização de tecnologias; e Visão holística e humanista.

Na temática “Aprovação, reprovação e desistência”, foram classificados 6 artigos que abordaram diferentes metodologias, como Clickert associado à Plataforma de *feedback* imediato, PLGI, POGIL, Reflexão assistida por pares, Resolução de problemas e Sala de Aula Invertida associada à Plataforma de *feedback* imediato. Todos os estudos encontraram, em alguma medida, diferenças positivas em algumas questões do exame, diminuição da taxa média de falha (reprovações e desistências), aumento dos índices de aprovação e diminuição dos índices de abandono. Embora as metodologias de ensino desses estudos fossem diferentes, uma característica comum a todos eles são os estudantes trabalhando em grupos ou duplas na discussão e resolução de problemas.

Os sete trabalhos que discutem a reforma curricular apresentam a inclusão de estratégias e de metodologias ativas, como tarefas relacionadas ao “mundo real”, adoção de tecnologias (plataformas de *feedback* imediato, *softwares* e laboratórios de computação), inserção de estudantes mentores em sala, sala de aula invertida, encontros de resolução de exercícios (a exemplo do TD), curso de suporte para estudantes com dificuldades e material didático elaborado pelos professores e compartilhado com o corpo docente. Novamente, em todas as situações apresentadas, os estudantes estão trabalhando em grupos. Embora não fosse o objetivo de discutir índices, mas, sim, apresentar as reformas, alguns autores ainda

relatam aumentos nos índices de aprovação, redução nos índices de falha e de desistência.

Na temática “Resolução de problemas do mundo real”, são 8 artigos que se ocupam especificamente desse tema. Os problemas apresentados requeriam determinar perímetro, área, volume e modelos matemáticos que representassem a situação proposta – e, em alguns casos, com o uso de *softwares*. Dos 8 artigos estudados, cinco apresentam o desenvolvimento das aulas em detalhes, e estes novamente relatam os estudantes trabalhando em grupos. Os autores apontam que os estudantes apresentaram algumas dificuldades para desenvolver o projeto, mas se mostraram mais interessados, mais motivados e mais persistentes.

Os estudantes percebem necessidade de planejamento e organização, assumindo responsabilidades na execução dos projetos, e observam a atividade como útil para o desenvolvimento de suas habilidades matemáticas. Nessa temática, notamos claramente a associação com a teoria de Rogers (1972), que propõe explorar o aprendizado pela curiosidade, pela utilidade e colocar os estudantes com a “mão na massa”.

A temática “Ensino e aprendizagem”, composta por 30 artigos, apresentou diversas metodologias, sendo a Sala de Aula Invertida a mais presente, figurando em 9 trabalhos. Estudantes explicando o seu raciocínio e o uso de tecnologias (clicker, plataformas e *softwares*) foram frequentemente associados à Sala de Aula Invertida. Outras metodologias encontradas foram: Games, PBL, IBL, resolução de problemas, avaliação por pares, PLGI, aprendizagem cooperativa, aprendizagem por descoberta/investigação e modelagem. Os trabalhos dessa temática apontam diversos detalhes e possibilidades de empregar metodologias ativas no ensino de matemática nas engenharias.

Os resultados relatados por este conjunto de artigos foram os mais variados. Resultados quantitativos revelam diferenças positivas nas médias ou entre exames. E, considerando o conjunto de resultados qualitativos, são relatados os seguintes aspectos: melhora na compreensão conceitual; o *feedback* imediato ajudou o estudante a alcançar os objetivos; os estudantes percebem a metodologia de ensino como útil, de modo a ajudar na compreensão do conteúdo; melhora na interação e comunicação entre os estudantes; aumento das atitudes positivas em relação à matemática; aumento do interesse, motivação e participação; dentre outros.

Dezessete artigos foram classificados sob a temática “Tecnologias”, que discutem a utilização de vídeos, MOOCs, plataformas de *feedback* imediato, construções interativas no GeoGebra e outros *softwares*, *e-books* enriquecidos (infoprodutos), portfólio colaborativo e uso de iPad *versus* laptops, com vistas à servirem de ferramentas para o ensino de matemática.

A implementação de tecnologias no ensino não garante, por si só, os efeitos benéficos esperados, e a maioria dos estudos não demonstra ganhos significativos. Exceção ocorre nos estudos voltados à compreensão de conteúdos e/ou à interpretação de gráficos, nos quais a tecnologia apresenta resultados mais favoráveis, ao possibilitar aos estudantes a visualização e a manipulação de objetos matemáticos. A utilização de *softwares*, como GeoGebra, MATLAB e Microsoft Mathematics, também contribuiu para o engajamento e a disposição dos estudantes para compreender os conteúdos, além de favorecer uma compreensão conceitual mais rápida.

Por fim, sob a temática “Visão holística e humanista”, temos 9 artigos. Sala de Aula Invertida, Games (Kahoot!), plataforma de *feedback* imediato e atividades em grupo de forma colaborativa são algumas das metodologias apresentadas. Nesses trabalhos, os autores abordam a possibilidade de estimular o envolvimento dos estudantes, aumentar a confiança e as habilidades matemáticas percebidas, atitudes mais positivas em relação à matemática, desenvolvimento da criatividade e da persistência.

Um achado importante no trabalho de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014) está relacionado à persistência, em que os estudantes relataram, com maior frequência, as atividades de como fazer os estudantes trabalharem uns com os outros em sala e pedir para explicarem seu pensamento, circunstância que os leva a estarem mais engajados durante a aula. Os autores ainda alertaram sobre a adequada implementação de atividades pedagógicas mais inovadoras, como as metodologias ativas, para alcançar a persistência dos estudantes e mantê-los motivados.

Encontramos diferentes usos de metodologias ativas no ensino de matemática nas engenharias, desde alguns minutos das aulas, algumas aulas ou durante a disciplina toda, assim como os resultados encontrados, quantitativos, qualitativos ou ambos.

6.2 Quanto ao segundo objetivo específico

Para atender ao segundo objetivo específico: “Identificar possíveis usos e os aspectos das metodologias ativas empregadas pelos professores de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidas no estudo”, foram realizadas observações de algumas aulas, e professores e estudantes responderam a questionários.

Durante as observações realizadas nos grupos de TD, constatamos que os professores franceses dedicam mais da metade do tempo de aula às atividades desenvolvidas no quadro. Desse total, 13,2% do tempo é destinado à resolução individual de exercícios pelos estudantes, enquanto 9,5% é reservado à resolução de exercícios no quadro. Além disso, 8,25% do tempo corresponde ao atendimento das dúvidas dos estudantes, seja no quadro, seja individualmente. Dessa forma, apenas 14,35% do tempo médio das aulas permanece disponível para outras atividades, o que corresponde a aproximadamente 25,8 minutos.

Percebe-se, dessa maneira, que as atividades em que os estudantes resolvem exercícios no quadro podem ser mais bem exploradas, principalmente se associadas à atividade em que o estudante explica o seu raciocínio. Assim como as atividades em que os estudantes trabalham individualmente na resolução de exercícios, se convertidas em atividades em que os estudantes trabalham em grupos, estas podem dar lugar a discussões significativas e levar a progressos reais, em direção aos estudantes orientados a se tornarem aprendizes autorregulados para toda a vida (Talbert, 2014).

Destaca-se o professor E, que, apesar de passar em média 54,6% do tempo de aula dedicado ao quadro, destinava em média 30,3 minutos, ou seja, 16,8% do tempo médio de aula para atividades em que o estudante explicava o seu raciocínio.

Também seria salutar reduzir o tempo do professor dedicado ao quadro; ainda que com pequenas mudanças, seria possível aprimorar a metodologia de ensino, como Reinholz (2015), que implementou a Reflexão Assistida por Pares e destinou apenas 10 minutos semanais para a atividade de reflexão e resolução de problemas, além da discussão entre colegas – neste caso, alcançou melhoria nos índices de aprovação e persistência.

Os professores brasileiros observados também dedicam mais da metade do tempo de aula ao quadro e parecem distribuir mais equitativamente o tempo entre as demais atividades. Destaque para os professores I e K, que dedicaram,

respectivamente, 37,3% e 47,2% do tempo médio de aula ao quadro, e destinaram 34,3% e 28,8% do tempo médio de aula para atividades em que os estudantes trabalhem individualmente ou em grupo. Além disso, o professor I foi o único a fazer uso do *software* GeoGebra e a incentivar os estudantes a fazerem o mesmo, destinando em média 12,67% do tempo de aula para o uso do *software*.

Pareceu que os professores I e K estão tentando colocar os estudantes no centro das atividades, como sugerem Bonwell e Eison (1991, p. 19): “a aprendizagem ativa envolve os estudantes fazendo coisas e pensando sobre as coisas que estão fazendo”.

Quanto ao modelo francês para a disciplina de Álgebra e Análise observado na Université Claude Bernard Lyon 1, pontua-se que este traz características que podem contribuir para o modelo brasileiro à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. A principal característica é a carga horária destinada para a disciplina – e, principalmente, aquela destinada para a resolução de exercícios, sendo um espaço que permite alguma flexibilidade, especialmente no que tange à metodologia de ensino adotada, mesmo em apenas uma 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), dentre outros.

Já a contribuição do modelo brasileiro para o modelo francês seria a redução do tempo que o professor dedica ao quadro, permitindo o desenvolvimento de outras atividades, principalmente aquelas em que o estudante está no centro do processo de aprendizagem, como sugerem Bonwell e Eison (1991), a exemplo do uso de *softwares* matemáticos, como o GeoGebra, e do trabalho dos estudantes em grupos.

A inclusão do uso de *softwares*, como o GeoGebra, nas aulas de CDI1 constitui uma ferramenta que permite acelerar a compreensão dos conteúdos (Božić; Takač; Stankov, 2021) e realizar manipulações que o ambiente estático do quadro não possibilita (Yimer, 2020).

Assim, estaríamos caminhando em direção a um ensino mais centrado no estudante, como recomendam as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Brasil, 2019). Além disso, Albalawi (2018) destaca a importância da aprendizagem autorregulada e da aprendizagem centrada no estudante para que estes se envolvam efetivamente no processo de aprendizagem e assumam responsabilidades por sua formação, tornando-se aprendizes ao longo da

vida. Mercat (2022a) destaca a resistência à mudança nas instituições educacionais em relação às metodologias de ensino usualmente utilizadas e reforça que o uso de metodologias ativas promove melhorias nas taxas de retenção e no engajamento dos estudantes (Mercat, 2022b).

Parece haver concordância entre os professores franceses e brasileiros quanto às metodologias de ensino da disciplina de CDI, pois as oito primeiras atividades de ensino mais frequentemente empregadas, dentre as 21 analisadas, são comuns aos dois grupos, embora as disciplinas apresentem características distintas. São elas: “Professor responde perguntas no quadro”, “Pergunta se os estudantes têm dúvidas”, “Professor resolve exercícios no quadro”, “Professor realiza discussão com toda a turma”, “Solicita aos estudantes que resolvam exercícios antes da aula”, “Solicita que o estudante explique seu raciocínio”, “Solicita aos estudantes que resolvam exercícios individualmente” e “Atende aos estudantes individualmente”.

Caso o estudante participe efetivamente das atividades, apresentando suas dúvidas, participando das discussões com a turma e explicando seu raciocínio, essas são as únicas atividades que exigem algum envolvimento e engajamento por parte dos estudantes. As demais apresentam características de trabalho individual e passivo e, portanto, relacionam-se mais estreitamente à metodologia tradicional de ensino. Outrossim, as respostas dos estudantes apontam que estes percebem a metodologia de ensino da mesma forma que seus professores afirmam utilizá-la.

Contudo, não se percebe a mesma concordância entre professores franceses e brasileiros quanto às atividades consideradas mais importantes e capazes de contribuir para a aprendizagem dos estudantes, conforme ilustrado no Gráfico 11. Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre as respostas, esse resultado pode ser explicado pelo tamanho reduzido das amostras.

Os professores franceses indicaram as atividades “Resolvem exercícios individualmente” e “Trabalha com seus colegas na resolução de exercícios” entre as mais importantes para a aprendizagem. A primeira não favorece a troca de experiências nem a possibilidade de desenvolver outras habilidades da mesma forma que a segunda. Ambas poderiam ser complementares caso fossem desenvolvidas em conjunto com atividades como “Solicita que o estudante explique seu raciocínio” ou “Solicita aos estudantes que façam uma apresentação para toda a classe”.

As demais atividades indicadas pelos professores franceses são: “Resolve exercícios antes da aula”, “Vê o professor resolver exercícios no quadro” e “Pergunta

se os estudantes têm dúvidas”, que, em conjunto com “Resolvem exercícios individualmente”, caracterizam as atividades típicas dos grupos de TD. Nem sempre os estudantes resolvem os exercícios antes das aulas, como constatado pelo professor B. Além disso, o tempo que o professor dedica ao quadro e o tempo em que os estudantes trabalham individualmente são elevados, conforme evidenciado nas observações realizadas.

Quando os estudantes não resolvem os exercícios com antecedência, perdem a oportunidade de “Fazer perguntas sobre as suas dúvidas”, “Explicar um exercício para um colega” ou “Resolver os exercícios no quadro”, atividades que favorecem o desenvolvimento do pensamento de ordem superior.

Por sua vez, dentre os professores brasileiros, as atividades consideradas mais importantes para a aprendizagem dos estudantes parecem não estar em sintonia com aquelas que afirmam utilizar em suas aulas. As atividades “Explica um exercício para um colega” e “Resolve os exercícios no quadro”, classificadas, respectivamente, como a primeira e a quinta mais importantes para a aprendizagem, não figuram entre as dez atividades mais utilizadas pelos professores e tampouco foram identificadas nos encontros observados. Na visão dos professores brasileiros, as atividades que mais contribuem para a aprendizagem são aquelas em que o estudante está ativamente envolvido.

Certamente, as atividades “Vê o professor resolver exercícios no quadro” e “Faz perguntas sobre as suas dúvidas”, apontadas por professores franceses e brasileiros entre as cinco mais importantes para a aprendizagem, evidenciam tanto a necessidade da resolução de exercícios quanto a preocupação docente de que os estudantes não deixem a aula com dúvidas.

Além disso, a visão dos estudantes acerca das atividades mais importantes para a aprendizagem aponta para um modelo de ensino tradicional, no qual o professor apresenta o conteúdo e a solução dos problemas, enquanto os estudantes permanecem em posição predominantemente passiva, ouvindo e copiando, tanto na França quanto no Brasil.

No cenário francês, acredita-se que os estudantes não considerem importante resolver os exercícios antes da aula, pois dispõem de tempo para isso durante os grupos de TD, seja por meio do trabalho individual, seja pelo acompanhamento das resoluções apresentadas pelos professores no quadro. Essa interpretação pode ser corroborada pela importância atribuída à atividade “Resolve exercícios antes da aula”

pelos professores, cuja avaliação difere significativamente daquela atribuída pelos estudantes, que a consideram menos importante.

De maneira sucinta, no cenário francês, parece-nos que os professores concebem a aprendizagem da seguinte forma: o estudante resolve os exercícios antes do TD, leva suas dúvidas para a aula, acompanha a apresentação das soluções pelo professor no quadro e trabalha, tanto individualmente quanto com os colegas, na resolução dos exercícios. As atividades de ensino desenvolvidas pelos professores seguem essa mesma lógica, sendo percebidas dessa forma pelos estudantes.

Enquanto os estudantes não percebem a importância da resolução prévia dos exercícios, permanecem como espectadores, assistindo ao professor responder às perguntas e apresentar as soluções no quadro, além de realizarem atividades individualmente. Os estudantes também percebem que podem receber auxílio dos colegas quando resolvem exercícios em grupo. No entanto, essa atividade (resolução de exercícios em grupo) não foi observada nas aulas analisadas.

No Brasil, segundo a percepção dos professores, a aprendizagem ocorre da seguinte forma: o estudante explica um exercício a um colega, expõe seu raciocínio, faz perguntas sobre suas dúvidas, acompanha o professor na apresentação das soluções dos exercícios e, por fim, resolve exercícios no quadro. Entretanto, as atividades de ensino mais frequentemente empregadas pelos docentes não caminham integralmente nessa direção, percepção que também é compartilhada pelos estudantes. Estes, por sua vez, consideram que aprendem de forma mais passiva, assistindo às aulas, acompanhando a resolução de exercícios apresentada pelo professor no quadro, formulando dúvidas, recebendo as respostas do docente e trabalhando com os colegas na resolução de exercícios.

Percebe-se que os professores, de modo geral, admitem práticas de ensino semelhantes nos dois países, e que os estudantes compartilham percepções próximas às de seus docentes em relação ao ensino. Os professores franceses parecem valorizar práticas mais associadas à observação e à resolução individual de exercícios, enquanto os professores brasileiros demonstram preferência por atividades que envolvam maior participação discente. Contudo, as práticas de ensino observadas nem sempre refletem essas concepções, o que evidencia certo descompasso entre a forma como os professores brasileiros acreditam que os estudantes aprendem e a maneira como conduzem suas aulas.

Também se observa que estudantes franceses e brasileiros assumem, em diversos momentos, uma posição predominantemente receptiva em relação ao processo de aprendizagem, atuando como espectadores que recebem informações dos professores e apoio dos colegas na resolução dos exercícios.

Certamente, constitui um desafio para os professores conscientizar os estudantes acerca da importância de resolver os exercícios com antecedência, de modo que possam levar suas dúvidas para a sala de aula e participar de discussões com os colegas, mantendo-se engajados no processo de aprendizagem. Da mesma forma, é desafiador para os docentes reduzir o tempo dedicado às atividades centradas na exposição no quadro, em que o professor fala e os estudantes ouvem e copiam, migrando para atividades que favoreçam a discussão, a reflexão e a participação ativa dos estudantes.

As metodologias ativas não estão ausentes dos contextos analisados; contudo, aparecem de forma fragmentada e pouco estruturada, o que limita seu potencial de transformação do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados desta pesquisa evidenciam que, embora tais metodologias sejam amplamente discutidas na literatura, sua presença nas práticas docentes observadas ainda é reduzida. Dessa forma, verifica-se um descompasso entre a produção acadêmica e a prática pedagógica, indicando a necessidade de uma maior aproximação entre pesquisa e ensino.

6.3 Quanto ao terceiro objetivo específico

A partir da RBS, das observações realizadas e dos questionários respondidos pelos professores e estudantes, e a fim de atender ao terceiro objetivo específico: “Propor intervenções didáticas com o uso de metodologias ativas para conteúdos específicos da disciplina de Cálculo I nos cursos de Engenharia envolvidas no estudo”, conforme descrito na subseção 4.4, foi possível elaborar quatro intervenções didáticas.

Após as observações realizadas e o estudo da ementa das disciplinas, selecionamos os conteúdos que possibilitavam a inserção de estratégias de metodologias ativas, a saber: Transformação de Funções, Limite por Definição, Continuidade de Funções e Somas de Riemann. As intervenções didáticas se encontram nos APÊNDICES I, J K e L.

As principais estratégias de metodologias ativas associadas às atividades foram: a resolução de exercícios em grupos, o uso de *software* matemático (GeoGebra), a resolução de problemas do mundo real, desenvolvimento da criatividade e a apresentação de raciocínio para toda a classe. Todas com o objetivo de desenvolver nos estudantes habilidades de aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento do pensamento de ordem superior, conforme a Taxonomia de Bloom. Ainda, conforme Rogers (1972) e Bonwell e Eison (1991) sugerem, com o estudante no centro da atividade e com a “mão na massa”.

6.4 Quanto ao quarto e quinto objetivos específicos

Estas intervenções didáticas foram aplicadas na LYON1 e na UTFPR Pato Branco, conforme o Quadro 14, atendendo, assim, ao quarto objetivo específico: “Realizar intervenções didáticas orientadas por metodologias ativas em turmas de Cálculo I participantes do estudo no Brasil e na França”.

O quinto objetivo específico: “Analisar essas intervenções em relação ao processo de ensino e aprendizagem, bem como avaliar a percepção dos estudantes participantes do estudo” não é atendido integralmente, uma vez que os dados referentes ao rendimento acadêmico dos estudantes participantes não foram fornecidos pela LYON 1.

Todavia, analisando as fotos das resoluções das atividades, percebe-se que seria necessário mais tempo para o desenvolvimento das atividades, devido ao número elevado de grupos que não concluíram todos os exercícios. Na França, as intervenções didáticas tiveram duração de 90 minutos e, no Brasil, de 100 minutos, 10 ou 15 minutos suplementares seriam importantes.

Os estudantes franceses demonstraram organização nos registros, domínio algébrico, rigor matemático e aplicação dos teoremas. Também foram capazes de criar mais exercícios de criatividade, para além do clássico: a função é contínua em a ? Em alguns momentos, pôde-se observar alguns equívocos com sinais, mas em um número muito inferior ao observado no Brasil.

Acredita-se que as fragilidades observadas entre os estudantes brasileiros se devem ao fato de serem turmas de estudantes repetentes em Cálculo. O nível matemático elevado dos estudantes franceses é devido ao fato de serem estudantes que buscam por vagas nas melhores escolas de engenharia do país.

Ainda, os questionários que os estudantes responderam após as intervenções nos permitiram analisar suas concepções de aprendizagem, a satisfação com as atividades e os comentários deixados por alguns deles.

Os estudantes franceses não estavam habituados aos trabalhos em grupos, pois essa atividade não pôde ser notada nas observações, e apontaram redução de satisfação com as aulas após 3 das 4 intervenções didáticas, assim como os comentários negativos deixados por 11 de 21 participantes: “Eu prefiro trabalhar com o professor que explica e corrige no quadro”, “Isso vai devagar” e “eu não gosto de trabalhar em grupo”.

Tais resultados não surpreendem, uma vez que o curso preparatório é altamente competitivo, pois os estudantes buscam uma vaga em uma das 154 grandes escolas de Engenharia. O curso possui uma ementa extensa e um cronograma rígido; assim, uma atividade adicional pode, de fato, ser percebida como um fator que desacelera o ritmo das aulas e compromete o andamento do curso. Conforme relatado por Bénéteau *et al.* (2016), Bonwell e Eison (1991) e Murphy, Chang e Suaray (2016), os estudantes podem apresentar resistência a metodologias distintas daquelas usualmente empregadas.

Quanto às concepções de aprendizagem dos estudantes franceses após as intervenções didáticas, dois achados chamam a atenção. Após a intervenção “Continuidade de funções”, os estudantes passaram a atribuir maior importância à atividade “Professor atende aos estudantes individualmente”, o que reforça a ideia de manutenção do modelo característico dos grupos de TD, no qual o estudante permanece em uma posição mais receptiva, recebendo auxílio do professor.

Após a intervenção “Limite por definição”, os estudantes passaram a atribuir maior importância à atividade “Professor aborda um problema do mundo real”, resultado que se mostra promissor. A satisfação com a aula após essa intervenção não difere estatisticamente daquela observada antes de sua realização, e os estudantes passaram a perceber maior utilidade no envolvimento com problemas reais. Em outras palavras, a satisfação não diminuiu, o que nos leva a supor que a atividade centrada na resolução de problemas do mundo real contribuiu para manter os estudantes motivados, conforme também observaram Caridade *et al.* (2018) e Farnell e Snipes (2015), em consonância com as recomendações de Rogers (1972).

Da mesma forma, no Brasil, a satisfação com as intervenções não apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação às aulas regulares, resultado

particularmente relevante diante do histórico de resistência às mudanças metodológicas já relatado na literatura.

Um achado importante relacionado à concepção de aprendizagem dos estudantes brasileiros após a intervenção didática “Transformação de funções” refere-se à maior importância atribuída à atividade “Usa algum software matemático”. Esse resultado pode estar associado ao uso do GeoGebra como ferramenta de visualização da aprendizagem, permitindo representações e manipulações que não são possíveis por meio do quadro em sua forma estática, conforme apontado por Yimer (2020).

Ainda de acordo com Pinto, Mendonça e Nicola (2022), a implementação de metodologias ativas no ensino de Matemática possibilitou que estudantes com desempenho mais baixo demonstrassem maior interesse pelas aulas e obtivessem melhora em seus resultados acadêmicos.

6.5 Quanto ao sexto objetivo específico

O último objetivo específico: “Elaborar uma coletânea com as intervenções didáticas realizadas” se encontra disponível em forma de infoproduto, um livro de atividades na plataforma *on-line* e gratuita do GeoGebra. Qualquer usuário pode acessar através do *link*: <https://www.geogebra.org/m/x3eaprcv>. Os professores que desejarem utilizar o material podem fazê-lo *on-line* ou, então, adaptá-lo à sua realidade mediante a criação de uma conta na plataforma.

A coletânea traz cada uma das atividades, seus objetivos, sugestões de aplicações, tempo de atividade, a organização da sala e as referências bibliográficas.

Essa coletânea representa uma contribuição prática relevante da pesquisa, permitindo a transferência do conhecimento produzido para o contexto educacional. Além disso, ela se configura como um instrumento potencial de formação docente, ao contribuir para a disseminação de práticas pedagógicas mais alinhadas às demandas contemporâneas da educação em engenharia.

6.6 Quanto ao objetivo geral

Quanto ao objetivo geral: “Avaliar os aspectos do uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I dos cursos de engenharia no Brasil e na França”, alcançamos alguns resultados que passamos a relatar.

Dentre os impactos do uso de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, aplicáveis à disciplina de Cálculo I, identificados na RBS e observados ao longo desta pesquisa, destacam-se:

- (i) os estudantes percebem necessidade de planejamento e organização: quando nos comentários um estudante brasileiro assume “preciso estudar mais funções”, por exemplo;
- (ii) os estudantes percebem a atividade como útil para o desenvolvimento de suas habilidades matemáticas e a compreensão do conteúdo: quando um estudante francês afirma “Isso nos permitiu seguir em frente, obrigado”, e quando os estudantes brasileiros dizem “me fez questionar o exercício várias vezes e entender melhor” e “bem melhor para entendimentos sentados em grupos e tirar dúvidas com colegas e a professora”;
- (iii) a compreensão conceitual: como podemos observar nas atividades desenvolvidas nas intervenções didáticas, principalmente nos exercícios em que os estudantes não tiveram dificuldades, das intervenções “Limite por Definição” e “Somadas de Riemann”, pois compreenderam a definição de limite no infinito e chegaram ao teorema fundamental do cálculo, respectivamente;
- (iv) desenvolvimento da criatividade: podemos perceber nas resoluções apresentadas pelos estudantes franceses, na atividade de criatividade na intervenção didática “Continuidade de Funções”; e
- (v) a satisfação com as atividades: os autores relataram estudantes resistentes às mudanças de metodologias, mas a satisfação com as atividades não diminuiu entre os estudantes brasileiros – e não diminuiu entre os estudantes franceses na intervenção didática “Limite por Definição”. Os estudantes brasileiros nos parecem menos resistentes às metodologias ativas, enquanto os estudantes franceses parecem aceitar melhor uma atividade de resolução de problemas do mundo real.

No que tange aos impactos das intervenções didáticas em relação à metacognição dos estudantes participantes no estudo, temos:

- (i) o aumento da importância atribuída à atividade “Professor aborda um problema do mundo real” para a aprendizagem, entre os estudantes franceses, após a intervenção didática “Limite por Definição”, uma vez que

essa atividade foi desenvolvida a partir de uma situação envolvendo um tanque de água e a concentração de sal; e

- (ii) o aumento da importância atribuída à atividade “Utiliza algum *software* matemático” para a aprendizagem, entre os estudantes brasileiros, após a intervenção didática “Transformação de Funções”, uma vez que os estudantes puderam observar, por meio de uma construção dinâmica no GeoGebra, as diferentes transformações nos gráficos de uma função.

Assim, considera-se que o objetivo geral foi alcançado em partes, uma vez que o quinto objetivo específico não pôde ser atendido integralmente.

Apesar de alguns comentários negativos, sobretudo por parte dos estudantes franceses, bem como da redução dos níveis de satisfação com as atividades propostas observada nesse grupo, tais resultados já eram esperados. Ainda assim, não encontramos resultados que desencorajem ou desaconselhem o uso de estratégias de metodologias ativas no ensino de Cálculo I nas engenharias.

Como resultados secundários, temos alguns achados a considerar:

- (i) a RBS, que proveu um amplo estudo das metodologias ativas empregadas no ensino de matemática nas engenharias;
- (ii) a RBS também reúne uma coletânea de exemplos e atividades que empregam o uso de metodologias ativas no ensino de matemática nas engenharias;
- (iii) as observações realizadas das aulas e os questionários aplicados aos professores e estudantes permitiram ir além do segundo objetivo específico, ou seja, ir além de conhecer as metodologias de ensino empregadas, de modo a ser possível conhecer as concepções de aprendizagem de professores e estudantes;
- (iv) os professores brasileiros, embora empreguem atividades tradicionais no ensino de CDI, também dedicam mais tempo a atividades de discussão com a turma, à apresentação de raciocínios pelos estudantes e ao uso de *softwares*, o que parece indicar uma maior receptividade à implementação de estratégias baseadas em metodologias ativas; e
- (v) os estudantes brasileiros não tiveram seus níveis de satisfação diminuídos com as intervenções didáticas e, assim, igualmente parecem estar mais receptivos para a implementação de estratégias de metodologias ativas.

Com este trabalho, acredita-se contribuir para o ensino de matemática nas engenharias, fornecendo subsídios para o estudo de metodologias ativas, exemplos de aplicações, resultados positivos encontrados em diferentes cenários, concepções de ensino e aprendizagem que regem as estratégias de ensino adotadas pelos professores e estratégias de estudo dos discentes. Conhecer essas concepções de ensino e aprendizagem é um convite aos professores para refletirem e repensarem as suas práticas.

Como perspectivas de continuidade deste trabalho, enfatiza-se a busca por atingir o quinto objetivo específico de maneira integral, bem como a ampliação da coletânea das intervenções didáticas a partir dos exemplos encontrados na RBS.

À luz da teoria de Carl Rogers, os resultados desta pesquisa indicam que o ensino de CDI1 ainda se encontra distante de um modelo que promova plenamente a aprendizagem significativa. Embora as intervenções tenham incorporado elementos importantes, como participação ativa, resolução de problemas e uso de tecnologias, a transformação do processo de ensino requer uma mudança mais profunda no papel do professor, que deve atuar como facilitador da aprendizagem.

Nesse sentido, destaca-se que a adoção de metodologias ativas não deve ser entendida como uma mera substituição de técnicas, mas como uma mudança paradigmática que envolve concepções de ensino, aprendizagem e formação humana.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, Mohamed Elhassan; GAFFAR, Abdelrahim Mutwakel. **The seven steps of PBL implementation: tutor's manual**. Blueprints in Health Profession Education Series, 2011.
- ADAMS, Caleb; DOVE, Anthony. Calculus students flipped out: the impact of flipped learning on calculus students' achievement and perceptions of learning. **PRIMUS**, v. 28, n. 6, p. 600–615, 3 jul. 2018.
- ADIGUZEL, Tufan; KAMIT, Tayfun; ERTAS, Bulent. Teaching and learning experiences with enhanced books in engineering math and science courses. **Contemporary Educational Technology**, v. 11, n. 12, p. 143–158, 2020.
- ALBALAWI, Abdullah 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.
- ANDERSON, Laura; BRENNAN, Joseph Phillip. An Experiment in “Flipped” Teaching in Freshman Calculus. **PRIMUS**, v. 25, n. 9–10, p. 861–875, 26 nov. 2015.
- ANTON, Howard; BIVENS, Irl; DEVIS, Stephen. **Cálculo**. 10. ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. v. 1
- BABAALI, Parisa; GONZALEZ, Lidia. A quantitative analysis of the relationship between an online homework system and student achievement in pre-calculus. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 46, n. 5, p. 687–699, 4 jul. 2015.
- BAKRI, Syah Runniza Ahmad *et al.* Bridging the gap between the derivatives and graph sketching in calculus. **Asian Journal of University Education**, v. 16, n. 4, p. 121, 24 jan. 2021.
- BATES, Tony. **Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem**. 1. ed. ed. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.
- BÉNÉTEAU, Catherine *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.
- BÉNÉTEAU, Catherine *et al.* POGIL in the calculus classroom. **PRIMUS**, v. 27, n. 6, p. 579–597, 2017.
- BENNOUN, Steve; HOLM, Tara. Establishing consistent active learning in a Calculus I Course. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 565–577, 28 maio 2021.
- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia de aprendizagem**. 1. ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2008.

BLUM, Werner. Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do? *In*: CHO, Sung Je (ORG.). **The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education**: intellectual and attitudinal challenges. New York, NY: Springer International Publishing, 2015.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active learning: creating excitement in the classroom**. Washington, DC: ASHE-ERIC Higher Education Reports, 1991.

BOŽIĆ, Radoslav; TAKAČI, Đurđica; STANKOV, Gordana. 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. **Parecer: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, 2019a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file>. Acesso em: 9 maio. 2021

BRASIL. **Resolução CNE/CES 2/2019**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, pp. 43 e 44, 2019b.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Educacional Anísio Teixeira (INEP)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 5 maio. 2022.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Educacional Anísio Teixeira (INEP)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 22 set. 2025.

BRAVO, Edna *et al.* **Video as a new teaching tool to increase student motivation**. *In*: IEEE, abr. 2011. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5773205/>. Acesso em: 22 set. 2025.

CARIDADE, Cristina M. R. *et al.* Project-based teaching in Calculus courses: Estimation of the surface and perimeter of the Iberian Peninsula. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 26, n. 5, p. 1350–1361, set. 2018.

CARNEY, Debra *et al.* Calculus II course redesign: supporting faculty in pedagogical change. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 643–657, 2021.

CATARINO, Paula *et al.* Aprendizaje cooperativo para promover el pensamiento creativo y la creatividad matemática en la educación superior. **REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 17, n. 3, p. 5–22, 20 jun. 2019.

CATARINO, Paula; VASCO, Paulo. Teaching linear algebra in engineering courses using critical thinking. **Open Education Studies**, v. 3, n. 1, p. 76–83, 1 jan. 2021.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5a. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer Instruction: ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970–977, set. 2001.

CZOCHER, Jennifer A. How does validating activity contribute to the modeling process? **Educational Studies in Mathematics**, v. 99, n. 2, p. 137–159, 22 out. 2018.

DORKO, Allison. Red X's and Green Checks: a model of how students engage with online homework. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 6, n. 3, p. 446–474, 25 out. 2020.

DUZHIN, Fedor; GUSTAFSSON, Anders. Machine learning-based app for self-evaluation of teacher-specific instructional style and tools. **Education Sciences**, v. 8, n. 1, p. 7, 10 jan. 2018.

EKLUND, Holly. An interactive delivery model for students repeating calculus for scientists & engineers I. **PRIMUS**, v. 30, n. 2, p. 123–141, 7 fev. 2020.

ELLIS, Jessica; KELTON, Molly L.; RASMUSSEN, Chris. Student perceptions of pedagogy and associated persistence in calculus. **ZDM**, v. 46, n. 4, p. 661–673, 22 ago. 2014.

FARNELL, Elin; SNIPES, Marie A. Using the pottery wheel to explore topics in Calculus. **PRIMUS**, v. 25, n. 2, p. 170–180, 7 fev. 2015.

FARRELL, John J.; MOOG, Richard S.; SPENCER, James N. A guided inquiry general chemistry course. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 4, p. 570–574, 1999.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010.

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2013.

FIELD, Andy; MILES, Jeremy; FIELD, Zoë. **Discovering statistics using R**. Great Britain: Sage Publications, Ltd, v. 958, 2012.

FIGUEROA-CAÑAS, Josep; SANCHO-VINUESA, Teresa. Investigating the relationship between optional quizzes and final exam performance in a fully

asynchronous online calculus module. **Interactive Learning Environments**, v. 29, n. 1, p. 33–43, 2 jan. 2021.

FISHER, Brian; LUCAS, Timothy; GALSTYAN, Araksi. The role of ipads in constructing collaborative learning spaces. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 18, n. 3, p. 165–178, 20 out. 2013.

FLEMMING, Diva Marília; GONÇALVES, Mirian Buss. **Cálculo A: funções, limites, derivação e integração**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2006.

FREEMAN, Scott *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 10 jun. 2014.

FRITZ, C. O.; MORRIS, P. E.; RICHLER, J. J. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. **Journal of experimental psychology: General**, [s. l.], v. 141, n. 1, p. 2, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLYNN-ADEY, Parker. Using a wiki to collect student work in Vector Calculus. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 52, n. 7, p. 1131–1137, 9 ago. 2021.

GODFRED, Amevor; BAYAGA, Anass; BOSSE, Michael J. Analysis of rural-based pre-service teachers spatial-visualisation skills in problem solving in vector Calculus using MATLAB. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 16, n. 10, p. 125–149, 2021.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Hugo G. *et al.* Looking for experimental evidence of critical thinking through EEG. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 15, n. 2–3, p. 333–351, 10 set. 2021.

GOSSER, David K.; ROTH, Vicki. The workshop chemistry project: peer-led team-learning. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 2, p. 185–187, 1998.

GRAAFF, Erik de; CHRISTENSEN, Hans Peter. Editorial: theme issue on active learning in engineering education. **European Journal of Engineering Education**, 2004.

GRUBER, Sean *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, Emilie *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.

HAYWARD, Charles N.; KOGAN, Marina; LAURSEN, Sandra L. Facilitating instructor adoption of inquiry-based learning in college mathematics. **International Journal of**

Research in Undergraduate Mathematics Education, v. 2, n. 1, p. 59–82, 25 abr. 2016.

HELLE, Laura; TYNJÄLÄ, Päivi; OLKINUORA, Erkki. project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, n. 2, p. 287–314, mar. 2006.

HERNANDEZ, Josefina *et al.* MOOCs as a remedial complement: students' adoption and learning outcomes. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 12, n. 1, p. 133–141, 1 jan. 2019.

HINKLE, D. E.; WIERSMA, W.; JURIS, S. G. **Applied statistics for the behavioral sciences**. [S. l.]: Houghton Mifflin College Division, 2003. v. 663

HOPKINS, Robin F. *et al.* Spaced retrieval practice increases college students' short- and long-term retention of mathematics knowledge. **Educational Psychology Review**, v. 28, n. 4, p. 853–873, 12 dez. 2016.

HYLAND, Diarmaid; VAN KAMPEN, Paul; NOLAN, Brien. 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.

JUCÁ, Sandro César Silveira. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. **Ciência & Cognição**, v. 08, p. 22–28, 2006.

JUNGIĆ, Veselin *et al.* On flipping the classroom in large first year calculus courses. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 46, n. 4, p. 508–520, 19 maio 2015.

KAUR, P.; STOLTZFUS, J.; YELLAPU, V. Descriptive statistics. **International Journal of Academic Medicine**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 60–63, 2018.

KAY, Robin; KLETSKIN, Ilona. Evaluating the use of problem-based video podcasts to teach mathematics in higher education. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 619–627, set. 2012.

KHAN, Bibi Rabia. Metacognitive skills of students in a mathematics class with supplemental instruction and online homework. **Journal of Mathematics Education at Teachers College**, v. 11, n. 1, p. 33–41, 2020.

KILTY, Joel; MCALLISTER, Alex M. A modeling-based approach to Calculus. **PRIMUS**, v. 30, n. 3, p. 316–334, 15 mar. 2020.

KING, Bruce M.; ROSOPA, Patrick J.; MINIUM, Edward W. **Statistical reasoning in the behavioral sciences**. John Wiley & Sons, 2018.

KINNARI-KORPELA, Hanna. Using short video lectures to enhance mathematics learning - experiences on differential and integral calculus course for engineering students. **Informatics in Education**, v. 14, n. 1, p. 67–81, 13 abr. 2015.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's Taxonomy: an overview. **Teory in Practice**, v. 41, n. 4, p. 212–218, 2002.

KRAUSE, Andrew J.; MACCOMBS, Ryan J.; WONG, Willie 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.

KRIPPENDORFF, Klaus. **Metodología de análisis de contenido**. Barcelona: Paidós, 1990.

KSIR, Amy E. *et al.* Activating Calculus to command the seas: reflecting on ten years of active and inquiry-based learning at the US Naval Academy. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 449–466, 2021.

LAGE, Maureen J.; PLATT, Glenn J.; TREGLIA, Michael. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment. **Journal of Economic Education**, v. 31, n. 1, p. 30–43, 2000.

LAURSEN, Sandra L.; RASMUSSEN, Chris. I on the Prize: inquiry approaches in undergraduate mathematics. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 5, n. 1, p. 129–146, 7 abr. 2019.

LEWIS, Scott E.; LEWIS JENNIFER E. Departing from lectures: an evaluation of a peer-led guided inquiry alternative. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 1, p. 135–139, 2005.

LIANG, Senfeng. Teaching the concept of limit by using conceptual conflict strategy and desmos graphing calculator. **International Journal of Research in Education and Science**, v. 2, n. 1, p. 35, 3 out. 2015.

LIMA JUNIOR, Paulo *et al.* Taxas longitudinais de retenção e evasão: uma metodologia para estudo da trajetória dos estudantes na educação superior. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 27, n. 102, p. 157–178, 1 mar. 2019.

LOVE, Betty *et al.* Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 45, n. 3, p. 317–324, 3 abr. 2014.

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.

MACIEJEWSKI, Wes. Flipping the calculus classroom: an evaluative study. **Teaching Mathematics and its Applications**, v. 35, n. 4, p. hrv019, 29 dez. 2015.

MACIEJEWSKI, Wes *et al.* Change comes from without: lessons learned in a chaotic year. **PRIMUS**, v. 31, n. 3–5, p. 504–516, 28 maio 2021.

MCCALLUM, Shelly *et al.* An Examination of the flipped classroom approach on college student academic involvement. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, v. 27, n. 1, p. 42–55, 2015.

MCLEOD, Bryce D. *et al.* Examining the correspondence between teacher- and observer-report treatment integrity measures. **School Mental Health**, v. 14, n. 1, p. 20–34, 1 mar. 2022.

MEDEL VILTRES, Yamira *et al.* SoftMatrix: software para el trabajo con matrices. **3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC**, v. 9, n. 2, p. 83–117, 29 jun. 2020.

MENDEZABAL, Marie Jean M. J. N.; TINDOWEN, D. J. C. Darin Jan. Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential calculus through Microsoft mathematics. **Journal of Technology and Science Education**, v. 8, n. 4, p. 385, jul. 2018.

MERCAT, C. Case study from Université Claude Bernard, Lyon 1. **Open Education Studies**, v.4, n.1, p.120-135, 2022.

MERCAT, C. Introduction to active learning techniques. **Open Education Studies**, v.4, n.1, p.161-172, 2022.

MONTEIRO PAULO, Rosa; PEREIRA, Anderson Luís; PAVANELO, Elisangela. The constitution of mathematical knowledge with augmented reality. **The Mathematics Enthusiast**, v. 18, n. 3, p. 641–668, 1 ago. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente**. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2010. Disponível em: www.moreira.if.ufrgs.br. Acesso em: 27 abr 2023.

MURPHY, Julia; CHANG, Jen-Mei; SUARAY, Kagba. Student performance and attitudes in a collaborative and flipped linear algebra course. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 47, n. 5, p. 653–673, 3 jul. 2016.

NEY, Otávio Abrantes de Sá. **Sistemas de Informação acadêmica para o controle da evasão**. Dissertação. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2010.

NG, Oi-Lam *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.

OCAL, Mehmet Fatih. The effect of Geogebra on students' conceptual and procedural knowledge: the case of applications of derivative. **Higher Education Studies**, v. 7, n. 2, p. 67, 2 maio 2017.

O'DONOVAN, Barbara; GEARY, Krisan. Measuring income inequality in a general education or calculus mathematics classroom. **PRIMUS**, v. 29, n. 3–4, p. 244–258, 21 abr. 2019.

OLSON, Jo Clay; COOPER, Sandy; LOUGHEED, Tom. Influences of teaching approaches and class size on undergraduate mathematical learning. **PRIMUS**, v. 21, n. 8, p. 732–751, nov. 2011.

PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.

PAWLASCHYK, Thomas; WEGNER, Sven-Ake. Engaging students in conjecturing through homework in real analysis and differential equations. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 51, n. 3, p. 439–450, 2020.

PELKOLA, Timo; RASILA, Antti; SANGWIN, Christopher. Investigating Bloom's learning for mastery in mathematics with online assessment. **Informatics in Education**, v. 17, n. 2, p. 363–380, 2018.

PEREIRA, Clarisse Ferrão *et al.* **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)- Uma proposta inovadora para os cursos de engenharia**. XIV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção, 2007. Disponível em: http://www.nogueira.eti.br/profmarcio/obras/publicado_1474.pdf. Acesso em: 18 jul. 2022

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; BARRETO, Maria Auxiliadora Motta; PAZETI, Marina. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production**, v. 27, n. spe, 2017.

PESARE, Enrica *et al.* Game-based learning and Gamification to promote engagement and motivation in medical learning contexts. **Smart Learning Environments**, v. 3, n. 1, 1 dez. 2016.

PETRILLO, Joseph. On flipping first-semester calculus: a case study. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 47, n. 4, p. 573–582, 18 maio 2016.

PINTO, Carla M. A.; MENDONÇA, Jorge; NICOLA, Susana. DrIVE-MATH Project: case study from the polytechnic of Porto, PT. **Open Education Studies**, v. 4, n. 1, p. 1–20, 1 jan. 2022.

PONCE CAMPUZANO, J. C. *et al.* Dynamic visualization of line integrals of vector fields: a didactic proposal. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 50, n. 6, p. 934–949, 18 ago. 2019.

PRATIWI; ISTIYOWATI, L. S. S. Simulation and games based learning model for learning math in higher education. **Universal Journal of Educational Research**, v. 8, n. 9 A, p. 16–20, 2020.

PREMADASA, Kirthi *et al.* The soda can optimization problem: getting close to the real thing. **PRIMUS**, v. 26, n. 7, p. 694–704, 8 ago. 2016.

PRINCE, Michael. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223–231, 2004.

QUEIRUGA-DIOS, Araceli *et al.* A virus infected your laptop: let's play an Escape Game. **Mathematics**, v. 8, n. 2, p. 166, 29 jan. 2020.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RADZIMSKI, Vanessa *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.

RAMÍREZ-MONTES, Guillermo; HENRIQUES, Ana; CARREIRA, Susana. Undergraduate students' learning of linear algebra through mathematical modelling routes. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 21, n. 2, p. 357–377, 26 jun. 2021.

REINHOLZ, Daniel 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, Pedro. **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.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23–32, 2008.

MOOG, Richard S.; SPENCER, James N.; STRAUMANIS, Andrei R. Process-Oriented Guided Inquiry Learning: POGIL and the POGIL Project. **STEM Innovation and Dissemination: Improving Teaching and Learning in Science, Technology, Engineering and Mathematics**, v. 17, n. 4, 2006.

- RINCON-FLORES, Elvira G.; GALLARDO, Katherina; FUENTE, Juana María de la. Strengthening an educational innovation strategy: processes to improve gamification in calculus course through performance assessment and meta-evaluation. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 13, n. 1, p. 1–11, 7 mar. 2018.
- ROBBINS, N. B.; HEIBERGER, R. M. Plotting Likert and other rating scales. *In:*, 2011. **Proceedings of the 2011 Joint Statistical Meeting**. [S. l.]: American Statistical Association, 2011. p. 1058–1066.
- ROBLE, Dennis B.; LOMIBAO, Laila S.; LUNA, Charita A. Developing students' creative constructs in mathematics with problem-based (pb) and problem posing (PP) tasks. **Canadian Journal Of Family And Youth**, v. 13, n. 2, p. 82–94, 2021.
- ROGERS, Carl Ransom. **Um jeito de ser**. São Paulo: EPU, 1983.
- ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade para aprender**. 2. ed. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1972.
- ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade de aprender em nossa década**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- ROGERS, Carl Ransom. **Torna-se pessoa**. 4. ed. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. A modelagem como um ambiente de aprendizagem para a conversão do conhecimento matemático. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 26, n. 42a, p. 261–290, abr. 2012.
- SANCHO, Juana Maria. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SANTOS, Cidmar Ortiz dos. **Ações institucionais para redução da evasão na UTFPR e no campus Medianeira: entre o pactuado no REUNI e o concretizado**. Tese. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.
- SCOTT, Catherine Elizabeth; GREEN, Linda E.; ETHERIDGE, Debra Lynn. A comparison between flipped and lecture-based instruction in the calculus classroom. **Journal of Applied Research in Higher Education**, v. 8, n. 2, p. 252–264, 11 abr. 2016.
- SELBY, Christina. Where am I? A Change of Basis Project. **PRIMUS**, v. 26, n. 1, p. 29–38, 2 jan. 2016.
- SHROFF, Ronnie Homi; TING, Fridolin Sze Thou; LAM, Wai Hung. Development and validation of an instrument to measure students' perceptions of technology-enabled active learning. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 35, n. 4, p. 109–127, 24 ago. 2019.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

SMOLINSKY, Lawrence *et al.* Online and handwritten homework in calculus for STEM Majors. **Journal of Educational Computing Research**, v. 57, n. 6, p. 1513–1533, 2019.

SMOLINSKY, Lawrence *et al.* Computer-based and paper-and-pencil tests: a study in calculus for STEM Majors. **Journal of Educational Computing Research**, v. 58, n. 7, p. 1256–1278, 8 dez. 2020.

SPINDLER, Richard. A Differential equations project: drone heading home. **PRIMUS**, v. 29, n. 7, p. 688–701, 9 ago. 2019.

STARLING, James K.; POVICH, Timothy J.; FINDLAY, Michael. The local brewery: a project for use in differential equations courses. **PRIMUS**, v. 26, n. 3, p. 188–196, 3 abr. 2016.

STEWART, James. **Cálculo**. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 1

SULLIVAN, G. M.; FEINN, R. Using effect size-or why the P value is not enough. **Journal of graduate medical education**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 279–282, 2012.

TALBERT, Robert. Inverting the linear algebra classroom. **PRIMUS**, v. 24, n. 5, p. 361–374, 28 maio 2014.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 17. Ed. São Paulo: Cortez, 2009.

THOMAS, John W. **A review of research on project-based learning**, 2000.
Disponível em: <http://www.autodesk.com/foundation>.

TIAN, C. *et al.* Relationship between omnibus and post-hoc tests: an investigation of performance of the F test in ANOVA. **Shanghai archives of psychiatry**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 60, 2018

TIEN, Lydia T.; ROTH, Vicki; KAMPMEIER, J. A. Implementation of a peer-led team learning instructional approach in an undergraduate organic chemistry course. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 7, p. 606–632, set. 2002.

TING, Fridolin Sze Thou; LAM, Wai Hung; SHROFF, Ronnie Homi. Active Learning via Problem-Based Collaborative Games in a Large Mathematics University Course in Hong Kong. **Education Sciences**, v. 9, n. 3, p. 172, 3 jul. 2019.

TOMCZAK, M.; TOMCZAK, E. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. **Trends in sport sciences**, [s. l.], v. 1, n. 21, p. 19–25, 2014.

TREVISAN, André Luis; GOES, Higor Henrique Dias. O método da exaustão e o cálculo de áreas: proposta e uma tarefa com o auxílio do GeoGebra. **Educação Matemática em Revista**, v. 21, n. 52, p. 79–85, 2016.

TREVISAN, André Luis; MENDES, Marcele Tavares. Possibilidades para matematizar em aulas de Cálculo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 129–138, 2013.

TURRA, Héctor *et al.* Flipped classroom experiences and their impact on engineering students' attitudes towards university-level mathematics. **Higher Education Pedagogies**, v. 4, n. 1, p. 136–155, 1 jan. 2019.

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

VOIGT, Matthew; APKARIAN, Naneh; RASMUSSEN, Chris. Undergraduate course variations in precalculus through Calculus 2. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 51, n. 6, p. 858–875, 17 ago. 2020.

WASSERMAN, Nicholas H. *et al.* Exploring Flipped Classroom Instruction in Calculus III. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 3, p. 545–568, 21 mar. 2017.

YIMER, Sirak Tsegaye. 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.

ZABALA-VARGAS, Sergio A. *et al.* Strengthening motivation in the mathematical engineering teaching processes – a proposal from gamification and game-based learning. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 16, n. 06, p. 4, 30 mar. 2021.

ZANDIEH, Michelle; WAWRO, Megan; RASMUSSEN, Chris. An example of inquiry in linear algebra: the roles of symbolizing and brokering. **PRIMUS**, v. 27, n. 1, p. 96–124, 2 jan. 2017.

ZARPELON, Edinéia. **Análise de indicadores do perfil discente e docente para estimativas de desempenho acadêmico: um estudo com alunos de Cálculo Diferencial e Integral I em escolas de engenharia no Brasil e na França.** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.

ZIMMERLING, Eric *et al.* Exploring the influence of common game elements on ideation output and motivation. **Journal of Business Research**, v. 94, p. 302–312, 1 jan. 2019.

APÊNDICE A - Carta de apresentação aos professores franceses



Cher.e enseignant.e,

Je m'appelle Micheli Roloff, je suis doctorante en co-direction à l'École Doctorale Sciences de l'Éducation, Psychologie, Information et Communication, sous la direction des professeurs Christian Mercat (Lyon 1) et Luis Mauricio Martins de Resende (UTFPR - Brésil).

Ma thèse concerne les Méthodes Actives d'enseignement des mathématiques pour les élèves ingénieurs.

Ainsi, un aspect important de la recherche est d'étudier l'impact de la méthodologie d'enseignement sur le rendement scolaire et la métacognition de l'étudiant.

Je vous invite donc à contribuer à la réalisation de cet objectif.

Il est important que vous répondiez avec sincérité, et que vous vous concentriez sur les méthodologies d'enseignement adoptées dans le **TD** du cours d'Algèbre 1 et Analyse 1. Vos réponses seront traitées avec confidentialité.

Si vous souhaitez plus d'informations sur cette étude, vous pouvez me contacter par WhatsApp au 07 49 08 79 77 ou par e-mail à l'adresse micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br.

Merci d'avoir participé!

Micheli Roloff

APÊNDICE B - Carta de apresentação aos estudantes franceses



Université Claude Bernard



Lyon 1

Cher.e étudiant.e

Je m'appelle Micheli Roloff, je suis doctorante en co-direction à l'École Doctorale Sciences de l'Éducation, Psychologie, Information et Communication, sous la direction des professeurs Christian Mercat (Lyon 1) et Luis Mauricio Martins de Resende (UTFPR - Brésil).

Ma thèse concerne les Méthodes Actives d'enseignement des mathématiques pour les élèves ingénieurs.

Ainsi, un aspect important de la recherche est d'étudier l'impact de la méthodologie d'enseignement sur le rendement scolaire et la métacognition de l'étudiant.

Je vous invite donc à contribuer à la réalisation de cet objectif.

Il est important que vous répondiez avec sincérité, et que vous vous concentriez sur les méthodologies d'enseignement adoptées dans le TD du cours d'Algèbre 1 et Analyse 1. Vos réponses seront traitées avec confidentialité.

Si vous souhaitez plus d'informations sur cette étude, vous pouvez me contacter par WhatsApp au 07 49 08 79 77 ou par e-mail à l'adresse micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br.

Merci d'avoir participé!

Micheli Roloff

**APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado
pelos professores brasileiros**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Os impactos das diferentes estratégias empregadas no ensino de Cálculo I nas engenharias no rendimento acadêmico: um estudo comparativo Brasil – França

Pesquisadores com Endereços e Telefones: Luis Maurício Martins de Resende e Micheli Cristina Starosky Roloff. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Av. Monteiro Lobato, Km 04, Ponta Grossa – PR. (42) 3235 7023.

Local de realização da pesquisa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

Endereço, telefone do local: Via do Conhecimento, Km 1 - Caixa Postal 571 - CEP 85503-390 - Pato Branco – PR. (46) 3220-2511.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Prezado(a) professor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada *OS IMPACTOS DAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS EMPREGADAS NO ENSINO DE CÁLCULO I NAS ENGENHARIAS NO RENDIMENTO ACADÊMICO: UM ESTUDO COMPARATIVO BRASIL – FRANÇA* que está sendo realizado pela doutoranda Micheli Cristina Starosky Roloff no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) sob a orientação do prof. Dr. Luis Maurício Martins de Resende, da UTFPR – Ponta Grossa.

Solicitamos a sua colaboração em participar desta pesquisa, onde poderá se manifestar, de forma autônoma, consciente, livre e esclarecida. A seguir alguns detalhes da pesquisa são apresentados. Desde já, agradecemos a atenção e o tempo que será dedicado a esta leitura e participações futuras.

Este documento consta de duas cópias idênticas, uma para a pesquisadora e outra para o(a) convidado(a) a participar.

1. Apresentação da pesquisa.

A reprovação em Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia é elevada, e não é um problema apenas do Brasil. Melhorar as metodologias de ensino, é uma tentativa para reduzir a reprovação, e tem sido o esforço de professores, instituições e governos ao redor do mundo. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN) sugerem que deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno, o que corrobora com esta proposta.

A realização de intervenções didáticas e um estudo comparativo entre a realidade no Brasil e na França, a respeito do tema descrito, permitirá o entendimento de duas realidades específicas, naquilo que apresentam de convergências assim como especificidades acerca das metodologias ativas no ensino de Cálculo nas engenharias. Esta proposta de pesquisa questiona: quais os impactos das diferentes estratégias empregadas no ensino de Cálculo nas Engenharias no rendimento acadêmico?

2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar o impacto do uso de metodologias ativas na disciplina de Cálculo I no rendimento acadêmico de alunos de engenharia.

3. Participação na pesquisa.

Esta pesquisa está organizada em 4 etapas: questionário inicial, observação de 36 aulas, 4 intervenções didáticas ao longo de 10 aulas, e entrevistas semi-estruturadas. Para

participar desta pesquisa, você deve responder ao questionário após a leitura e aceite deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. O tempo médio para responder o questionário é de 5 minutos.

4. Confidencialidade.

Ressaltamos que em nenhum momento você será identificado(a) e que os dados coletados serão analisados exclusivamente para fins acadêmicos. A pesquisa está sendo conduzida por procedimentos éticos, visando assegurar a confidencialidade e privacidade dos respondentes. Dessa maneira, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e está registrado sob o protocolo 68396623.5.0000.5547.

Sua participação é voluntária e todas as suas respostas serão mantidas em sigilo.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos:

Risco mínimo de constrangimento ao responder questionários, participar de entrevista, ou ainda ao ser observado(a).

Os participantes da pesquisa, terão seus nomes omitidos, mas se julgarem que poderão ser identificados com fatos ou informações encontrados pelo pesquisador no decorrer da pesquisa, ou ainda, caso o participante sinta qualquer tipo de desconforto ou constrangimento durante a aplicação da pesquisa, este poderá deixar de responder a qualquer questão ou poderá informar a pesquisadora para interromper a sua participação na pesquisa.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme as Resolução CNS n°. 466 de 2012, Resolução CNS n°. 510 de 2016 e Norma Operacional CNS/MS n° 001 de 2013.

5b) Benefícios:

Espera-se que esta pesquisa traga benefícios a curto e a longo prazo pois contribuirá para o aprimoramento de práticas pedagógicas com o emprego de metodologias ativas, que capacitam os alunos a serem aprendizes ao longo da vida. Desta forma é esperado a transformação da informação em conhecimento, buscando que o aluno compreenda o conteúdo.

Como consequência, espera-se a redução dos índices de reprovação e evasão, melhorando os índices de retenção, e assim diminuindo as vagas ociosas, promovendo eficiência e eficácia na formação dos profissionais de engenharia que a sociedade carece.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Professores de Cálculo Diferencial e Integral I, de ambos os sexos, da UTFPR Pato Branco.

6b) Exclusão: Não se aplica.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Asseguramos ainda que a qualquer tempo você pode informar a retirada de sua participação da pesquisa, sem qualquer penalidade.

Quaisquer dúvidas durante o processo poderão ser enviadas aos e-mails dos pesquisadores para esclarecimentos.

Luis Mauricio Martins de Resende
lmresende@utfpr.edu.br

Micheli Cristina Starosky Roloff
micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio: _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

Os participantes não terão despesas de qualquer ordem, e por esta razão não fazem jus a ressarcimento. Mas os participantes têm direito a indenização sempre que a pesquisa ocasionar algum tipo de dano ao participante.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco L sala 07 (pátio central), Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Concordo que as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____ / ____ / ____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ____ / ____ / ____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Micheli Cristina Starosky Roloff

Assinatura pesquisador(a):
(ou seu representante)

Documento assinado digitalmente
MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF
Data: 08/08/2023 11:03:06-0300
Verifique em <https://validar.br.gov.br>

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Micheli Cristina Starosky Roloff, via e-mail: micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br ou telefone: (47) 9 9960 0525

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco L, sala 07, pátio central, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, E-mail: coep@utfpr.edu.br

**APÊNDICE D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado
pelos estudantes brasileiros**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Os impactos das diferentes estratégias empregadas no ensino de Cálculo I nas engenharias no rendimento acadêmico: um estudo comparativo Brasil – França

Pesquisadores com Endereços e Telefones: Luis Maurício Martins de Resende e Micheli Cristina Starosky Roloff. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Av. Monteiro Lobato, Km 04, Ponta Grossa – PR. (42) 3235 7023.

Local de realização da pesquisa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

Endereço, telefone do local: Via do Conhecimento, Km 1 - Caixa Postal 571 - CEP 85503-390 - Pato Branco – PR. (46) 3220-2511.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Prezado(a) acadêmico(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada *OS IMPACTOS DAS DIFERENTES ESTRATÉGIAS EMPREGADAS NO ENSINO DE CÁLCULO NAS ENGENHARIAS NO RENDIMENTO ACADÊMICO: UM ESTUDO COMPARATIVO BRASIL – FRANÇA* que está sendo realizado pela doutoranda Micheli Cristina Starosky Roloff no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) sob a orientação do prof. Dr. Luis Maurício Martins de Resende, da UTFPR – Ponta Grossa.

Solicitamos a sua colaboração em participar desta pesquisa, onde poderá se manifestar, de forma autônoma, consciente, livre e esclarecida. A seguir alguns detalhes da pesquisa são apresentados. Desde já, agradecemos a atenção e o tempo que será dedicado a esta leitura e participações futuras.

Este documento consta de duas cópias idênticas, uma para a pesquisadora e outra para o(a) convidado(a) a participar.

1. Apresentação da pesquisa.

A reprovação em Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia é elevada, e não é um problema apenas do Brasil. Melhorar as metodologias de ensino, é uma tentativa para reduzir a reprovação, e tem sido o esforço de professores, instituições e governos ao redor do mundo. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN) sugerem que deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno, o que corrobora com esta proposta.

A realização de intervenções didáticas e um estudo comparativo entre a realidade no Brasil e na França, a respeito do tema descrito, permitirá o entendimento de duas realidades específicas, naquilo que apresentam de convergências assim como especificidades acerca das metodologias ativas no ensino de Cálculo nas engenharias. Esta proposta de pesquisa questiona: quais os impactos das diferentes estratégias empregadas no ensino de Cálculo nas Engenharias no rendimento acadêmico?

2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar o impacto do uso de metodologias ativas na disciplina de Cálculo I no rendimento acadêmico de alunos de engenharia.

3. Participação na pesquisa.

Esta pesquisa está organizada em 4 etapas: questionário inicial, observação de 36 aulas, 4 intervenções didáticas ao longo de 10 aulas seguidas de questionário, e entrevistas

semi-estruturadas. Para participar desta pesquisa, você deve responder ao questionário após a leitura e aceite deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. O tempo médio para responder o questionário é de 5 minutos.

4. Confidencialidade.

Ressaltamos que em nenhum momento você será identificado(a) e que os dados coletados serão analisados exclusivamente para fins acadêmicos. A pesquisa está sendo conduzida por procedimentos éticos, visando assegurar a confidencialidade e privacidade dos respondentes. Dessa maneira, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e está registrado sob o protocolo 68396623.5.0000.5547.

Sua participação é voluntária e todas as suas respostas serão mantidas em sigilo.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos:

Risco mínimo de constrangimento ao responder questionários, participar de entrevista, ou ainda ao ser observado(a).

Os participantes da pesquisa, terão seus nomes omitidos, mas se julgarem que poderão ser identificados com fatos ou informações encontrados pelo pesquisador no decorrer da pesquisa, ou ainda, caso o participante sinta qualquer tipo de desconforto ou constrangimento durante a aplicação da pesquisa, este poderá deixar de responder a qualquer questão ou poderá informar a pesquisadora para interromper a sua participação na pesquisa.

Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme as Resolução CNS nº. 466 de 2012, Resolução CNS nº. 510 de 2016 e Norma Operacional CNS/MS nº 001 de 2013.

5b) Benefícios:

Espera-se que esta pesquisa traga benefícios a curto e a longo prazo pois contribuirá para o aprimoramento de práticas pedagógicas com o emprego de metodologias ativas, que capacitam os alunos a serem aprendizes ao longo da vida. Desta forma é esperado a transformação da informação em conhecimento, buscando que o aluno compreenda o conteúdo.

Como consequência, espera-se a redução dos índices de reprovação e evasão, melhorando os índices de retenção, e assim diminuindo as vagas ociosas, promovendo eficiência e eficácia na formação dos profissionais de engenharia que a sociedade carece.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Alunos maiores de 18 anos cursando Cálculo Diferencial e Integral I, de ambos os sexos, da UTFPR Pato Branco.

6b) Exclusão: Não se aplica.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Asseguramos ainda que a qualquer tempo você pode informar a retirada de sua participação da pesquisa, sem qualquer penalidade.

Quaisquer dúvidas durante o processo poderão ser enviadas aos e-mails dos pesquisadores para esclarecimentos.

Luis Mauricio Martins de Resende
lmresende@utfpr.edu.br

Micheli Cristina Starosky Roloff
micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio: _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

Os participantes não terão despesas de qualquer ordem, e por esta razão não fazem jus a ressarcimento. Mas os participantes têm direito a indenização sempre que a pesquisa ocasionar algum tipo de dano ao participante.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco L sala 07 (pátio central), Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Concordo que as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Micheli Cristina Starosky Roloff

Assinatura pesquisador(a):
(ou seu representante)



Documento assinado digitalmente
MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF
Data: 08/08/2023 11:03:56-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Micheli Cristina Starosky Roloff, via e-mail: micheliroloff@alunos.utfpr.edu.br ou telefone: (47) 9 9960 0525

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco L, sala 07, pátio central, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, Telefone: (41) 3310-4494, E-mail: coep@utfpr.edu.br

APÊNDICE E - Questionário aplicado aos professores quanto à metodologia de ensino


 Université Claude Bernard  Lyon 1

Sobre mim

Idade: _____

Sexo: () M () F

Situação funcional: () efetivo () contratado por tempo determinado

Há quanto tempo leciona?

As questões

1. Quanto a disciplina de Cálculo I, com que frequência como professor...

	Nunca	Poucas vezes	As vezes	Muitas vezes	Sempre
Eu explico o conteúdo como uma palestra					
Eu mostro no quadro como resolver problemas específicos					
Eu peço ao estudante para resolver os exercícios no quadro					
Eu respondo às perguntas dos estudantes no quadro					
Eu peço aos estudantes para trabalharem individualmente em problemas ou exercícios					
Eu abordo exercícios que envolvem problemas do mundo real					
Eu respondo às dúvidas em pequenos grupos ou individualmente, e resolvo problemas específicos					
Eu realizo uma discussão com toda a classe					
Eu pergunto aos estudantes se alguém tem dúvidas					
Eu peço aos estudantes que expliquem o que pensam durante as aulas					
Eu peço aos estudantes que trabalhem juntos na resolução de exercícios					
Eu peço aos estudantes que expliquem uns aos outros o que pensam durante as aulas					
Eu peço aos estudantes que façam apresentações para a classe					
Eu peço aos estudantes que expliquem seu raciocínio sobre as questões da prova e/ou da lista de exercícios					
Eu peço aos estudantes que leiam um trecho do livro ou assistam a um vídeo antes da próxima aula					
Eu forneço materiais adicionais ou recomendo sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina					
Eu peço aos estudantes que resolvam alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula					
Eu proponho que os estudantes resolvam um problema novo antes de explicar o conteúdo envolvido					
Eu uso um software matemático na sala de aula para apresentar o conteúdo ou resolver exercícios					
Eu aplico um jogo com a classe					
Eu uso uma plataforma com feedback imediato para enviar exercícios aos estudantes					

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

 Comentários: _____

2. Eu acredito que os estudantes aprendem melhor quando... (Classifique as 5 primeiras opções)

Eles me vêm explicando o conteúdo como uma palestra	
Eles me vêm mostrando no quadro como resolver problemas específicos	
Eles resolvem os exercícios no quadro	
Eu respondo as suas perguntas no quadro	
Eles trabalham individualmente em problemas ou exercícios	
Eles resolvem exercícios envolvendo problemas do mundo real	
Eu respondo suas perguntas em pequenos grupos ou individualmente e resolvo problemas específicos	
Eles participam de uma discussão com toda a classe	
Eles fazem perguntas sobre suas dúvidas	
Eles explicam o que pensam durante as aulas	
Eles trabalham com seus colegas na resolução de exercícios	
Eles explicam o seu pensamento para um colega	
Eles fazem apresentações para a classe	
Eles explicam seu raciocínio sobre as questões da prova e/ou da lista de exercícios	
Eles lêem um trecho do livro ou assistem a um vídeo antes da próxima aula	
Eles recebem materiais adicionais ou recomendações de sites, vídeos, livros e/ou textos para completar a disciplina	
Eles resolvem alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula	
Eles tentam resolver um problema novo antes da explicação do conteúdo envolvido	
Eles me vêm usar um software matemático na sala de aula para apresentar o conteúdo ou resolver exercícios	
Eles jogam um jogo em sala de aula	
Eles usam uma plataforma para enviar exercícios e recebem feedback imediato	

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

Comentários: _____

Data:


 Université Claude Bernard  Lyon 1

Sur moi

Age : _____ Sexe : () M () F Nationalité : _____

Quel est votre statut?

Depuis combien de temps enseignez-vous?

Les questions

1. En ce qui concerne le TD, combien de fois en tant qu'enseignant...

	jamais	rarement	parfois	souvent	toujours
J'explique le contenu comme une conférence					
Je montre au tableau comment résoudre des problèmes spécifiques					
Je demande à l'élève de résoudre les exercices au tableau					
Je réponds aux questions des élèves au tableau					
Je demande aux élèves de travailler individuellement sur des problèmes ou des exercices					
J'aborde les exercices impliquant des problèmes du monde réel					
Je réponds aux besoins des petits groupes ou individuellement, et résoud des problèmes spécifiques					
Je mène une discussion avec toute la classe					
Je demande aux étudiants si quelqu'un a des questions					
Je demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils pensent pendant les cours					
Je demande aux élèves de travailler les uns avec les autres dans la résolution d'exercices					
Je demande aux élèves de s'expliquer mutuellement ce qu'ils pensent pendant les cours					
Je demande aux élèves de faire des présentations pour la classe					
Je demande aux élèves d'expliquer leur réflexion sur les questions de l'examen et/ou de la liste d'exercices					
Je demande aux élèves de lire un extrait du livre ou de regarder une vidéo avant de venir en classe					
Je fournis du matériel supplémentaire ou recommande des sites Internet, des vidéos, des livres et/ou des textes pour compléter les cours					
Je demande aux élèves de résoudre certains exercices du contenu déjà présenté avant de venir en classe					
Je propose aux élèves de résoudre un nouveau problème avant d'expliquer le contenu impliqué					
J'utilise un logiciel mathématique en classe pour présenter le contenu ou résoudre des exercices					
J'applique un jeu avec la classe					
J'utilise la plate-forme pour envoyer des exercices avec une rétroaction immédiate					

Adapté de Ellis, Kelton et Rasmussen (2014)

Commentaire : _____

2. Je crois que les élèves apprennent mieux quand... (Classez les 5 premières options)

Ils me voient expliquer le contenu comme une conférence	
Ils me voient montrer au tableau comment résoudre des problèmes spécifiques	
Ils résolvent les devoirs au tableau	
Je réponds à leurs questions au tableau	
Ils travaillent individuellement sur des problèmes ou des exercices	
Ils résolvent des exercices impliquant des problèmes du monde réel	
Je réponds aux questions en petits groupes ou individuel et je résous des problèmes spécifiques	
Ils participent à la discussion avec toute la classe	
Ils posent des questions sur leurs doutes	
Ils expliquent ce qu'ils pensent pendant les cours	
Ils travaillent avec leurs collègues dans la résolution d'exercices	
Ils expliquent un exercice à un collègue	
Ils font des présentations pour la classe	
Ils expliquent leurs réflexions sur les questions de l'examen et/ou la liste des exercices	
Ils lisent un extrait du livre ou ils regardent une vidéo avant d'entrer en classe	
Ils reçoivent du matériel ou des sites web supplémentaires, des vidéos, des livres et/ou des textes pour compléter les cours	
Ils résolvent quelques exercices du contenu déjà présenté avant d'entrer en classe	
Ils essaient de résoudre un nouveau problème avant l'explication du contenu impliqué	
Ils utilisent ou ils voient un logiciel mathématique dans la classe	
Ils jouent à un jeu en classe	
Ils utilisent une plate-forme pour envoyer des exercices et ils reçoivent des retroactions immédiates	

Adapté de Ellis, Kelton et Rasmussen (2014)

Commentaire : _____

Date:

APÊNDICE F - Questionário aplicado aos estudantes quanto à metodologia de ensino, à percepção de aprendizagem e à satisfação com a aula



Université Claude Bernard



Grupo: _____

Data: ____ / ____ / 2023

Sobre mim

Idade: _____

Sexo: () M () F

Nacionalidade: _____

As questões

1. Com que frequência o seu professor de Cálculo I ...

	Nunca	Poucas vezes	As vezes	Muitas vezes	Sempre
Explica o conteúdo como uma palestra					
Mostra no quadro como resolver problemas específicos					
Solicita ao estudante para resolver os exercícios no quadro					
Responde às perguntas dos estudantes no quadro					
Solicita aos estudantes para trabalharem individualmente em problemas ou exercícios					
Aborda exercícios que envolvem problemas do mundo real					
Responde às dúvidas em pequenos grupos ou individualmente, e resolve problemas específicos					
Realiza uma discussão com toda a classe					
Pergunta aos estudantes se alguém tem dúvidas					
Solicita aos estudantes que expliquem o que pensam durante as aulas					
Solicita aos estudantes que trabalhem juntos na resolução de exercícios					
Solicita aos estudantes que expliquem uns aos outros o que pensam durante as aulas					
Solicita aos estudantes que façam apresentações para a classe					
Solicita aos estudantes que expliquem seu raciocínio sobre as questões da prova e/ou da lista de exercícios					
Solicita aos estudantes que leiam um trecho do livro ou assistam a um vídeo antes da próxima aula					
Fornecer materiais adicionais ou recomenda sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina					
Solicita aos estudantes que resolvam alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula					
Propõe aos estudantes que resolvam um problema novo antes de explicar o conteúdo envolvido					
Utiliza um software matemático na sala de aula para apresentar o conteúdo ou resolver exercícios					
Aplica um jogo com a classe					
Utiliza uma plataforma com feedback imediato para enviar exercícios aos estudantes					

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

Comentários : _____

2. Eu acredito que aprendo melhor quando... (Classifique as 5 primeiras opções)

Eu vejo o professor explicar o conteúdo como uma palestra	
Eu vejo o professor mostrar no quadro como resolver problemas específicos	
Eu resolvo os exercícios no quadro	
O professor responde às minhas perguntas no quadro	
Eu trabalho individualmente em problemas ou exercícios	
Eu resolvo exercícios envolvendo problemas do mundo real	
O professor responde às minhas perguntas em pequenos grupos ou individualmente e resolve problemas específicos	
Eu participo da discussão com toda a classe	
Eu faço perguntas sobre as minhas dúvidas	
Eu explico o que penso durante as aulas	
Eu trabalho com meus colegas na resolução de exercícios	
Eu explico um exercício para um colega	
Eu faço apresentações para a classe	
Eu explico meu raciocínio sobre as questões da prova e/ou da lista de exercícios	
Eu leio um trecho do livro ou assisto a um vídeo antes da próxima aula	
Eu recebo materiais adicionais ou recomendações de sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina	
Eu resolvo alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula	
Eu tento resolver um problema novo antes da explicação do conteúdo envolvido	
Eu uso ou vejo um software matemático na sala de aula	
Eu jogo um jogo proposto pelo professor em sala de aula	
Eu uso uma plataforma para enviar exercícios e recebo feedback imediato	

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

Comentários : _____

3. Quanto a aula de Cálculo I de hoje, como a classe foi conduzida, meu nível de satisfação é... ? (Você pode escolher a opção com um grande "X").



Muito insatisfeito



Insatisfeito



Neutro



Satisfeito



Muito satisfeito

Comentários : _____


 Université Claude Bernard  Lyon 1

 TD - Groupe _____
 Date: / / 2023

Sur moi

Age : _____

Sexe : () M () F

Nationalité : _____

Les questions

1. Combien de fois votre professeur du TD...

	jamais	rarement	parfois	souvent	toujours
Explique le contenu comme une conférence					
Montre au tableau comment résoudre des problèmes spécifiques					
Demande à l'élève de résoudre les exercices au tableau					
Répond aux questions des élèves au tableau					
Demande aux élèves de travailler individuellement sur des problèmes ou des exercices					
Aborde les exercices impliquant des problèmes du monde réel					
Répond aux besoins des petits groupes ou individuellement, et résout des problèmes spécifiques					
Mène une discussion avec toute la classe					
Demande aux étudiants si quelqu'un a des questions					
Demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils pensent pendant les cours					
Demande aux élèves de travailler les uns avec les autres dans la résolution d'exercices					
Demande aux élèves de s'expliquer mutuellement ce qu'ils pensent pendant les cours					
Demande aux élèves de faire des présentations pour la classe					
Demande aux élèves d'expliquer leur réflexion sur les questions de l'examen et/ou de la liste d'exercices					
Demande aux élèves de lire un extrait du livre ou de regarder une vidéo avant de venir en classe					
Fournit du matériel supplémentaire ou recommande des sites Internet, des vidéos, des livres et/ou des textes pour compléter les cours					
Demande aux élèves de résoudre certains exercices du contenu déjà présenté avant de venir en classe					
Propose aux élèves de résoudre un nouveau problème avant d'expliquer le contenu impliqué					
Utilise un logiciel mathématique en classe pour présenter le contenu ou résoudre des exercices					
Applique un jeu avec la classe					
Utilise la plate-forme pour envoyer des exercices avec une rétroaction immédiate					

Adapté de Ellis, Kelton et Rasmussen (2014)

Commentaire : _____

2. Je crois que j'apprends mieux quand... (Classez les 5 premières options)

Je vois l'enseignant expliquer le contenu comme une conférence	
Je vois l'enseignant montrer au tableau comment résoudre des problèmes spécifiques	
Je résous les devoirs au tableau	
Le professeur répond à mes questions au tableau	
Je travaille individuellement sur des problèmes ou des exercices	
Je résous des exercices impliquant des problèmes du monde réel	
Le professeur répond à mes questions en petits groupes ou individuel et résout des problèmes spécifiques	
Je participe à la discussion avec toute la classe	
Je pose des questions sur mes doutes	
J'explique ce que je pense pendant les cours	
Je travaille avec mes collègues dans la résolution d'exercices	
J'explique un exercice à un collègue	
Je fais des présentations pour la classe	
J'explique ma réflexion sur les questions de l'examen et/ou la liste des exercices	
Je lis un extrait du livre ou regarde une vidéo avant d'entrer en classe	
Je reçois du matériel ou des sites web supplémentaires, des vidéos, des livres et/ou des textes pour compléter les cours	
Je résous quelques exercices du contenu déjà présenté avant d'entrer en classe	
J'essaie de résoudre un nouveau problème avant l'explication du contenu impliqué	
J'utilise ou je vois un logiciel mathématique dans la classe	
Je joue à un jeu proposé par l'enseignant en classe	
J'utilise une plate-forme pour envoyer des exercices et je reçois des rétroactions immédiates	

Adapté de Ellis, Kelton et Rasmussen (2014)

Commentaire : _____

3. En ce qui concerne le TD d'aujourd'hui, la façon dont la classe a été menée, mon niveau de satisfaction est-il... ? (Vous pouvez choisir l'option avec un grand "X").



très insatisfait



insatisfait



neutre



satisfait



très satisfait

Commentaire : _____

APÊNDICE G - Roteiro para observação das aulas


 Université Claude Bernard
 
 Lyon 1

FICHA DE OBSERVAÇÃO

Data: / /2023

Nº: ____

Curso:

Professor:

Local e horário:

Conteúdo abordado:

Ordem da ocorrência	Atividade	Duração
	Explica o conteúdo como uma palestra	
	Mostra no quadro como resolver problemas específicos	
	Solicita ao estudante para resolver os exercícios no quadro	
	Responde às perguntas dos estudantes no quadro	
	Solicita aos estudantes para trabalharem individualmente em problemas ou exercícios	
	Aborda exercícios que envolvem problemas do mundo real	
	Responde às dúvidas em pequenos grupos ou individualmente, e resolve problemas específicos	
	Realiza uma discussão com toda a classe	
	Pergunta aos estudantes se alguém tem dúvidas	
	Solicita aos estudantes que expliquem o que pensam durante as aulas	
	Solicita aos estudantes que trabalhem juntos na resolução de exercícios	
	Solicita aos estudantes que expliquem uns aos outros o que pensam durante as aulas	
	Solicita aos estudantes que façam apresentações para a classe	
	Solicita aos estudantes que expliquem seu raciocínio sobre as questões de avaliações e/ou da lista de exercícios	
	Solicita aos estudantes que leiam um trecho do livro ou assistam a um vídeo antes da próxima aula	
	Fornecer materiais adicionais ou recomenda sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina	
	Solicita aos estudantes que resolvam alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula	
	Propõe aos estudantes que resolvam um novo problema antes de explicar o conteúdo envolvido	
	Utiliza um software matemático na sala de aula para apresentar o conteúdo ou resolver exercícios	
	Aplica um jogo com a classe	
	Utiliza uma plataforma com feedback imediato para enviar exercícios aos estudantes	

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

Observações:

**APÊNDICE H - Questionário aplicado aos estudantes após a intervenção didática,
quanto à percepção de aprendizagem e satisfação com a aula**



Université Claude Bernard Lyon 1



Grupo: _____

Data: ____ / ____ / 2023

Sobre mim

Idade: _____

Sexo: () M () F

Nacionalidade: _____

As questões

1. Eu acredito que aprendo melhor quando... (Classifique as 5 primeiras opções)

Eu vejo o professor explicar o conteúdo como uma palestra	
Eu vejo o professor mostrar no quadro como resolver problemas específicos	
Eu resolvo os exercícios no quadro	
O professor responde às minhas perguntas no quadro	
Eu trabalho individualmente em problemas ou exercícios	
Eu resolvo exercícios envolvendo problemas do mundo real	
O professor responde às minhas perguntas em pequenos grupos ou individualmente e resolve problemas específicos	
Eu participo da discussão com toda a classe	
Eu faço perguntas sobre as minhas dúvidas	
Eu explico o que penso durante as aulas	
Eu trabalho com meus colegas na resolução de exercícios	
Eu explico um exercício para um colega	
Eu faço apresentações para a classe	
Eu explico meu raciocínio sobre as questões da prova e/ou da lista de exercícios	
Eu leio um trecho do livro ou assisto a um vídeo antes da próxima aula	
Eu recebo materiais adicionais ou recomendações de sites, vídeos, livros e/ou textos para complementar a disciplina	
Eu resolvo alguns exercícios do conteúdo já apresentado antes da próxima aula	
Eu tento resolver um problema novo antes da explicação do conteúdo envolvido	
Eu uso ou vejo um software matemático na sala de aula	
Eu jogo um jogo proposto pelo professor em sala de aula	
Eu uso uma plataforma para enviar exercícios e recebo feedback imediato	

Adaptado de Ellis, Kelton e Rasmussen (2014)

2. Quanto a aula de Cálculo I de hoje, como a classe foi conduzida, meu nível de satisfação é... ? (Você pode escolher a opção com um grande "X").



Muito insatisfeito



Insatisfeito



Neutro



Satisfeito



Muito satisfeito

Comentários : _____



Université Claude Bernard



Lyon 1

 TD - Groupe _____
 Date: / / 2023

Sur moi

Age : _____

Sexe : () M () F

Nationalité : _____

Les questions

1. Je crois que j'apprends mieux quand... (Classez les 5 premières options)

Je vois l'enseignant expliquer le contenu comme une conférence	
Je vois l'enseignant montrer au tableau comment résoudre des problèmes spécifiques	
Je résous les devoirs au tableau	
Le professeur répond à mes questions au tableau	
Je travaille individuellement sur des problèmes ou des exercices	
Je résous des exercices impliquant des problèmes du monde réel	
Le professeur répond à mes questions en petits groupes ou individuel et résout des problèmes spécifiques	
Je participe à la discussion avec toute la classe	
Je pose des questions sur mes doutes	
J'explique ce que je pense pendant les cours	
Je travaille avec mes collègues dans la résolution d'exercices	
J'explique un exercice à un collègue	
Je fais des présentations pour la classe	
J'explique ma réflexion sur les questions de l'examen et/ou la liste des exercices	
Je lis un extrait du livre ou regarde une vidéo avant d'entrer en classe	
Je reçois du matériel ou des sites web supplémentaires, des vidéos, des livres et/ou des textes pour compléter les cours	
Je résous quelques exercices du contenu déjà présenté avant d'entrer en classe	
J'essaie de résoudre un nouveau problème avant l'explication du contenu impliqué	
J'utilise ou je vois un logiciel mathématique dans la classe	
Je joue à un jeu proposé par l'enseignant en classe	
J'utilise une plate-forme pour envoyer des exercices et je reçois des rétroactions immédiates	

Adapté de Ellis, Kelton et Rasmussen (2014)

2. En ce qui concerne le TD d'aujourd'hui, la façon dont la classe a été menée, mon niveau de satisfaction est-il... ? (Vous pouvez choisir l'option avec un grand "X").



très insatisfait



insatisfait



neutre



satisfait



très satisfait

Commentaire : _____

APÊNDICE I - Intervenção Didática “Transformação de Funções”

Instruções:

Discuta esses exercícios com seus colegas e resolva-os juntos, cheguem a um acordo.

Fotografe as suas soluções e envie-as para o código apresentado na sua mesa. Se a solução for única, uma fotografia por grupo é suficiente. Se o grupo encontrou várias soluções, ou não chegou a um acordo, envie todas as tentativas/soluções.

Após a resolução, cada grupo será convidado a apresentar oralmente sua solução no quadro à classe, explicando-a e justificando-a.

Exercício 1. Desenhe o gráfico das seguintes funções reais, e dê o conjunto imagem e o período

Grupo 1: 1, 5, e 7

Grupo 2: 2, 5 e 7

Grupo 3: 3, 5, e 7

Grupo 4: 4, 6 e 8

Grupo 5: 1, 6 e 8

Grupo 6: 2, 6 e 8

1. $f(x) = \sin(2x)$

2. $f(x) = \sin(x) + 1$

3. $f(x) = 2 \cos(x)$

4. $f(x) = \cos(x + \pi)$

5. $f(x) = -\sin(x) + 3$

6. $f(x) = 3 \cos(x) - 1$

7. $f(x) = \sin\left(2x + \frac{\pi}{2}\right) - 1$

8. $f(x) = 2 \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) + 1$

Exercício 2. Desenhe o gráfico das seguintes funções reais, e dê o conjunto imagem e as coordenadas do vértice.

Grupo 1: 1, 5, e 7

Grupo 2: 2, 5 e 7

Grupo 3: 3, 5, e 7

Grupo 4: 4, 6 e 8

Grupo 5: 1, 6 e 8

Grupo 6: 2, 6 e 8

1. $f(x) = (x - 2)^2$

2. $f(x) = (x + 3)^2$

3. $f(x) = (x - 3)^2 - 2$

4. $f(x) = (x + 2)^2 + 3$

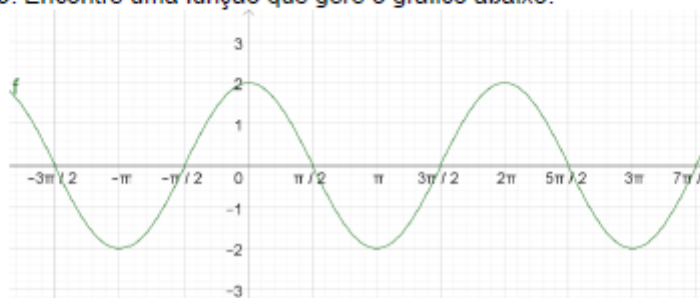
5. $f(x) = 2(x - 1)^2 + 3$

6. $f(x) = -(x + 2)^2 - 1$

7. $f(x) = -x^2 + 2x + 5$

8. $f(x) = x^2 + 4x + 2$

Exercício 3. Encontre uma função que gere o gráfico abaixo.



Instructions:

Discutez des exercices avec vos collègues et les résolvez ensemble.

Envoyez des photos des solutions au code disponible sur la table. Si la solution est unique, une photo par groupe suffit. Si le groupe a trouvé plus d'une solution, ou n'a pas atteint un accord, veuillez envoyer toutes les solutions.

Après la résolution, les groupes seront invités à présenter la solution au tableau à leurs collègues, en expliquant et justifiant la solution.

Exercice 1. Dessinez le graphe des fonctions réelles suivantes, et donnez l'ensemble de l'image et la période.

Groupe 1: 1, 5, et 7
Groupe 2: 2, 5 et 7
Groupe 3: 3, 5, et 7

Groupe 4: 4, 6 et 8
Groupe 5: 1, 6 et 8
Groupe 6: 2, 6 et 8

1. $f(x) = \sin(2x)$
2. $f(x) = \sin(x) + 1$
3. $f(x) = 2 \cos(x)$
4. $f(x) = \cos(x + \pi)$
5. $f(x) = -\sin(x) + 3$
6. $f(x) = 3 \cos(x) - 1$
7. $f(x) = \sin\left(2x + \frac{\pi}{2}\right) - 1$
8. $f(x) = 2 \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) + 1$

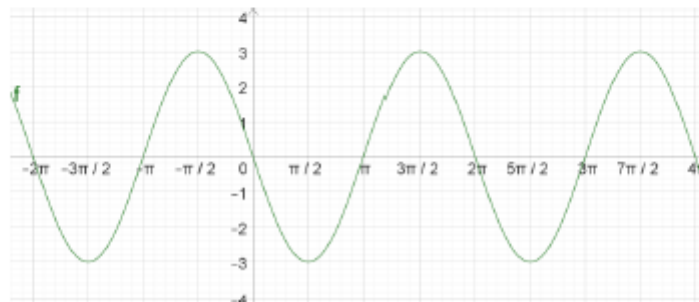
Exercice 2. Dessinez le graphe des fonctions réelles suivantes, et donnez l'ensemble de l'image et les coordonnées du sommet.

Groupe 1: 1, 5, et 7
Groupe 2: 2, 5 et 7
Groupe 3: 3, 5, et 7

Groupe 4: 4, 6 et 8
Groupe 5: 1, 6 et 8
Groupe 6: 2, 6 et 8

1. $f(x) = (x - 2)^2$
2. $f(x) = (x + 3)^2$
3. $f(x) = (x - 3)^2 - 2$
4. $f(x) = (x + 2)^2 + 3$
5. $f(x) = 2(x - 1)^2 + 3$
6. $f(x) = -(x + 2)^2 - 1$
7. $f(x) = -x^2 + 2x + 5$
8. $f(x) = x^2 + 4x + 2$

Exercice 3. Trouvez une fonction qui génère le graphe ci-dessous.



APÊNDICE J - Intervenção Didática “Limite por Definição”



Université Claude Bernard



Instruções:

Discuta esses exercícios com seus colegas e resolva-os juntos, cheguem a um acordo.

Fotografe as suas soluções e envie-as para o código apresentado na sua mesa. Se a solução for única, uma fotografia por grupo é suficiente. Se o grupo encontrou várias soluções, ou não chegou a um acordo, envie todas as tentativas/soluções.

Após a resolução, cada grupo será convidado a apresentar oralmente sua solução no quadro à classe, explicando-a e justificando-a.

Exercício. Um tanque muito grande já contém 5000 litros de água pura. Bombeie-se água salobra, contendo 30g de sal por litro de água, adicionada a este reservatório a uma taxa de 25 L/min.

1. Explique suas expectativas sobre a concentração de sal no tanque ao longo do tempo? E depois de muito tempo?
 - a. Quanta água haverá no tanque, em litros, depois de 1 minuto? E depois de 2 minutos? E depois de 3 minutos? E depois de t minutos?
 - b. Quanto sal haverá no tanque, em gramas, depois de 1 minuto? E depois de 2 minutos? E depois de 3 minutos? E depois de t minutos?
2. Qual é a concentração de sal no tanque (em g/L) após t minutos? Escreva a função de concentração de acordo com o tempo.
3. Qual é o tempo mínimo necessário para que esta concentração exceda 29,9g/L?
 - a. Qual é a melhor maneira de expressar esse tempo (minutos, horas, dias, semanas, meses)?
 - b. Que quantidade de sal se encontra no reservatório quando esta concentração ultrapassa 29,9 g/l? Qual é a melhor maneira de expressar essa quantidade (gramas, quilogramas, toneladas)?
 - c. Qual a quantidade de água no reservatório no momento em que esta concentração ultrapassa 29,9 g/l? Qual é a melhor maneira de expressar essa quantidade (litros, m³)?
4. Utilizando a fórmula de convergência da função $|f(t) - L| < \varepsilon$ para a situação dada na questão 3,
 - a. Qual é o valor de L ?
 - b. Qual é o valor de ε ?
5. Desenhe o gráfico de $f(t)$ e da constante $g(t) = L$ em função do tempo t no mesmo plano cartesiano.
6. A hipótese que você formulou na questão 1 foi confirmada? Ou mudou durante a resolução do exercício?



Instructions:

Discutez l'exercice avec vos collègues et résolvez-le ensemble.

Envoyez des photos des solutions au code disponible sur la table. Si la solution est unique, une photo par groupe suffit. Si le groupe a trouvé plus d'une solution, ou n'a pas atteint un accord, veuillez envoyer toutes les solutions.

Après la résolution, je mènerai une discussion avec toute la classe.

Exercice. Un très grand réservoir contient déjà 5000 litres d'eau pure. On pompe de l'eau saumâtre, contenant 30 g de sel par litre d'eau, ajoutée dans ce réservoir à un débit de 25 L/min.

1. Expliquez vos attentes concernant la concentration de sel dans le réservoir au fil du temps? Et après un long temps?
 - a. Combien d'eau y aura-t-il dans le réservoir, en litres, après 1 minute? Et après 2 minutes? Et après 3 minutes? Et après t minutes?
 - b. Combien y aura-t-il de sel dans le réservoir, en grammes, après 1 minute? Et après 2 minutes? Et après 3 minutes? Et après t minutes?
2. Quelle est la concentration de sel dans le réservoir (en g/L) après t minutes? Écrire la fonction de concentration en fonction du temps.
3. Quel est le temps minimum requis pour que cette concentration dépasse 29,9 g/L?
 - a. Quelle est la meilleure façon d'exprimer ce temps (minutes, heures, jours, semaines, mois)?
 - b. Quelle quantité de sel se trouve dans le réservoir à l'instant où cette concentration dépasse 29,9 g/L? Quelle est la meilleure façon d'exprimer cette quantité (grammes, kilogrammes, tonnes)?
 - c. Quelle quantité d'eau se trouve dans le réservoir à l'instant où cette concentration dépasse 29,9 g/L? Quelle est la meilleure façon d'exprimer cette quantité (litres, m³)?
4. En utilisant la formule de la convergence de la fonction $|f(t) - L| < \varepsilon$ pour la situation donnée dans la situation 3,
 - a. Quelle est la valeur de L ?
 - b. Quelle est la valeur de ε ?
5. Dessinez le graphe de $f(t)$ et de la constante $g(t) = L$ en fonction du temps t sur le même plan cartésien.
6. Votre hypothèse concernant l'item 1 a-t-elle été confirmée? Ou a-t-elle changé pendant la résolution de l'exercice?

APÊNDICE K - Intervenção Didática “Continuidade de Funções”



Université Claude Bernard Lyon 1


Instruções:

Discuta esses exercícios com seus colegas e resolva-os juntos, cheguem a um acordo.

Fotografe as suas soluções e envie-as para o código apresentado na sua mesa. Se a solução for única, uma fotografia por grupo é suficiente. Se o grupo encontrou várias soluções, ou não chegou a um acordo, envie todas as tentativas/soluções.

Após a resolução, cada grupo será convidado a apresentar oralmente sua solução no quadro à classe, explicando-a e justificando-a.

Exercício 1. Estudar a continuidade das seguintes funções no seu domínio de definição:

Grupo 1: 1 e 5

Grupo 2: 2 e 7

Grupo 3: 3 e 5

Grupo 4: 4 e 7

Grupo 5: 1 e 6

Grupo 6: 2 e 8

Grupo 7: 3 e 6

Grupo 8: 4 e 8

$$1. f: [0, 2] \rightarrow \mathbb{R} \text{ definida por } f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{se } 0 \leq x \leq 1 \\ 2x - 1 & \text{se } 1 < x \leq 2 \end{cases}$$

$$2. f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \text{ definida por } f(x) = x + \frac{\sqrt{x^2}}{x} \text{ se } x \neq 0, \text{ e } f(0) = 1$$

$$3. f: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R} \text{ definida por } f(x) = xE\left(\frac{1}{x}\right) \text{ se } x \neq 0, \text{ e } f(0) = 1, \text{ onde } E \text{ é a função « parte inteira »}$$

$$4. f: [-2, 2] \rightarrow \mathbb{R} \text{ definida por } f(x) = x^2 \sin\left(\frac{\pi}{x}\right) \text{ se } x \neq 0, \text{ e } f(0) = 0$$

$$5. f(x) = \begin{cases} -|x+3| + 2 & \text{se } x \leq -2 \\ 4 - x^2 & \text{se } -2 < x < 2 \\ x - 1 & \text{se } x \geq 2 \end{cases} \quad 6. f(x) = \begin{cases} \frac{x^2+2x-3}{|x+3|} & \text{se } x < -3 \\ -3 & \text{se } x = -3 \\ 7 + x & \text{se } x > -3 \end{cases}$$

$$7. f(x) = \begin{cases} -\sin(2x) + 3 & \text{se } x \leq 0 \\ 2 \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) + 1 & \text{se } x > 0 \end{cases}$$

$$8. f(x) = \begin{cases} \sqrt{x^2 + 5x + 6} & \text{se } x < -3 \text{ ou } x > -2 \\ -1 & \text{se } -3 \leq x \leq -2 \end{cases}$$

Exercício 2. Encontre valores de constante, se possível, que tornem a função f contínua em qualquer parte. Justifique sua resposta.

Grupo 1: 1 e 5

Grupo 2: 2 e 7

Grupo 3: 3 e 5

Grupo 4: 4 e 7

Grupo 5: 1 e 6

Grupo 6: 2 e 8

Grupo 7: 3 e 6

Grupo 8: 4 e 8

$$1. f(x) = \begin{cases} x^2 + px + 2 & \text{se } x \neq 3 \\ 3 & \text{se } x = 3 \end{cases}$$

$$3. f(x) = \begin{cases} e^{2x} & \text{se } x \neq 0 \\ p^3 - 7 & \text{se } x = 0 \end{cases}$$

$$2. f(x) = \begin{cases} x + 2p & \text{se } x \leq -1 \\ p^2 & \text{se } x > -1 \end{cases}$$

$$4. f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{se } x \leq -2 \\ ax + b & \text{se } -2 < x < 2 \\ 3x - 2 & \text{se } x \geq 2 \end{cases}$$

$$5. f(x) = \begin{cases} \frac{x^2-x-6}{|x+2|} & \text{se } x < -2 \\ k^2-4 & \text{se } x = -2 \\ 1-2x & \text{se } x > -2 \end{cases}$$

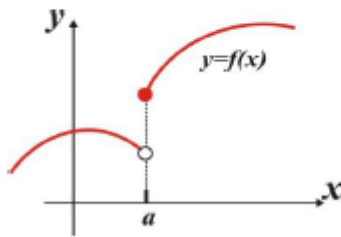
$$7. f(x) = \begin{cases} \frac{-x^2-x+6}{|x+3|} & \text{se } x < -3 \\ k^2-9 & \text{se } x = -3 \\ m+x & \text{se } x > -3 \end{cases}$$

$$6. f(x) = \begin{cases} x & \text{se } x \leq 1 \\ ax+b & \text{se } 1 < x < 4 \\ -2x & \text{se } x \geq 4 \end{cases}$$

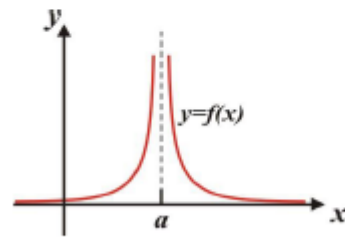
$$8. f(x) = \begin{cases} x^2+5 & \text{se } x > 2 \\ m(x+1)+k & \text{se } -1 < x \leq 2 \\ 2x^3+x+7 & \text{se } x \leq -1 \end{cases}$$

Exercício 3. Crie um exercício a partir da imagem e dê-o ao próximo grupo a ser resolvido, que o dará ao próximo grupo para corrigir o enunciado e/ou a resolução.

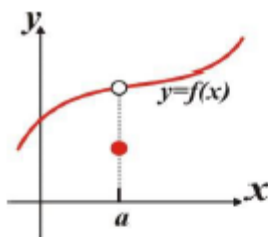
1. Grupo 1 e 5



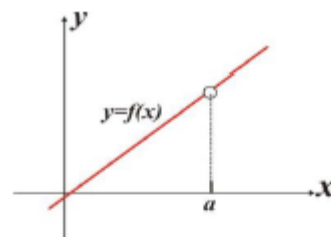
3. Grupo 3 e 7



2. Grupo 2 e 6



4. Grupo 4 e 8



Exercício 4. Todos os grupos.

1. Mostre que existe $x \in \left[\frac{2\pi}{4}, \pi\right]$ tal que $\tan(x) + \frac{\pi}{3} = 0$.
2. Mostre que a função $f(x) = 2x^5 + 5x^3 + 3x - 17$ tem somente uma raiz real.

Exercício 5. Desenhe uma curva contínua $y = f(x)$ com as propriedades indicadas.

Grupos 1, 2 e 3:

1. $f(2) = 4$, $f'(2) = 0$, $f''(x) < 0$ para todo x real.

Grupos 4, 5 e 6:

2. $f(2) = 4$, $f'(2) = 0$, $f''(x) > 0$ para $x < 2$, $f''(x) < 0$ para $x > 2$.

Grupos 7 e 8:

3. $f(2) = 4$, $f''(x) > 0$ para $x \neq 2$, e $\lim_{x \rightarrow 2^+} f'(x) = -\infty$, $\lim_{x \rightarrow 2^-} f'(x) = +\infty$.


 Université Claude Bernard  Lyon 1

Instructions:

Discutez ces exercices avec vos collègues et résolvez-les ensemble, mettez-vous d'accord.

Prenez en photo vos solutions et envoyez-les au code affiché sur votre table. Si la solution est unique, une photo par groupe suffit. Si le groupe a trouvé plusieurs solutions, ou n'a pas atteint un accord, envoyez tous vos essais.

Après la résolution, chaque groupe sera invité à présenter oralement sa solution au tableau à la classe, en l'expliquant et en la justifiant.

Exercice 2. Étudier la continuité des fonctions suivantes sur leur domaine de définition:

Groupe 1: 1 et 5

Groupe 2: 2 et 7

Groupe 3: 3 et 5

Groupe 4: 4 et 7

Groupe 5: 1 et 6

Groupe 6: 2 et 8

Groupe 7: 3 et 6

Groupe 8: 4 et 8

$$1. f: [0, 2] \rightarrow \mathbb{R} \text{ définie par } f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{si } 0 \leq x \leq 1 \\ 2x - 1 & \text{si } 1 < x \leq 2 \end{cases}$$

$$2. f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \text{ définie par } f(x) = x + \frac{\sqrt{x^2}}{x} \text{ si } x \neq 0, \text{ et } f(0) = 1$$

$$3. f: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R} \text{ définie par } f(x) = xE\left(\frac{1}{x}\right) \text{ si } x \neq 0, \text{ et } f(0) = 1, \\ \text{où } E \text{ est la fonction « partie entière »}$$

$$4. f: [-2, 2] \rightarrow \mathbb{R} \text{ définie par } f(x) = x^2 \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \text{ si } x \neq 0, \text{ et } f(0) = 0$$

$$5. f(x) = \begin{cases} -|x+3| + 2 & \text{si } x \leq -2 \\ 4 - x^2 & \text{si } -2 < x < 2 \\ x - 1 & \text{si } x \geq 2 \end{cases} \quad 6. f(x) = \begin{cases} \frac{x^2+2x-3}{|x+3|} & \text{si } x < -3 \\ -3 & \text{si } x = -3 \\ 7 + x & \text{si } x > -3 \end{cases}$$

$$7. f(x) = \begin{cases} -\sin(2x) + 3 & \text{si } x \leq 0 \\ 2 \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) + 1 & \text{si } x > 0 \end{cases}$$

$$8. f(x) = \begin{cases} \sqrt{x^2 + 5x + 6} & \text{si } x < -3 \text{ ou } x > -2 \\ -1 & \text{si } -3 \leq x \leq -2 \end{cases}$$

Exercice complémentaire 1. Trouvez des valeurs de constantes indiquées, si possible, qui rendent la fonction f continue partout. Justifiez votre réponse.

Groupe 1: 1 et 5

Groupe 2: 2 et 7

Groupe 3: 3 et 5

Groupe 4: 4 et 7

Groupe 5: 1 et 6

Groupe 6: 2 et 8

Groupe 7: 3 et 6

Groupe 8: 4 et 8

$$1. f(x) = \begin{cases} x^2 + px + 2 & \text{si } x \neq 3 \\ 3 & \text{si } x = 3 \end{cases}$$

$$3. f(x) = \begin{cases} e^{2x} & \text{si } x \neq 0 \\ p^3 - 7 & \text{si } x = 0 \end{cases}$$

$$2. f(x) = \begin{cases} x + 2p & \text{si } x \leq -1 \\ p^2 & \text{si } x > -1 \end{cases}$$

$$4. f(x) = \begin{cases} x^2 & \text{si } x \leq -2 \\ ax + b & \text{si } -2 < x < 2 \\ 3x - 2 & \text{si } x \geq 2 \end{cases}$$

$$5. f(x) = \begin{cases} \frac{x^2-x-6}{|x+2|} & \text{si } x < -2 \\ k^2-4 & \text{si } x = -2 \\ 1-2x & \text{si } x > -2 \end{cases}$$

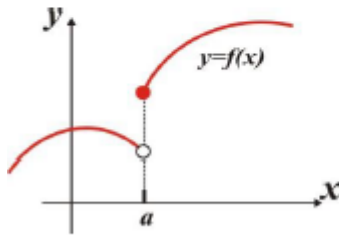
$$6. f(x) = \begin{cases} x & \text{si } x \leq 1 \\ ax+b & \text{si } 1 < x < 4 \\ -2x & \text{si } x \geq 4 \end{cases}$$

$$7. f(x) = \begin{cases} \frac{-x^2-x+6}{|x+3|} & \text{si } x < -3 \\ k^2-9 & \text{si } x = -3 \\ m+x & \text{si } x > -3 \end{cases}$$

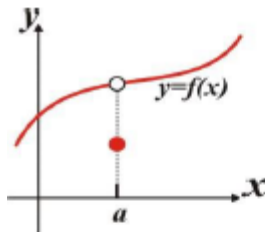
$$8. f(x) = \begin{cases} x^2+5 & \text{si } x > 2 \\ m(x+1)+k & \text{si } -1 < x \leq 2 \\ 2x^3+x+7 & \text{si } x \leq -1 \end{cases}$$

Exercice complémentaire 2. Créez un exercice à partir de l'image et donnez le au groupe suivant à résoudre, qui le donnera au groupe suivant pour corriger l'énoncé et/ou la résolution.

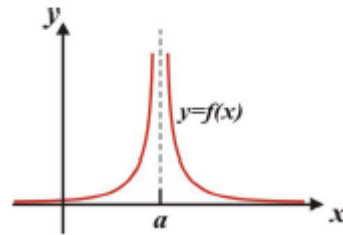
1. Groupes 1 et 5



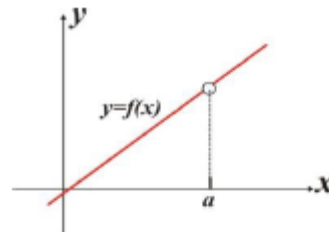
2. Groupes 2 et 6



3. Groupes 3 et 7



4. Groupes 4 et 8



Exercice 4. Tous les groupes.

1. Montrer qu'il existe $x \in \left[\frac{3\pi}{4}, \pi\right]$ tel que $\tan(x) + \frac{x}{3} = 0$.
2. Montrer que la fonction $f(x) = 2x^5 + 5x^3 + 3x - 17$ a seulement une racine réelle.

Exercice complémentaire 3. Dessinez une courbe continue $y = f(x)$ avec les propriétés indiquées.

Groupes 1, 2 et 3:

1. $f(2) = 4$, $f'(2) = 0$, $f''(x) < 0$ pour tout x réel.

Groupes 4, 5 et 6:

2. $f(2) = 4$, $f'(2) = 0$, $f''(x) > 0$ pour $x < 2$, $f''(x) < 0$ pour $x > 2$.

Groupes 7 et 8:

3. $f(2) = 4$, $f''(x) > 0$ pour $x \neq 2$, et $\lim_{x \rightarrow 2^+} f'(x) = -\infty$, $\lim_{x \rightarrow 2^-} f'(x) = +\infty$.

APÊNDICE L - Intervenção Didática “Somos de Riemann”



Université Claude Bernard Lyon 1



Instruções:

Discuta esses exercícios com seus colegas e resolva-os juntos, cheguem a um acordo.

Fotografe as suas soluções e envie-as para o código apresentado na sua mesa. Se a solução for única, uma fotografia por grupo é suficiente. Se o grupo encontrou várias soluções, ou não chegou a um acordo, envie todas as tentativas/soluções.

Após a resolução, cada grupo será convidado a apresentar oralmente sua solução no quadro à classe, explicando-a e justificando-a.

Exercício. Suponha um objeto que se move ao longo de um caminho em linha reta tem sua velocidade em m/s no tempo t em segundos dado por $v(t) = t^2$.

1. Procure uma fórmula para a soma dos quadrados dos n primeiros números inteiros positivos. Isso será útil para você!
2. Calcule a distância percorrida em $[0, 1]$, utilizando áreas de retângulos, obtenha as somas à esquerda e à direita, dividindo este intervalo em:
 - a. 2 partes iguais.
 - b. 3 partes iguais.
 - c. 4 partes iguais.
 - d. n partes iguais.

Faça desenhos para todos os casos. Trabalhe com frações e organize suas soluções de forma a utilizar a fórmula do item 1.

3. O que acontece se você escolher n muito grande? Calcule a soma à esquerda e à direita quando n tende ao infinito.
4. Você pode generalizar uma expressão para a distância percorrida no intervalo de tempo $0 \leq t \leq b$? E para um intervalo de tempo $a \leq t \leq b$?
5. Para esta questão, pense em uma função real f e contínua, em vez da função v dada acima. Se f é positiva e decrescente em $[a, b]$, a soma à esquerda será superior ou inferior à superfície exata abaixo f em $[a, b]$? E a soma à direita, será superior ou inferior à superfície exata abaixo f em $[a, b]$? Explique seu raciocínio.
6. Acesse o GeoGebra através do QR Code abaixo e faça manipulações para testar e/ou validar suposições, bem como verificar seus raciocínios e resoluções.





Université Claude Bernard



Instructions:

Discutez l'exercice avec vos collègues et le résolvez ensemble.

Envoyez des photos des solutions au code disponible sur la table. Si la solution est unique, une photo par groupe suffit. Si le groupe a trouvé plus d'une solution, ou n'a pas atteint un accord, veuillez envoyer toutes les solutions.

Après la résolution, je mène une discussion avec toute la classe.

Exercice. Supposez qu'un objet se déplace le long d'un chemin en ligne droite à sa vitesse en m/s au temps t en secondes donné par $v(t) = t^2$.

1. Recherchez une formule pour la somme des carrés des n premiers nombres entiers positifs. Cela vous sera utile!
2. Estimez la distance parcourue à $[0, 1]$, en utilisant des surfaces de rectangles, obtenez les sommes gauche et droite, en divisant cet intervalle en:
 - a. 2 parties égales.
 - b. 3 parties égales.
 - c. 4 parties égales.
 - d. n parties égales.

Faire des dessins pour tous les cas. Travaillez avec des fractions et organisez leurs solutions de manière à utiliser la formule du point 1.

3. Les sommes semblent-elles converger vers un certain nombre? Si oui, à quel numéro? Et si oui, laquelle des sommes est la plus précise à ce jour?
4. Que se passe-t-il si vous choisissez n trop grand? Calculer la somme à gauche et à droite quand n tend à l'infini.
5. Pouvez-vous généraliser une expression pour la distance parcourue dans l'intervalle de temps $0 \leq t \leq b$? Et pour un intervalle de temps $a \leq t \leq b$?
6. Pour cette question, pensez à une fonction f réelle et continue, au lieu de la fonction v donnée ci-dessus. Si f est positif et décroissant de $[a, b]$, ce sera G_n supérieur ou inférieur à la surface exacte sous f dans $[a, b]$? Et D_n ce sera supérieur ou inférieur à la surface exacte sous f dans $[a, b]$? Expliquez votre pensée.
7. Accédez à GeoGebra via le QR Code ci-dessous et effectuez des manipulations pour tester et/ou valider des hypothèses, ainsi que vérifier vos raisonnements et résolutions.



APÊNDICE M - Testes estatísticos

Tabela 1. Comparação entre as respostas dadas por professores franceses e brasileiros à questão 1 do APÊNDICE E, as atividades mais frequentes. N = 12.

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
eRespondePerguntas - n (%)			0,245	0,364
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,00)	2,00 (2,00; 2,25)		
Às vezes	1 (12,50)	0 (0,00)		
Muitas vezes	1 (12,50)	3 (75,00)		
Sempre	6 (75,00)	1 (25,00)		
ePerguntaDuvida - n (%)			0,389	0,276
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,50; 3,00)	2,00 (2,00; 2,25)		
Às vezes	2 (25,00)	0 (0,00)		
Muitas vezes	0 (0,00)	3 (75,00)		
Sempre	6 (75,00)	1 (25,00)		
eProfResolveQuadro - n (%)			0,366	0,287
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 3,00)	1,50 (1,00; 2,25)		
Às vezes	1 (12,50)	2 (50,00)		
Muitas vezes	4 (50,00)	1 (25,00)		
Sempre	3 (37,50)	1 (25,00)		
eDiscuteClasse - n (%)			0,647	0,158
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,00)	2,50 (1,75; 3,25)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
Às vezes	2 (25,00)	1 (25,00)		
Muitas vezes	5 (62,50)	1 (25,00)		
Sempre	1 (12,50)	1 (25,00)		
eExercicioPreAula - n (%)			0,251	0,358
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,25)	2,00 (1,75; 2,25)		

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
Poucas vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
Às vezes	2 (25,00)	2 (50,00)		
Muitas vezes	3 (37,50)	1 (25,00)		
Sempre	2 (25,00)	0 (0,00)		
eExplicaRaciocinio - n (%)			0,784	0,105
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,00)	2,50 (1,75; 3,25)		
Poucas vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
Às vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
Muitas vezes	5 (62,50)	1 (25,00)		
Sempre	1 (12,50)	1 (25,00)		
eTrabalhoIndividual - n (%)			0,781	0,107
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	2,50 (2,00; 3,00)		
Poucas vezes	1 (12,50)	0 (0,00)		
Às vezes	2 (25,00)	2 (50,00)		
Muitas vezes	4 (50,00)	2 (50,00)		
Sempre	1 (12,50)	0 (0,00)		
eAtendeEstudante - n (%)			0,774	0,110
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,00; 4,00)	3,50 (2,75; 4,00)		
Nunca	1 (12,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
Às vezes	2 (25,00)	1 (25,00)		
Muitas vezes	5 (62,50)	2 (50,00)		
eEstudanteResolveQ uadro - n (%)			0,245	0,361
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,75; 3,00)	1,00 (1,00; 1,50)		
Poucas vezes	2 (25,00)	3 (75,00)		

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
Às vezes	3 (37,50)	0 (0,00)		
Muitas vezes	2 (25,00)	1 (25,00)		
Sempre	1 (12,50)	0 (0,00)		
eRaciocinioAvaliacao - n (%)			0,323	0,312
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (2,00; 4,00)	2,50 (2,00; 3,00)		
Nunca	1 (12,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	2 (25,00)	2 (50,00)		
Às vezes	0 (0,00)	2 (50,00)		
Muitas vezes	5 (62,50)	0 (0,00)		
ePalestra - n (%)			0,424	-0,257
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	3,50 (2,75; 4,00)		
Nunca	1 (12,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	2 (25,00)	1 (25,00)		
Às vezes	4 (50,00)	1 (25,00)		
Muitas vezes	0 (0,00)	2 (50,00)		
Sempre	1 (12,50)	0 (0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 2. Comparação entre as respostas dadas por professores franceses e brasileiros à questão 1 do APÊNDICE E, as atividades menos frequentes. N = 12.

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
eProblemaNovo - n (%)			0,924	-0,055
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	3,00 (2,75; 3,00)		
Nunca	1 (12,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	2 (25,00)	1 (25,00)		
Às vezes	4 (50,00)	3 (75,00)		
Muitas vezes	1 (12,50)	0 (0,00)		
eProblemaMundoReal - n (%)			0,766	-0,114
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 2,00)	1,50 (1,00; 2,00)		
Poucas vezes	5 (62,50)	2 (50,00)		
Às vezes	3 (37,50)	2 (50,00)		
eExplicaColega - n (%)			0,823	0,097
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 2,00)	2,00 (1,75; 2,25)		
Nunca	0 (0,00)	1 (25,00)		
Poucas vezes	7 (87,50)	2 (50,00)		
Às vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
eTrabalhoGrupo - n (%)			0,368	-0,285
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,75; 3,00)	2,50 (2,00; 3,25)		
Nunca	2 (25,00)	0 (0,00)		
Poucas vezes	3 (37,50)	2 (50,00)		
Às vezes	3 (37,50)	1 (25,00)		
Muitas vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
eMaterialComplementar - n (%)			0,017	-0,719
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,00; 2,00)	3,00 (2,75; 3,00)		

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
Nunca	3 (37,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	5 (62,50)	1 (25,00)		
Às vezes	0 (0,00)	3 (75,00)		
eApresentacaoClasse - n (%)			0,756	0,120
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 2,00)	1,00 (1,00; 1,25)		
Nunca	5 (62,50)	3 (75,00)		
Poucas vezes	3 (37,50)	1 (25,00)		
eMaterialPreAula - n (%)			0,018	-0,710
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,25)	2,00 (2,00; 2,25)		
Nunca	6 (75,00)	0 (0,00)		
Poucas vezes	2 (25,00)	3 (75,00)		
Às vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
eAplicaJogo - n (%)			0,694	-0,151
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	1,00 (1,00; 1,25)		
Nunca	7 (87,50)	3 (75,00)		
Poucas vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
eUsaSoftware - n (%)			0,004	-0,852
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	3,50 (2,75; 4,00)		
Nunca	7 (87,50)	0 (0,00)		
Poucas vezes	1 (12,50)	1 (25,00)		
Às vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
Muitas vezes	0 (0,00)	2 (50,00)		
eUsaPlataforma - n (%)			0,050	-0,603
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	1,50 (1,00; 2,25)		
Nunca	8 (100,00)	2 (50,00)		

Variável	País		p	r
	França (n = 8)	Brasil (n = 4)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		
Às vezes	0 (0,00)	1 (25,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 3. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores franceses à questão 1 dos APÊNDICES E e F, atividades relatadas como mais frequentes. N = 186.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
eRespondePerguntas - n (%)			0,780	-0,021
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,75; 4,00)	4,00 (4,00; 4,00)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (0,56)		
Às vezes	1 (12,50)	2 (1,12)		
Muitas vezes	1 (12,50)	38 (21,35)		
Sempre	6 (75,00)	137 (76,97)		
ePerguntaDuvida - n (%)			0,534	-0,046
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,50; 3,00)	3,00 (3,00; 3,00)		
Às vezes	2 (25,00)	1 (0,56)		
Muitas vezes	0 (0,00)	36 (20,22)		
Sempre	6 (75,00)	141 (79,21)		
eProfResolveQuadro - n (%)			0,070	-0,133
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (3,00; 4,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (0,56)		
Às vezes	1 (12,50)	6 (3,37)		
Muitas vezes	4 (50,00)	51 (28,65)		
Sempre	3 (37,50)	120 (67,42)		
eDiscuteClasse - n (%)			0,077	-0,130
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,75; 4,00)	4,00 (4,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	1 (0,56)		
Poucas vezes	0 (0,00)	4 (2,25)		
Às vezes	2 (25,00)	20 (11,24)		
Muitas vezes	5 (62,50)	71 (39,89)		
Sempre	1 (12,50)	82 (46,07)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
eExercicioPreAula - n (%)			0,566	-0,042
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,00; 4,25)	4,00 (3,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	7 (3,93)		
Poucas vezes	1 (12,50)	12 (6,74)		
Às vezes	2 (25,00)	43 (24,16)		
Muitas vezes	3 (37,50)	44 (24,72)		
Sempre	2 (25,00)	72 (40,45)		
eExplicaRaciocinio - n (%)			0,610	0,038
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,75; 4,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	10 (5,62)		
Poucas vezes	1 (12,50)	15 (8,43)		
Às vezes	1 (12,50)	52 (29,21)		
Muitas vezes	5 (62,50)	68 (38,20)		
Sempre	1 (12,50)	33 (18,54)		
eTrabalhoIndividual - n (%)			0,911	-0,008
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,00; 4,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	3 (1,69)		
Poucas vezes	1 (12,50)	22 (12,36)		
Às vezes	2 (25,00)	50 (28,09)		
Muitas vezes	4 (50,00)	62 (34,83)		
Sempre	1 (12,50)	41 (23,03)		
eAtendeEstudante - n (%)			0,118	-0,115
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,00; 4,00)	4,00 (3,00; 5,00)		
Nunca	1 (12,50)	3 (1,69)		
Poucas vezes	0 (0,00)	15 (8,43)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
Às vezes	2 (25,00)	33 (18,54)		
Muitas vezes	5 (62,50)	66 (37,08)		
Sempre	0 (0,00)	61 (34,27)		
eEstudanteResolveQ uadro - n (%)			0,585	-0,040
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 4,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	23 (12,92)		
Poucas vezes	2 (25,00)	21 (11,80)		
Às vezes	3 (37,50)	34 (19,10)		
Muitas vezes	2 (25,00)	66 (37,08)		
Sempre	1 (12,50)	34 (19,10)		
eRaciocinioAvaliacao - n (%)			0,283	-0,079
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (2,00; 4,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	1 (12,50)	7 (3,93)		
Poucas vezes	2 (25,00)	16 (8,99)		
Às vezes	0 (0,00)	49 (27,53)		
Muitas vezes	5 (62,50)	66 (37,08)		
Sempre	0 (0,00)	40 (22,47)		
ePalestra - n (%)			0,299	0,076
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	2,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	1 (12,50)	58 (32,58)		
Poucas vezes	2 (25,00)	44 (24,72)		
Às vezes	4 (50,00)	45 (25,28)		
Muitas vezes	0 (0,00)	25 (14,04)		
Sempre	1 (12,50)	6 (3,37)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 4. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores franceses à questão 1 dos APÊNDICES E e F, atividades relatadas como menos frequentes. N = 186.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
eProblemaNovo - n (%)			0,270	-0,081
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	3,00 (2,00; 4,00)		
Nunca	1 (12,50)	17 (9,55)		
Poucas vezes	2 (25,00)	32 (17,98)		
Às vezes	4 (50,00)	70 (39,33)		
Muitas vezes	1 (12,50)	51 (28,65)		
Sempre	0 (0,00)	8 (4,49)		
eProblemaMundoReal - n (%)			0,178	0,099
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 3,00)	2,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	0 (0,00)	50 (28,09)		
Poucas vezes	5 (62,50)	80 (44,94)		
Às vezes	3 (37,50)	40 (22,47)		
Muitas vezes	0 (0,00)	5 (2,81)		
Sempre	0 (0,00)	3 (1,69)		
eExplicaColega - n (%)			0,380	0,065
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 2,00)	2,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	0 (0,00)	71 (39,89)		
Poucas vezes	7 (87,50)	56 (31,46)		
Às vezes	1 (12,50)	33 (18,54)		
Muitas vezes	0 (0,00)	14 (7,87)		
Sempre	0 (0,00)	4 (2,25)		
eTrabalhoGrupo - n (%)			0,584	0,040
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,75; 3,00)	2,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	2 (25,00)	73 (41,01)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
Poucas vezes	3 (37,50)	52 (29,21)		
Às vezes	3 (37,50)	30 (16,85)		
Muitas vezes	0 (0,00)	15 (8,43)		
Sempre	0 (0,00)	8 (4,49)		
eMaterialComplementar - n (%)			0,673	0,031
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,00; 2,00)	1,00 (1,00; 2,00)		
Nunca	3 (37,50)	96 (53,93)		
Poucas vezes	5 (62,50)	58 (32,58)		
Às vezes	0 (0,00)	22 (12,36)		
Muitas vezes	0 (0,00)	2 (1,12)		
eApresentacaoClasse - n (%)			0,954	0,005
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 2,00)	1,00 (1,00; 2,00)		
Nunca	5 (62,50)	124 (69,66)		
Poucas vezes	3 (37,50)	25 (14,04)		
Às vezes	0 (0,00)	19 (10,67)		
Muitas vezes	0 (0,00)	6 (3,37)		
Sempre	0 (0,00)	4 (2,25)		
eMaterialPreAula - n (%)			0,783	0,020
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,25)	1,00 (1,00; 1,00)		
Nunca	6 (75,00)	143 (80,34)		
Poucas vezes	2 (25,00)	26 (14,61)		
Às vezes	0 (0,00)	7 (3,93)		
Muitas vezes	0 (0,00)	1 (0,56)		
Sempre	0 (0,00)	1 (0,56)		
eAplicaJogo - n (%)			0,397	-0,062
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	1,00 (1,00; 1,00)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 8)	Estudante (n = 178)		
Nunca	7 (87,50)	134 (75,28)		
Poucas vezes	1 (12,50)	28 (15,73)		
Às vezes	0 (0,00)	14 (7,87)		
Muitas vezes	0 (0,00)	2 (1,12)		
eUsaSoftware - n (%)			0,705	-0,028
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	1,00 (1,00; 1,00)		
Nunca	7 (87,50)	148 (83,15)		
Poucas vezes	1 (12,50)	18 (10,11)		
Às vezes	0 (0,00)	8 (4,49)		
Muitas vezes	0 (0,00)	2 (1,12)		
Sempre	0 (0,00)	2 (1,12)		
eUsaPlataforma - n (%)			0,061	-0,138
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,00)	1,00 (1,00; 2,00)		
Nunca	8 (100,00)	121 (67,98)		
Poucas vezes	0 (0,00)	14 (7,87)		
Às vezes	0 (0,00)	24 (13,48)		
Muitas vezes	0 (0,00)	5 (2,81)		
Sempre	0 (0,00)	14 (7,87)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 5. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores brasileiros à questão 1 dos APÊNDICES E e F, atividades relatadas como mais frequentes. N = 73.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
ePerguntaDuvida - n (%)			< 0,001	-0,433
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 2,25)	3,00 (3,00; 3,00)		
Às vezes	0 (0,00)	3 (4,35)		
Muitas vezes	3 (75,00)	3 (4,35)		
Sempre	1 (25,00)	63 (91,30)		
eRespondePerguntas - n (%)			0,134	-0,177
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (4,00; 4,25)	5,00 (4,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	1 (1,45)		
Poucas vezes	0 (0,00)	1 (1,45)		
Às vezes	0 (0,00)	3 (4,35)		
Muitas vezes	3 (75,00)	17 (24,64)		
Sempre	1 (25,00)	47 (68,12)		
eProfResolveQuadro - n (%)			0,026	-0,262
Mediana (Q1; Q3)	1,50 (1,00; 2,25)	3,00 (2,00; 3,00)		
Às vezes	2 (50,00)	2 (2,90)		
Muitas vezes	1 (25,00)	21 (30,43)		
Sempre	1 (25,00)	46 (66,67)		
eDiscuteClasse - n (%)			0,301	-0,123
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,75; 4,25)	4,00 (4,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	2 (2,90)		
Poucas vezes	1 (25,00)	6 (8,70)		
Às vezes	1 (25,00)	9 (13,04)		
Muitas vezes	1 (25,00)	20 (28,99)		
Sempre	1 (25,00)	32 (46,38)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
eExplicaRaciocinio - n (%)			0,881	0,019
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,75; 4,25)	4,00 (2,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	10 (14,49)		
Poucas vezes	1 (25,00)	8 (11,59)		
Às vezes	1 (25,00)	15 (21,74)		
Muitas vezes	1 (25,00)	21 (30,43)		
Sempre	1 (25,00)	15 (21,74)		
eTrabalhoIndividual - n (%)			0,930	0,012
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (3,00; 4,00)	3,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	8 (11,59)		
Poucas vezes	0 (0,00)	6 (8,70)		
Às vezes	2 (50,00)	23 (33,33)		
Muitas vezes	2 (50,00)	17 (24,64)		
Sempre	0 (0,00)	15 (21,74)		
eAtendeEstudante - n (%)			0,115	-0,186
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,75; 4,00)	4,00 (4,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	1 (1,45)		
Poucas vezes	1 (25,00)	6 (8,70)		
Às vezes	1 (25,00)	10 (14,49)		
Muitas vezes	2 (50,00)	26 (37,68)		
Sempre	0 (0,00)	26 (37,68)		
ePalestra - n (%)			0,592	0,064
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,75; 4,00)	3,00 (2,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	15 (21,74)		
Poucas vezes	1 (25,00)	11 (15,94)		
Às vezes	1 (25,00)	17 (24,64)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
Muitas vezes	2 (50,00)	19 (27,54)		
Sempre	0 (0,00)	7 (10,14)		
eUsaSoftware - n (%)			0,862	-0,022
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,75; 4,00)	3,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	10 (14,49)		
Poucas vezes	1 (25,00)	7 (10,14)		
Às vezes	1 (25,00)	20 (28,99)		
Muitas vezes	2 (50,00)	16 (23,19)		
Sempre	0 (0,00)	16 (23,19)		
eExercicioPreAula - n (%)			0,148	-0,172
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,25)	4,00 (3,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	5 (7,35)		
Poucas vezes	1 (25,00)	7 (10,29)		
Às vezes	2 (50,00)	11 (16,18)		
Muitas vezes	1 (25,00)	25 (36,76)		
Sempre	0 (0,00)	20 (29,41)		
eMaterialComplementar - n (%)			0,123	-0,183
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,00)	4,00 (3,00; 5,00)		
Nunca	0 (0,00)	6 (8,82)		
Poucas vezes	1 (25,00)	6 (8,82)		
Às vezes	3 (75,00)	20 (29,41)		
Muitas vezes	0 (0,00)	15 (22,06)		
Sempre	0 (0,00)	21 (30,88)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 6. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores brasileiros à questão 1 dos APÊNDICES E e F, atividades relatadas como menos frequentes. N = 73.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
eProblemaNovo - n (%)			0,881	0,019
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,75; 3,00)	3,00 (2,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	15 (21,74)		
Poucas vezes	1 (25,00)	16 (23,19)		
Às vezes	3 (75,00)	19 (27,54)		
Muitas vezes	0 (0,00)	11 (15,94)		
Sempre	0 (0,00)	8 (11,59)		
eTrabalhoGrupo - n (%)			0,225	-0,144
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (2,00; 3,25)	4,00 (3,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	8 (11,59)		
Poucas vezes	2 (50,00)	8 (11,59)		
Às vezes	1 (25,00)	14 (20,29)		
Muitas vezes	1 (25,00)	24 (34,78)		
Sempre	0 (0,00)	15 (21,74)		
eEstudanteResolveQuadro - n (%)			0,424	0,095
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 2,50)	2,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	0 (0,00)	27 (39,13)		
Poucas vezes	3 (75,00)	17 (24,64)		
Às vezes	0 (0,00)	18 (26,09)		
Muitas vezes	1 (25,00)	3 (4,35)		
Sempre	0 (0,00)	4 (5,80)		
eProblemaMundoReal - n (%)			0,930	-0,012
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (2,00; 3,00)	3,00 (2,00; 3,00)		
Nunca	0 (0,00)	15 (21,74)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
Poucas vezes	2 (50,00)	17 (24,64)		
Às vezes	2 (50,00)	23 (33,33)		
Muitas vezes	0 (0,00)	11 (15,94)		
Sempre	0 (0,00)	3 (4,35)		
eRaciocinioAvaliacao - n (%)			0,543	-0,073
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (2,00; 3,00)	3,00 (2,00; 4,00)		
Nunca	0 (0,00)	16 (23,19)		
Poucas vezes	2 (50,00)	10 (14,49)		
Às vezes	2 (50,00)	19 (27,54)		
Muitas vezes	0 (0,00)	14 (20,29)		
Sempre	0 (0,00)	10 (14,49)		
eMaterialPreAula - n (%)			0,244	0,138
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (2,00; 2,25)	1,00 (1,00; 3,00)		
Nunca	0 (0,00)	37 (53,62)		
Poucas vezes	3 (75,00)	12 (17,39)		
Às vezes	1 (25,00)	10 (14,49)		
Muitas vezes	0 (0,00)	8 (11,59)		
Sempre	0 (0,00)	2 (2,90)		
eExplicaColega - n (%)			0,489	-0,082
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,75; 2,25)	2,00 (2,00; 3,00)		
Nunca	1 (25,00)	17 (24,64)		
Poucas vezes	2 (50,00)	20 (28,99)		
Às vezes	1 (25,00)	21 (30,43)		
Muitas vezes	0 (0,00)	7 (10,14)		
Sempre	0 (0,00)	4 (5,80)		
eUsaPlataforma - n (%)			0,309	-0,121

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
Mediana (Q1; Q3)	1,50 (1,00; 2,25)	3,00 (1,00; 4,00)		
Nunca	2 (50,00)	28 (40,58)		
Poucas vezes	1 (25,00)	3 (4,35)		
Às vezes	1 (25,00)	18 (26,09)		
Muitas vezes	0 (0,00)	9 (13,04)		
Sempre	0 (0,00)	11 (15,94)		
eAplicaJogo - n (%)			0,805	-0,031
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,25)	1,00 (1,00; 2,00)		
Nunca	3 (75,00)	50 (72,46)		
Poucas vezes	1 (25,00)	9 (13,04)		
Às vezes	0 (0,00)	6 (8,70)		
Muitas vezes	0 (0,00)	3 (4,35)		
Sempre	0 (0,00)	1 (1,45)		
eApresentacaoClasse - n (%)			0,722	-0,043
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (1,00; 1,25)	1,00 (1,00; 2,00)		
Nunca	3 (75,00)	47 (68,12)		
Poucas vezes	1 (25,00)	16 (23,19)		
Às vezes	0 (0,00)	3 (4,35)		
Sempre	0 (0,00)	3 (4,35)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 7. Comparação entre as respostas dadas por professores franceses e brasileiros à questão 2 do APÊNDICE E, quanto às atividades importantes para o aprendizado. N = 11.

Variável	País		p	r
	França (n = 7)	Brasil (n = 4)		
aProfResolveQuadro			1,000	0,029
Média (DP)	2,29 (1,98)	2,25 (1,71)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (0,50; 3,50)	2,50 (1,50; 3,25)		
aEstudanteResolveQuadro			0,279	-0,362
Média (DP)	0,29 (0,76)	1,50 (2,38)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,50 (0,00; 2,00)		
aRespondePerguntas			0,185	0,437
Média (DP)	1,00 (1,29)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoIndividual			0,442	0,265
Média (DP)	2,00 (2,52)	0,75 (1,50)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 4,50)	0,00 (0,00; 0,75)		
aAtendeEstudante			0,400	-0,290
Média (DP)	0,43 (1,13)	0,75 (0,96)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,50 (0,00; 1,25)		
aDiscuteClasse			0,327	0,338
Média (DP)	0,86 (1,86)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,50)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,769	0,118
Média (DP)	2,00 (1,53)	1,75 (2,36)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,00; 3,00)	1,00 (0,00; 2,75)		
aExplicaRaciocinio			0,068	-0,591
Média (DP)	0,00 (0,00)	2,25 (2,63)		

Variável	País		p	r
	França (n = 7)	Brasil (n = 4)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	2,00 (0,00; 4,25)		
aTrabalhoGrupo			0,755	0,126
Média (DP)	1,71 (2,14)	1,25 (1,50)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 4,00)	1,00 (0,00; 2,25)		
aExplicaColega			0,427	-0,270
Média (DP)	1,14 (1,77)	2,50 (2,38)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 1,00)	2,50 (0,75; 4,25)		
aRaciocinioAvaliacao			0,228	-0,401
Média (DP)	0,14 (0,38)	1,00 (1,41)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,50 (0,00; 1,50)		
aMaterialComplementar			0,571	0,228
Média (DP)	0,14 (0,38)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,232	0,389
Média (DP)	2,71 (2,14)	1,00 (2,00)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (1,00; 4,50)	0,00 (0,00; 1,00)		
aProblemaNovo			0,571	0,228
Média (DP)	0,29 (0,76)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 8. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores franceses à questão 2 do APÊNDICE E e F, quanto às atividades importantes para o aprendizado. N = 110.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 7)	Estudante (n = 103)		
aPalestra			0,305	-0,099
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,37 (1,07)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProfResolveQuadro			0,531	-0,060
Média (DP)	2,29 (1,98)	2,75 (1,95)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (0,50; 3,50)	3,00 (1,00; 5,00)		
aEstudanteResolveQuadro			0,593	-0,052
Média (DP)	0,29 (0,76)	0,63 (1,39)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,219	-0,117
Média (DP)	1,00 (1,29)	1,81 (1,77)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	2,00 (0,00; 3,00)		
aTrabalhoIndividual			0,906	0,012
Média (DP)	2,00 (2,52)	1,70 (1,99)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 4,50)	1,00 (0,00; 4,00)		
aProblemaMundoReal			0,454	-0,073
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,22 (0,91)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,250	-0,111
Média (DP)	0,43 (1,13)	1,17 (1,73)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aDiscuteClasse			0,118	0,150
Média (DP)	0,86 (1,86)	0,20 (0,69)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 7)	Estudante (n = 103)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,50)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,288	0,102
Média (DP)	2,00 (1,53)	1,36 (1,60)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (1,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aExplicaRaciocinio			0,524	-0,062
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,15 (0,69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,646	0,044
Média (DP)	1,71 (2,14)	1,24 (1,72)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 4,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aExplicaColega			0,417	0,078
Média (DP)	1,14 (1,77)	0,96 (1,58)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aApresentacaoClasse			0,731	-0,035
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,07 (0,49)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,523	0,062
Média (DP)	0,14 (0,38)	0,17 (0,69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,286	-0,103
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,41 (1,08)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			0,685	0,040
Média (DP)	0,14 (0,38)	0,22 (0,84)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 7)	Estudante (n = 103)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,035	0,202
Média (DP)	2,71 (2,14)	1,15 (1,68)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (1,00; 4,50)	0,00 (0,00; 2,00)		
aProblemaNovo			0,775	-0,028
Média (DP)	0,29 (0,76)	0,39 (0,95)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			0,664	-0,043
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,06 (0,34)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,664	-0,043
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,04 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaPlataforma			0,731	-0,035
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,03 (0,22)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 9. Comparação entre as respostas dadas por estudantes e professores brasileiros à questão 2 do APÊNDICE E e F, quanto às atividades importantes para o aprendizado. N = 73.

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
aPalestra			0,222	-0,145
Média (DP)	0,00 (0,00)	1,16 (1,92)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aProfResolveQuadro			0,216	-0,146
Média (DP)	2,25 (1,71)	3,19 (2,01)		
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (1,50; 3,25)	4,00 (1,00; 5,00)		
aEstudanteResolveQuadro			< 0,001	0,472
Média (DP)	1,50 (2,38)	0,06 (0,38)		
Mediana (Q1; Q3)	0,50 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,105	-0,192
Média (DP)	0,00 (0,00)	1,45 (1,84)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aTrabalhoIndividual			0,879	-0,020
Média (DP)	0,75 (1,50)	0,88 (1,59)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,75)	0,00 (0,00; 1,00)		
aProblemaMundoReal			0,645	-0,058
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,23 (0,96)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,763	0,037
Média (DP)	0,75 (0,96)	0,91 (1,52)		
Mediana (Q1; Q3)	0,50 (0,00; 1,25)	0,00 (0,00; 1,00)		
aDiscuteClasse			0,488	-0,084
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,35 (1,04)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,595	0,064
Média (DP)	1,75 (2,36)	1,10 (1,54)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 2,75)	0,00 (0,00; 2,00)		
aExplicaRaciocinio			0,003	0,352
Média (DP)	2,25 (2,63)	0,17 (0,69)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 4,25)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,735	0,041
Média (DP)	1,25 (1,50)	1,01 (1,39)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 2,25)	0,00 (0,00; 2,00)		
aExplicaColega			0,076	0,210
Média (DP)	2,50 (2,38)	0,91 (1,48)		
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (0,75; 4,25)	0,00 (0,00; 1,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,071	0,213
Média (DP)	1,00 (1,41)	0,30 (0,81)		
Mediana (Q1; Q3)	0,50 (0,00; 1,50)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,311	-0,121
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,57 (1,23)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			0,255	-0,135
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,78 (1,46)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aExercícioPreAula			0,832	-0,027
Média (DP)	1,00 (2,00)	0,96 (1,51)		

Variável	Estudante/Professor		p	r
	Professor (n = 4)	Estudante (n = 69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
aProblemaNovo			0,522	-0,078
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,19 (0,62)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			0,291	-0,125
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,58 (1,26)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,857	-0,028
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,03 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaPlataforma			0,698	-0,050
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,04 (0,21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 10. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses e brasileiros à questão 2 do APÊNDICE F, quanto às atividades importantes para o aprendizado. N = 172.

Variável	País		p	r
	França (n = 103)	Brasil (n = 69)		
aPalestra			0,006	-0,212
Média (DP)	0,37 (1,07)	1,16 (1,92)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aProfResolveQuadro			0,113	-0,121
Média (DP)	2,75 (1,95)	3,19 (2,01)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (1,00; 5,00)	4,00 (1,00; 5,00)		
aEstudanteResolveQuadro			< 0,001	0,271
Média (DP)	0,63 (1,39)	0,06 (0,38)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,205	0,097
Média (DP)	1,81 (1,77)	1,45 (1,84)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aTrabalhoIndividual			0,003	0,226
Média (DP)	1,70 (1,99)	0,88 (1,59)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 4,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aProblemaMundoReal			0,651	0,035
Média (DP)	0,22 (0,91)	0,23 (0,96)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,508	0,051
Média (DP)	1,17 (1,73)	0,91 (1,52)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aDiscuteClasse			0,619	-0,038
Média (DP)	0,20 (0,69)	0,35 (1,04)		

Variável	País		p	r
	França (n = 103)	Brasil (n = 69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,240	0,090
Média (DP)	1,36 (1,60)	1,10 (1,54)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
aExplicaRaciocinio			0,710	-0,029
Média (DP)	0,15 (0,69)	0,17 (0,69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,621	0,038
Média (DP)	1,24 (1,72)	1,01 (1,39)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
aExplicaColega			0,985	-0,002
Média (DP)	0,96 (1,58)	0,91 (1,48)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aApresentacaoClasse			0,249	0,088
Média (DP)	0,07 (0,49)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,103	-0,125
Média (DP)	0,17 (0,69)	0,30 (0,81)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,249	-0,088
Média (DP)	0,41 (1,08)	0,57 (1,23)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			0,002	-0,238
Média (DP)	0,22 (0,84)	0,78 (1,46)		

Variável	País		p	r
	França (n = 103)	Brasil (n = 69)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aExercícioPreAula			0,624	0,038
Média (DP)	1,15 (1,68)	0,96 (1,51)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
aProblemaNovo			0,104	0,124
Média (DP)	0,39 (0,95)	0,19 (0,62)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			< 0,001	-0,316
Média (DP)	0,06 (0,34)	0,58 (1,26)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,546	0,046
Média (DP)	0,04 (0,24)	0,03 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaPlataforma			0,370	-0,069
Média (DP)	0,03 (0,22)	0,04 (0,21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 11. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois da intervenção Continuidade de Funções. N = 93.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 50)	Continuidade de Funções (n = 43)		
aPalestra			0,906	-0,013
Média (DP)	0,20 (0,81)	0,14 (0,56)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProfResolveQuadro			0,924	0,010
Média (DP)	2,38 (2,02)	2,33 (2,01)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (0,00; 4,00)	2,00 (0,00; 4,50)		
aEstudanteResolveQuadro			0,648	0,048
Média (DP)	0,92 (1,66)	0,81 (1,56)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,161	0,145
Média (DP)	2,16 (1,79)	1,63 (1,83)		
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (0,00; 4,00)	1,00 (0,00; 3,50)		
aTrabalhoIndividual			0,833	-0,022
Média (DP)	1,46 (2,05)	1,42 (1,78)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,75)	0,00 (0,00; 3,00)		
aProblemaMundoReal			0,910	-0,012
Média (DP)	0,44 (1,23)	0,33 (0,89)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,044	-0,209
Média (DP)	0,72 (1,53)	1,42 (1,82)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aDiscuteClasse			0,822	-0,024
Média (DP)	0,44 (1,01)	0,56 (1,24)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 50)	Continuidade de Funções (n = 43)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,162	-0,145
Média (DP)	1,48 (1,64)	1,91 (1,64)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 3,00)	2,00 (0,00; 3,00)		
aExplicaRaciocinio			0,193	-0,136
Média (DP)	0,34 (1,08)	0,49 (1,10)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,993	0,001
Média (DP)	0,74 (1,12)	0,88 (1,50)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aExplicaColega			0,630	-0,050
Média (DP)	0,70 (1,43)	0,88 (1,66)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aApresentacaoClasse			0,678	0,044
Média (DP)	0,10 (0,58)	0,12 (0,76)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,237	-0,123
Média (DP)	0,18 (0,66)	0,37 (0,98)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,543	0,064
Média (DP)	0,60 (1,40)	0,40 (1,03)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			0,757	-0,033
Média (DP)	0,46 (1,27)	0,56 (1,35)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 50)	Continuidade de Funções (n = 43)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,341	0,099
Média (DP)	0,82 (1,35)	0,65 (1,31)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProblemaNovo			0,115	0,164
Média (DP)	0,48 (1,09)	0,26 (0,93)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			0,767	0,032
Média (DP)	0,16 (0,71)	0,09 (0,48)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,465	-0,077
Média (DP)	0,04 (0,28)	0,19 (0,88)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaPlataforma			0,515	0,068
Média (DP)	0,18 (0,66)	0,09 (0,48)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 12. Comparação da satisfação de estudantes franceses antes e depois da intervenção Continuidade de Funções. N = 93.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 50)	Continuidade de Funções (n = 43)		
Satisfação - n (%)			0,003	0,305
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (4,00; 5,00)	4,00 (3,00; 4,00)		
Muito insatisfeito	0 (0,00)	2 (4,76)		
Insatisfeito	2 (4,00)	3 (7,14)		
Neutro	4 (8,00)	11 (26,19)		
Satisfeito	23 (46,00)	17 (40,48)		
Muito satisfeito	21 (42,00)	9 (21,43)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 13. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois da intervenção Limite por definição. N = 43.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 22)	Limite por definição (n = 21)		
aPalestra			0,582	0,088
Média (DP)	0,14 (0,47)	0,05 (0,22)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProfResolveQuadro			0,140	0,227
Média (DP)	2,77 (1,77)	1,95 (1,96)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (1,25; 4,75)	2,00 (0,00; 3,00)		
aEstudanteResolveQuadro			0,777	0,047
Média (DP)	0,23 (0,69)	0,33 (1,06)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,101	-0,252
Média (DP)	1,91 (1,66)	2,81 (1,63)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 3,00)	3,00 (2,00; 4,00)		
aTrabalhoIndividual			0,609	0,080
Média (DP)	1,73 (1,88)	1,62 (1,96)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aProblemaMundoReal			0,036	-0,323
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,57 (1,33)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,069	-0,279
Média (DP)	0,55 (1,44)	1,24 (1,58)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aDiscuteClasse			0,981	0,007
Média (DP)	0,27 (0,94)	0,10 (0,30)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 22)	Limite por definição (n = 21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,420	-0,125
Média (DP)	1,41 (1,71)	1,71 (1,55)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	2,00 (0,00; 3,00)		
aExplicaRaciocinio			0,311	-0,159
Média (DP)	0,23 (1,07)	0,48 (1,29)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,838	0,033
Média (DP)	2,05 (1,96)	1,90 (2,14)		
Mediana (Q1; Q3)	2,50 (0,00; 3,75)	1,00 (0,00; 4,00)		
aExplicaColega			0,489	0,108
Média (DP)	1,00 (1,77)	0,57 (1,16)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,662	0,070
Média (DP)	0,41 (1,18)	0,19 (0,68)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,620	0,080
Média (DP)	0,23 (0,75)	0,14 (0,65)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			1,000	-0,005
Média (DP)	0,09 (0,43)	0,10 (0,44)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,266	0,172
Média (DP)	1,50 (1,87)	0,95 (1,60)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 22)	Limite por definição (n = 21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
aProblemaNovo			0,297	0,162
Média (DP)	0,50 (1,01)	0,24 (0,70)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,75)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,329	-0,156
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,14 (0,65)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 14. Comparação da satisfação de estudantes franceses antes e depois da intervenção Limite por definição. N = 43.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 22)	Limite por definição (n = 21)		
Satisfação - n (%)			0,431	0,122
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (2,00; 3,00)	3,00 (2,00; 3,00)		
Neutro	0 (0,00)	3 (14,29)		
Satisfeito	9 (40,91)	7 (33,33)		
Muito satisfeito	13 (59,09)	11 (52,38)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 15. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois da intervenção Transformação de Função. N = 38.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 20)	Transformação de Função (n = 18)		
aPalestra			0,519	0,108
Média (DP)	0,60 (1,35)	0,39 (1,14)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProfResolveQuadro			0,478	-0,118
Média (DP)	3,15 (2,01)	3,61 (1,88)		
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (1,75; 5,00)	4,50 (3,00; 5,00)		
aEstudanteResolveQuadro			0,273	0,180
Média (DP)	1,15 (1,87)	0,67 (1,64)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,50)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,988	-0,005
Média (DP)	2,90 (1,55)	2,83 (1,72)		
Mediana (Q1; Q3)	3,50 (2,00; 4,00)	3,50 (1,25; 4,00)		
aTrabalhoIndividual			0,735	0,058
Média (DP)	1,20 (1,79)	1,06 (1,59)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,25)	0,00 (0,00; 2,75)		
aAtendeEstudante			0,703	0,065
Média (DP)	1,15 (1,76)	0,78 (1,22)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,25)	0,00 (0,00; 1,75)		
aDiscuteClasse			0,544	-0,102
Média (DP)	0,20 (0,52)	0,44 (1,04)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,976	0,007
Média (DP)	1,80 (1,70)	1,72 (1,41)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 20)	Transformação de Função (n = 18)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 3,00)	2,00 (1,00; 2,00)		
aExplicaRaciocinio			0,317	-0,170
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,06 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,324	-0,164
Média (DP)	0,25 (0,72)	0,56 (1,04)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,75)		
aExplicaColega			0,432	0,131
Média (DP)	0,80 (1,47)	0,61 (1,50)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,25)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRaciocinioAvaliacao			0,129	-0,250
Média (DP)	0,10 (0,45)	0,44 (0,98)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialPreAula			0,596	0,090
Média (DP)	0,40 (0,94)	0,56 (1,62)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			1,000	-0,006
Média (DP)	0,25 (1,12)	0,22 (0,94)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,917	0,020
Média (DP)	0,90 (1,48)	0,83 (1,50)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,25)	0,00 (0,00; 1,00)		
aProblemaNovo			0,684	0,071
Média (DP)	0,10 (0,31)	0,11 (0,47)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 20)	Transformação de Função (n = 18)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			0,317	-0,170
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,06 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			0,317	-0,170
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,06 (0,24)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaPlataforma			0,370	0,154
Média (DP)	0,05 (0,22)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 16. Comparação da satisfação de estudantes franceses antes e depois da intervenção Transformação de Função. N = 38.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 20)	Transformação de Função (n = 18)		
Satisfação - n (%)			0,003	0,492
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (3,00; 4,00)	3,00 (3,00; 3,00)		
Insatisfeito	0 (0,00)	1 (5,56)		
Neutro	0 (0,00)	1 (5,56)		
Satisfeito	6 (30,00)	12 (66,67)		
Muito satisfeito	14 (70,00)	4 (22,22)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 17. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois da intervenção Somas de Riemann. N = 43.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 21)	Somas de Riemann (n = 22)		
aPalestra			0,431	-0,123
Média (DP)	0,29 (0,90)	0,50 (1,19)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProfResolveQuadro			0,811	0,038
Média (DP)	2,67 (2,08)	2,50 (2,22)		
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (1,00; 5,00)	2,50 (0,00; 5,00)		
aEstudanteResolveQuadro			0,508	-0,104
Média (DP)	0,57 (1,47)	0,86 (1,73)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aRespondePerguntas			0,249	-0,178
Média (DP)	1,48 (1,78)	2,14 (1,96)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	3,00 (0,00; 4,00)		
aTrabalhoIndividual			0,725	-0,056
Média (DP)	2,10 (2,00)	2,32 (2,12)		
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 4,00)	2,50 (0,00; 4,00)		
aProblemaMundoReal			0,601	-0,084
Média (DP)	0,10 (0,44)	0,18 (0,66)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAtendeEstudante			0,659	0,069
Média (DP)	2,00 (2,00)	1,73 (1,75)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 4,00)	2,00 (0,00; 3,00)		
aDiscuteClasse			0,620	-0,080
Média (DP)	0,10 (0,44)	0,14 (0,47)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 21)	Somas de Riemann (n = 22)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aPerguntaDuvida			0,258	0,174
Média (DP)	1,67 (1,68)	1,09 (1,41)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
aExplicaRaciocinio			0,329	0,156
Média (DP)	0,10 (0,44)	0,00 (0,00)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aTrabalhoGrupo			0,758	0,049
Média (DP)	1,48 (1,78)	1,27 (1,67)		
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 3,00)	1,00 (0,00; 1,75)		
aExplicaColega			0,590	0,084
Média (DP)	1,14 (1,74)	0,77 (1,31)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
aMaterialPreAula			0,942	0,015
Média (DP)	0,19 (0,60)	0,14 (0,47)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aMaterialComplementar			1,000	0,005
Média (DP)	0,10 (0,44)	0,09 (0,43)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aExercícioPreAula			0,248	0,178
Média (DP)	0,57 (1,08)	0,27 (0,88)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aProblemaNovo			0,257	-0,175
Média (DP)	0,33 (1,06)	0,77 (1,57)		

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 21)	Somas de Riemann (n = 22)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aUsaSoftware			1,000	0,000
Média (DP)	0,10 (0,44)	0,14 (0,64)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
aAplicaJogo			1,000	0,000
Média (DP)	0,05 (0,22)	0,09 (0,43)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75).

Tabela 18. Comparação da satisfação de estudantes franceses antes e depois da intervenção Somas de Riemann. N = 43.

Variável	Intervenção		p	r
	Pré intervenção (n = 21)	Somas de Riemann (n = 22)		
Satisfação - n (%)			0,007	0,412
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (3,00; 3,00)	2,00 (2,00; 3,00)		
Neutro	0 (0,00)	2 (9,09)		
Satisfeito	5 (23,81)	12 (54,55)		
Muito satisfeito	16 (76,19)	8 (36,36)		

Teste de Mann-Whitney. r = tamanho de efeito r.

Tabela 19. Comparação entre as respostas dadas por estudantes franceses à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois das intervenções Transformação de Função e Continuidade de Funções. N = 64.

Variável	Intervenção			p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré intervenção (n = 25)	Transformação de Função (n = 18)	Continuidade de Funções (n = 21)		
aPalestra				0,648	-0,019
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,12 (0,60)	0,39 (1,14)	0,14 (0,48)		
aProfResolveQuadro				0,054	0,063
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (0,00; 4,00)	4,50 (3,00; 5,00)	2,00 (0,00; 3,00)		
Média (DP)	2,60 (2,06)	3,61 (1,88)	2,00 (2,07)		
aEstudanteResolveQuadro				0,975	-0,032
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,76 (1,59)	0,67 (1,64)	0,71 (1,55)		
aRespondePerguntas				0,308	0,006
Mediana (Q1; Q3)	2,00 (0,00; 4,00)	3,50 (1,25; 4,00)	2,00 (0,00; 4,00)		
Média (DP)	2,32 (1,89)	2,83 (1,72)	1,90 (1,84)		
aTrabalhoIndividual				0,821	-0,026
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,75)	0,00 (0,00; 2,00)		
Média (DP)	1,44 (2,04)	1,06 (1,59)	1,05 (1,47)		
aProblemaMundoReal				0,172	0,025
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,64 (1,52)	0,00 (0,00)	0,48 (1,08)		
aAtendeEstudante				0,257	0,012
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,75)	0,00 (0,00; 3,00)		
Média (DP)	0,56 (1,47)	0,78 (1,22)	1,19 (1,66)		
aDiscuteClasse				0,870	-0,028

Variável	Intervenção			p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré intervenção (n = 25)	Transformação de Função (n = 18)	Continuidade de Funções (n = 21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,28 (0,74)	0,44 (1,04)	0,33 (0,80)		
aPerguntaDuvida				0,278	0,009
Mediana (Q1; Q3)	1,00 (0,00; 3,00)	2,00 (1,00; 2,00)	3,00 (1,00; 3,00)		
Média (DP)	1,48 (1,53)	1,72 (1,41)	2,19 (1,63)		
aExplicaRaciocinio				0,977	-0,032
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,08 (0,40)	0,06 (0,24)	0,14 (0,65)		
aTrabalhoGrupo				0,713	-0,022
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,75)	0,00 (0,00; 1,00)		
Média (DP)	0,56 (1,08)	0,56 (1,04)	0,86 (1,39)		
aExplicaColega				0,577	-0,015
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
Média (DP)	0,84 (1,57)	0,61 (1,50)	0,95 (1,72)		
aRaciocinioAvaliacao				0,544	-0,013
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,28 (0,89)	0,44 (0,98)	0,62 (1,32)		
aMaterialPreAula				0,790	-0,025
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,64 (1,44)	0,56 (1,62)	0,48 (1,21)		
aMaterialComplementar				0,310	0,006
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,64 (1,58)	0,22 (0,94)	0,90 (1,73)		
aExercicioPreAula				0,754	-0,024

Variável	Intervenção			p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré intervenção (n = 25)	Transformação de Função (n = 18)	Continuidade de Funções (n = 21)		
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
Média (DP)	0,96 (1,40)	0,83 (1,50)	0,86 (1,49)		
aProblemaNovo				0,005	0,144
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00) a	0,00 (0,00; 0,00) b	0,00 (0,00; 0,00) b		
Média (DP)	0,60 (1,04)	0,11 (0,47)	0,00 (0,00)		
aUsaSoftware				0,979	-0,032
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,12 (0,60)	0,06 (0,24)	0,14 (0,65)		
aAplicaJogo				0,305	0,006
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,06 (0,24)	0,38 (1,24)		
aUsaPlataforma				0,662	-0,019
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,08 (0,40)	0,00 (0,00)	0,14 (0,65)		

Teste de Kruskal-Wallis. $\eta^2_{[H]}$ = eta-quadrado ordinal. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75). Letras distintas indicam grupos que diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Tabela 20. Comparação da satisfação de estudantes franceses antes e depois das intervenções Transformação de Função e Continuidade de Funções. N = 64.

Variável	Intervenção			p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré intervenção (n = 25)	Transformação de Função (n = 18)	Continuidade de Funções (n = 21)		
Satisfação				0,405	-0,003
Mediana (Q1; Q3)	3,00 (3,00; 3,00)	3,00 (3,00; 3,00)	3,00 (3,00; 4,00)		
n (%)					
Insatisfeito	1 (4,00)	1 (5,56)	0 (0,00)		
Neutro	4 (16,00)	1 (5,56)	2 (9,52)		
Satisfeito	14 (56,00)	12 (66,67)	11 (52,38)		
Muito satisfeito	6 (24,00)	4 (22,22)	8 (38,10)		

Teste de Kruskal-Wallis. $\eta^2_{[H]}$ = eta-quadrado ordinal.

Tabela 21. Comparação entre as respostas dadas por estudantes brasileiros à questão 2 do APÊNDICE F e à questão 1 do APÊNDICE H, quanto às atividades importantes para o aprendizado, antes e depois das diferentes intervenções. N = 203.

Variável	Intervenção					p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré (n = 69)	TF (n = 29)	LD (n = 39)	CF (n = 36)	SR (n = 30)		
aPalestra						0,736	-0,010
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,00)		
Média (DP)	1,16 (1,92)	0,83 (1,85)	1,08 (1,90)	0,83 (1,80)	1,00 (1,82)		
aProfResolveQuadro						0,458	-0,002
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (1,00; 5,00)	4,00 (0,00; 5,00)	3,00 (0,00; 4,50)	4,00 (1,00; 5,00)	3,00 (0,00; 5,00)		
Média (DP)	3,19 (2,01)	2,83 (2,22)	2,51 (2,14)	3,14 (2,03)	2,67 (2,12)		
aEstudanteResolveQuadro						0,069	0,024
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,06 (0,38)	0,14 (0,74)	0,36 (0,96)	0,33 (1,07)	0,37 (1,00)		
aRespondePerguntas						0,368	0,001
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 3,00)	1,00 (0,00; 3,00)	3,00 (0,00; 4,00)	0,50 (0,00; 4,00)	2,50 (0,00; 4,00)		
Média (DP)	1,45 (1,84)	1,69 (1,75)	2,10 (1,96)	1,94 (2,08)	2,17 (2,09)		
aTrabalhoIndividual						0,097	0,020
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 3,00)		
Média (DP)	0,88 (1,59)	0,90 (1,63)	1,59 (1,85)	1,33 (1,67)	1,67 (1,99)		
aProblemaMundoReal						0,581	-0,006
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,23 (0,96)	0,28 (1,00)	0,56 (1,41)	0,25 (0,84)	0,47 (1,25)		
aAtendeEstudante						0,203	0,010
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 4,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,25)	0,00 (0,00; 1,75)		
Média (DP)	0,91 (1,52)	1,59 (1,97)	0,62 (1,37)	0,86 (1,55)	1,00 (1,55)		
aDiscuteClasse						0,450	-0,002
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 1,50)		

Variável	Intervenção					p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré (n = 69)	TF (n = 29)	LD (n = 39)	CF (n = 36)	SR (n = 30)		
Média (DP)	0,35 (1,04)	0,59 (1,30)	0,54 (1,27)	0,61 (1,25)	0,77 (1,43)		
aPerguntaDuvida						0,997	-0,019
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,00)		
Média (DP)	1,10 (1,54)	1,03 (1,32)	1,03 (1,37)	1,25 (1,68)	1,10 (1,65)		
aExplicaRaciocinio						0,360	0,002
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,17 (0,69)	0,03 (0,19)	0,31 (1,08)	0,17 (0,85)	0,50 (1,22)		
aTrabalhoGrupo						0,256	0,007
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 3,00)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 0,75)		
Média (DP)	1,01 (1,39)	1,07 (1,44)	1,44 (1,76)	0,89 (1,33)	0,53 (1,11)		
aExplicaColega						0,162	0,013
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,50)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 0,75)		
Média (DP)	0,91 (1,48)	0,31 (0,89)	0,54 (1,17)	0,75 (1,13)	0,50 (1,07)		
aApresentacaoClasse						0,377	0,001
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,06 (0,33)	0,03 (0,18)		
aRaciocinioAvaliacao						0,670	-0,008
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,75)		
Média (DP)	0,30 (0,81)	0,41 (1,02)	0,41 (0,91)	0,39 (0,84)	0,57 (1,10)		
aMaterialPreAula						0,138	0,015
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,57 (1,23)	0,45 (1,15)	0,31 (1,00)	0,19 (0,62)	0,10 (0,55)		
aMaterialComplementar						0,047	0,028
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 1,00)	0,00 (0,00; 2,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
	a	a	a	a	a		

Variável	Intervenção					p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré (n = 69)	TF (n = 29)	LD (n = 39)	CF (n = 36)	SR (n = 30)		
Média (DP)	0,78 (1,46)	0,97 (1,52)	0,36 (1,01)	0,33 (1,15)	0,33 (0,76)		
aExercícioPreAula						0,033	0,033
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 2,00) a	0,00 (0,00; 1,00) a	0,00 (0,00; 0,00) a	0,00 (0,00; 1,00) a	0,00 (0,00; 0,00) a		
Média (DP)	0,96 (1,51)	0,66 (1,23)	0,31 (0,86)	0,56 (1,11)	0,30 (1,02)		
aProblemaNovo						0,893	-0,015
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,19 (0,62)	0,21 (0,68)	0,36 (1,14)	0,33 (1,10)	0,43 (1,04)		
aUsaSoftware						0,047	0,029
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00) ab	0,00 (0,00; 2,00) a	0,00 (0,00; 0,00) b	0,00 (0,00; 0,00) ab	0,00 (0,00; 0,00) ab		
Média (DP)	0,58 (1,26)	1,21 (1,76)	0,31 (0,95)	0,39 (0,93)	0,47 (1,31)		
aAplicaJogo						0,568	-0,005
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,03 (0,24)	0,03 (0,19)	0,08 (0,35)	0,08 (0,37)	0,00 (0,00)		
aUsaPlataforma						0,499	-0,003
Mediana (Q1; Q3)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)		
Média (DP)	0,04 (0,21)	0,00 (0,00)	0,13 (0,47)	0,28 (1,06)	0,03 (0,18)		

Teste de Kruskal-Wallis. $\eta^2_{[H]}$ = eta-quadrado ordinal. DP = desvio-padrão; Q1 = primeiro quartil (percentil 25); Q3 = terceiro quartil (percentil 75). Letras distintas indicam grupos que diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$). CF = Continuidade de Funções; LD = Limite por definição; Pré = Pré-intervenção; SR = Somas de Riemann; TF = Transformação de Função.

Tabela 22. Comparação da satisfação de estudantes brasileiros pré e pós diferentes intervenções. N = 203.

Variável	Intervenção					p	$\eta^2_{[H]}$
	Pré (n = 69)	TF (n = 29)	LD (n = 39)	CF (n = 36)	SR (n = 30)		
Satisfação						0,143	0,014
Mediana (Q1; Q3)	4,00 (4,00; 5,00)	4,00 (4,00; 5,00)	4,00 (4,00; 5,00)	4,00 (4,00; 4,00)	4,00 (3,00; 5,00)		
n (%)							
Muito insatisfeito	1 (1,45)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (10,00)		
Insatisfeito	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	2 (5,56)	2 (6,67)		
Neutro	7 (10,14)	2 (6,90)	7 (17,95)	5 (13,89)	4 (13,33)		
Satisfeito	31 (44,93)	16 (55,17)	18 (46,15)	21 (58,33)	11 (36,67)		
Muito satisfeito	30 (43,48)	11 (37,93)	14 (35,90)	8 (22,22)	10 (33,33)		

Teste de Kruskal-Wallis. $\eta^2_{[H]}$ = eta-quadrado ordinal.

Tabela 23. Correlação de Spearman entre as respostas dadas às questões 1 e 2 do APÊNDICE E por professores franceses. N = 7.

Variável	rho	p
EstudanteResolveQuadro	-0,105	0,823
AtendeEstudante	-0,342	0,453
DiscuteClasse	0,671	0,099
ExercicioPreAula	0,626	0,132
MaterialComplementar	0,354	0,437
PerguntaDuvida	0,163	0,728
ProblemaNovo	0,214	0,645
ProfResolveQuadro	-0,142	0,761
RaciocinioAvaliacao	0,342	0,453
RespondePerguntas	0,075	0,874
TrabalhoGrupo	0,000	1,000
TrabalhoIndividual	0,177	0,704

Tabela 24. Correlação de Spearman entre as respostas dadas às questões 1 e 2 do APÊNDICE E por professores brasileiros. N = 4.

Variável	rho	p
EstudanteResolveQuadro	0,816	0,184
AtendeEstudante	0,889	0,111
ExercicioPreAula	0,816	0,184
ExplicaColega	-0,316	0,684
ExplicaRaciocinio	0,105	0,895
PerguntaDuvida	-0,544	0,456
ProfResolveQuadro	0,949	0,051
RaciocinioAvaliacao	0,236	0,764
TrabalhoGrupo	0,778	0,222
TrabalhoIndividual	0,577	0,423