

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Betânia Mafra Kaizer

**MODELO MULTIVARIADO DE AVALIAÇÃO DA
APRENDIZAGEM EM ENSINO SUPERIOR REMOTO
EMERGENCIAL**

Setembro de 2021

Betânia Mafra Kaizer

**MODELO MULTIVARIADO DE AVALIAÇÃO DA
APRENDIZAGEM EM ENSINO SUPERIOR REMOTO
EMERGENCIAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Ciências em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Paulo de Paiva

Co-orientadora: Profa. Dra. Thaís Zerbini

Setembro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
INSTITUTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E GESTÃO – IEPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Anderson Paulo de Paiva – Presidente
Universidade Federal de Itajubá

Profª. Dra. Thaís Zerbini – Co-orientadora
Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva – Avaliador
Universidade Federal de Itajubá

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado – Avaliador
Universidade Federal de Alfenas
Secretaria de Educação Superior – SESu/MEC

Prof. Dr. Fabiano Leal – Avaliador
Universidade Federal de Itajubá

Prof. Dr. Messias Borges Silva – Avaliador
Universidade de São Paulo – USP

Itajubá, 14 de setembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sustentar a mim e a minha família, principalmente nos anos finais, em meio às emoções e incertezas de um período de pandemia. Não foi fácil!

Aos meus orientadores Anderson e Thaís, pelo empenho e pelos ensinamentos valiosos que me permitiram construir os caminhos dessa pesquisa de forma interdisciplinar, como almejei;

Ao Prof. Carlos Sanches por ter iniciado essa trajetória comigo e por confiar sempre em minhas capacidades;

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Qualidade e Produtos – Unifei, que foram essenciais nos meus primeiros passos no universo da Engenharia;

Aos colegas do Laboratório de Psicologia Organizacional e do Trabalho – Lab-POT da Universidade de São Paulo, que carinhosamente me receberam desde 2017, acompanharam minha evolução e me prepararam para atuar no campo de pesquisa dessa área;

À Administração Central da Unifei pelo apoio e presteza na cessão das informações;

A todos os amigos e familiares que, de alguma forma, participaram comigo dessa jornada, seja com orações e palavras de consolo nos momentos de dificuldades, seja com mensagens de alegria e comemorações nas pequenas conquistas. Minha rede de apoio foi ampla, pois foram difíceis os desafios enfrentados para realizar uma pesquisa nessa magnitude em conciliação com trabalho e papéis sociais importantes como mulher, esposa e mãe;

Ao meu esposo Hemekson, pelo companheirismo, incentivo e amor incondicional. À minha filha Luiza, que começou esse percurso comigo, em meu ventre, e renovou minhas alegrias a cada ano, para eu conseguir chegar até aqui;

Às minhas amigas-irmãs Natália e Valéria, que sempre me incentivaram e que são exemplos para mim, de mulheres que encaram, corajosamente, o desafio de conciliar família, profissão e estudos.

Ao meu pai, José Maria (*in memoriam*), que me ensinou a serenidade em meio à adversidade, e à minha mãe, Marilene, que me ensinou a ter fé e a trabalhar com dedicação.

Muito obrigada!

Dedico este trabalho à minha filha Luiza que, decerto, sentiu minha ausência em alguns momentos (afinal, ela tem apenas 4 aninhos) mas que, um dia, compreenderá o valor desta conquista.

RESUMO

Antes da pandemia da COVID-19, gestores universitários vinham demonstrando preocupação em identificar fatores que levam os indivíduos a melhor aprender, ou a desistir de um curso ou, ainda, a serem reprovados em uma disciplina. Encontrar respostas a essas questões torna-se mais evidente quando se trata de cursos de graduação em Engenharia, dado que estes apresentam altos índices de desistência. Entretanto, as instituições de ensino superior ainda carecem de protocolos ou, ao menos, de indicadores ou instrumentos que possibilitem aos gestores conhecer esses fatores e os problemas subjacentes para, assim, agir preventivamente ou tomar decisões. Após a adoção do Ensino Remoto Emergencial – ERE e, diante das incertezas e dos novos desafios do ensino *on-line*, a ausência dessas informações pode comprometer ainda mais a qualidade da oferta de novas ações educacionais a distância. Além disso, o desconhecimento desses fatores inviabiliza um diagnóstico atual sobre os ganhos e os prejuízos que a pandemia tem trazido aos estudantes de Engenharia. Esta tese, portanto, busca identificar quais fatores – aqui denominados de variáveis preditoras – impactaram os processos de aprendizagem de graduandos que cursaram a disciplina Cálculo 2, um dos componentes curriculares que apresenta maior índice de retenção nos semestres letivos iniciais dos cursos de Ciências Exatas. Para isso, foi proposto e testado um modelo preditivo multivariado. A pesquisa foi realizada em uma universidade pública federal brasileira, no segundo semestre de 2020. Participaram do estudo 507 indivíduos, representando 51% da população-alvo. Foram utilizados dados primários (três escalas psicométricas que mediram variáveis psicossociais e contextuais dos alunos, bem como variáveis referentes aos procedimentos de ensino dos professores) e dados secundários (documentos oficiais da instituição envolvida). Fez-se avaliação somativa, com análise pós-fato de resultados. Foram utilizadas técnicas de estatística multivariada e procedimentos metodológicos pautados na psicometria. Após análises, com base no modelo proposto, os preditores que significativamente impactaram a aprendizagem em Cálculo 2 foram: a variável renda familiar, a variável estratégias de aprendizagem autorregulatórias e cognitivas e a variável eventos instrucionais, a qual diz respeito às condições de aprendizagem propiciadas pelos professores durante o semestre letivo. O modelo multivariado desta tese é replicável e pode orientar gestores em futuras decisões sobre a oferta de cursos e disciplinas remotas, em quaisquer campos do conhecimento. O ineditismo deste trabalho é marcado, sobretudo, pela descoberta de novas variáveis que poderão compor futuras escalas psicométricas para avaliar resultados de aprendizagem de alunos de Engenharia em quaisquer disciplinas.

Palavras-chave: Ensino remoto emergencial. Pandemia da COVID-19. Avaliação da aprendizagem. Ensino *on-line*. Educação em Engenharia.

ABSTRACT

Before the pandemic of COVID-19, university managers had been showing interest in identifying factors that lead individuals to learn better, or to drop out of a course, or even to fail a subject. Finding answers to these questions becomes more evident when it comes to undergraduate Engineering courses, since these have high dropout rates. However, higher education institutions still lack protocols or, at least, indicators or instruments that allow managers to know these factors and the underlying problems in order to act preventively or make decisions. After the adoption of Emergency Remote Learning - ERE, and facing the uncertainties and new challenges of online education, the absence of this information can further compromise the quality of the offer of new distance education actions. Moreover, the ignorance of these factors makes it impossible to make a current diagnosis about the benefits and losses that the pandemic has brought to Engineering students. This thesis, therefore, seeks to identify which factors - here denominated predictor variables - impacted the learning processes of undergraduates who took Calculus 2, one of the curricular components with the highest retention rates in the initial semesters of Exact Science courses. To this end, a predictive multivariate model was proposed and tested. The research was conducted at a Brazilian federal public university in the second semester of 2020. A total of 507 individuals participated in the study, representing 51% of the target population. Primary data (three psychometric scales measuring students' psychosocial and contextual variables, as well as variables referring to teachers' teaching procedures) and secondary data (official documents of the institution involved) were used. Summative evaluation was performed, with after-the-fact analysis of results. Multivariate statistical techniques and methodological procedures based on psychometrics were used. After the analysis, based on the proposed model, the predictors that significantly impacted learning in Calculus 2 were: the family income variable, the self-regulatory and cognitive learning strategies variable, and the instructional events variable, which refers to the learning conditions provided by teachers during the academic semester. The multivariate model of this thesis is replicable and can guide managers in future decisions about the offer of remote courses and subjects, in any field of knowledge. The originality of this work is marked, above all, by the discovery of new variables that may compose future psychometric scales to assess learning outcomes of Engineering students in any discipline.

Keywords: Emergency remote learning. Pandemic COVID-19. Learning assessment. *E-learning*. Engineering Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de TD&E	36
Figura 2 - Taxonomias dos objetivos cognitivos	41
Figura 3 – Comparação entre a Taxonomia de Bloom original e a Taxonomia de Bloom revisada	42
Figura 4 - Eventos instrucionais ou condições externas da aprendizagem	43
Figura 5 - Etapas do planejamento instrucional	44
Figura 6 - Componentes de objetivos instrucionais	45
Figura 7- Níveis de avaliação de treinamentos.....	47
Figura 8 - Comparativo entre modelos de avaliação orientados para resultados	48
Figura 9 - Modelo de Avaliação Integrado e Somativo – MAIS.....	50
Figura 10 - Estrutura empírica do estudo de Martins e Zerbini (2016)	57
Figura 11 - Modelo de investigação da tese	74
Figura 12 - Medidas administrativas para adesão ao ensino remoto emergencial	77
Figura 13 - Ações institucionais de apoio a docentes e a alunos durante o RTE	79
<i>Figura 14 - Características de gênero e família</i>	<i>84</i>
Figura 15- Idade dos alunos	84
Figura 16 - Período letivo dos alunos	85
Figura 17 - Estada dos alunos durante o ERE	85
Figura 18 - Renda do grupo familiar dos alunos	86
Figura 19 - Condições socioeconômicas e experiências dos alunos.....	86
Figura 20 - Quantitativo alunos por curso e período	87
Figura 21 - Procedimentos de seleção e validação das escalas	91
Figura 22 - Sequência de etapas de divulgação do questionário da pesquisa	97
Figura 23 - Etapas de análises exploratórias dos dados	101
Figura 24- Parâmetros psicométricos para retenção de fatores	105
Figura 25 - Etapas de redução da matriz de dados das escalas	105
Figura 26- Resumo ilustrativo dos resultados da escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação.....	114
Figura 27- Distribuição dos autovalores da escala de Estratégias de Aprendizagem.....	116

Figura 28 - Classificação de Estratégias de Aprendizagem	119
Figura 29 - Distribuição de fatores da Escala Estratégias de Aprendizagem.....	127
Figura 30 - Distribuição dos autovalores da escala de “Reação aos procedimentos instrucionais”	128
Figura 31 - Estrutura fatorial da escala Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto	132
Figura 32 - Distribuição dos autovalores dos itens da escala.....	137
Figura 33 - Distribuição em fatores da Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação	139
Figura 34 - Modelo multivariado de predição de aprendizagem no ensino remoto emergencial	144
Figura 35- Comparativo de médias intergrupos	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de turmas de MAT-002/triênio 2018-2020.....	82
Tabela 2 - Resumo das informações sobre os instrumentos originais	88
Tabela 3 - Análise de distribuição de dados dos escores fatoriais das escalas.....	106
Tabela 4 - Resultados descritivos de Estratégias de Aprendizagem – continua.....	108
Tabela 5 - Resultados descritivos da escala Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto – contínua	111
Tabela 6 - Resultados descritivos da escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação	113
Tabela 7 - Análise Paralela de Horn - Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete	116
Tabela 8 - Estrutura empírica da Escala de Estratégias de Aprendizagem – continua	117
Tabela 9 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA2	124
Tabela 10 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA2 entre cursos	124
Tabela 11 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA3.....	126
Tabela 12 - Análise Paralela de Horn- Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete componentes de Reação aos Procedimentos Instrucionais	128

Tabela 13 - Estrutura empírica da escala “Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto”	129
Tabela 14 - Correlações entre os itens da escala Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto	131
Tabela 15 - Comparativo entre itens 1 e 2 da escala.....	132
Tabela 16- Análise Paralela de Horn- Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete componentes de “Ambiente de estudo e procedimentos de interação”	137
Tabela 17 - Estrutura empírica da escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação”	138
Tabela 18- Resumo das informações sobre os instrumentos utilizados nesta pesquisa.....	141
Tabela 19 - Regressão múltipla padrão.....	145
Tabela 20- ANOVA dos dados da regressão múltipla padrão	145
Tabela 21 - ANOVA dos dados da regressão múltipla stepwise.....	146
Tabela 22 - Regressão múltipla stepwise backward para o modelo de predição de aprendizagem.....	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Comparação entre teorias (aprendizagem e instrucional)	39
Quadro 2 - Construtos e respectivos conceitos.....	53
Quadro 3 - Classificação das estratégias de aprendizagem.....	61
Quadro 4- Características pedagógicas e operacionais da disciplina Cálculo 2.....	80
Quadro 5 - Distribuição de fatores e variáveis da escala Estratégias de aprendizagem em ensino remoto	119
Quadro 6 - Distribuição dos fatores e variáveis da Escala Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto	131
Quadro 7 - Evidências de validade da escala “Reação aos procedimentos instrucionais”	130
Quadro 8- Planejamento e eventos instrucionais	135
Quadro 9 - Distribuição de fatores e variáveis da Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação.....	136
Quadro 10 - Construtos e variáveis preditoras	144

LISTA DE SIGLAS

Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA
Ambiente Virtual de Aprendizagem do Ministério da Educação – AVAMEC
Análise de Componentes Principais – ACP
Análise de Correlação Canônica – ACC
Análise Fatorial Exploratória – AFE
Análise Fatorial Confirmatória – AFC
Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO
Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior – ANDIFES
Câmara de Educação Superior – CES
Comitê Operativo de Emergência – COE
Context, Input, Process, Product – CIPP
Context, Inputs, Reaction, Outputs – CIRO
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES
Diretoria de Assuntos Estudantis – DAE
Doença do Corona-vírus – COVID
Educação a distância – EaD
Ensino Remoto Emergencial – ERE
Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – ENADE
Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM
Grade Point Average – GPA
Instituição de Ensino Superior – IES
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Instituto Federal da Bahia – IFBA
Instituição Federal de Ensino Superior – IFES
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP
Kaiser-Meyer-Olkin – KMO
Learning and Study Strategies Inventory – LASSI
Massachusetts Institute of Technology – MIT
Massive Open Online Course – MOOC
Modelo de Avaliação Integrado e Somativo – MAIS
Motivated Strategies for Learning Questionnaire – MSLQ

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO

Organização Mundial de Saúde – OMS

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD

Psicologia Organizacional e do Trabalho – POT

Principal Axis Factoring – PAF

Principal Components – PC

Problem Based Learning – PBL

Pró-reitoria de Graduação – PRG

Regressão Múltipla – RM

Scholastic Assessment Test – SAT

Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas - SIGAA

Treinamento, Desenvolvimento e Educação – TD&E

Universidade de Brasília – UnB

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Universidade Federal Fluminense – UFF

World Health Organization – WHO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa, ineditismo e contribuições	22
1.2 Delimitação do estudo	23
1.3 Estrutura da tese	25
2. PANDEMIA DE COVID-19 E ENSINO DE ENGENHARIA	26
2.1 Ensino remoto emergencial em Instituições de Ensino Superior – IES	26
2.2 Educação em Engenharia e ensino on-line	28
2.3 Considerações finais sobre o capítulo	34
3. TREINAMENTO, DESENVOLVIMENTO E EDUCAÇÃO DE PESSOAS – TD&E35	
3.1 Sistema TD&E: origem e conceitos adjacentes	35
3.2 Planejamento instrucional em TD&E: abordagens teóricas	38
3.3 Modelos de avaliação de ações educacionais	47
3.4 Considerações finais sobre o capítulo	52
4. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE AS VARIÁVEIS DE INTERESSE	53
4.1 Variável-resposta: aprendizagem em contexto de ensino superior remoto	54
4.2 Estratégias de aprendizagem em ensino remoto	60
4.3 Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto	64
4.4 Ambiente de estudo e procedimentos de interação	67
4.5 Aspectos sociodemográficos associados a ensino remoto.....	69
4.6 Considerações finais sobre o capítulo	71
5 CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA	72
5.1 Modelo de investigação.....	73
5.2 Contexto do estudo e perfil da instituição-alvo	74
5.3 Características da disciplina MAT002	80
5.4 População e amostra.....	83
5.5 Instrumentos de pesquisa.....	87
5.6 Adaptação e validação das escalas	90
5.6.1 <i>Adaptação da Escala Estratégias de aprendizagem em ensino remoto</i>	93
5.6.2 <i>Adaptação da Escala Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto</i>	94
5.6.3 <i>Adaptação da Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação</i>	96
5.7 Procedimentos de coleta de dados	96
5.8 Procedimentos de análise descritiva e análise fatorial das escalas	97
5.9 Procedimentos de análise dos testes de regressão múltipla	106

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
6.1 Análises estatísticas descritivas dos instrumentos de medida	108
6.2 Análises exploratórias das estruturas empíricas e discussão	115
6.2.1 <i>Estratégias de aprendizagem em ensino remoto</i>	113
6.2.2 <i>Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto</i>	125
6.2.3 <i>Ambiente de estudo e procedimentos de interação</i>	134
6.3 Síntese dos resultados: evidências de validade dos instrumentos.....	140
6.4 Análises de regressão múltipla	142
6.4.1 <i>Critérios de análise dos coeficientes de regressão múltipla</i>	142
6.4.2 <i>Preparação dos dados</i>	1424
6.4.3 <i>Modelo multivariado de predição de aprendizagem no ensino superior remoto</i>	1425
6.5 Discussão das análises de regressão múltipla	147
6.5 Síntese dos resultados das análises de regressão	157
7. CONCLUSÃO.....	160
7.1 Implicações teórico-metodológicas da pesquisa	161
7.2 Contribuições sociais do estudo.....	161
7.3 Contribuições práticas desta tese	162
7.4 Agenda para estudos futuros.....	162
7.5 Limitações da pesquisa.....	163
REFERÊNCIAS.....	164
ANEXOS	193
APÊNDICES	197

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias digitais para oferta de cursos profissionalizantes, de graduação e treinamentos empresariais têm viabilizado novas experiências de ensino e aprendizagem em instituições públicas e privadas. A adoção do *e-learning* ou ensino *on-line* – que são modalidades de ensino mediadas por ferramentas da internet – tem se intensificado com o intuito de alcançar grande número de indivíduos, dispersos geograficamente e com rotinas diferentes (PAECHTER e MAIER, 2010; SITZMANN *et al.*, 2006; SUN e CHEN, 2016).

Tecnologias digitais, quando aplicadas ao ensino, referem-se, sobretudo, a recursos e a serviços, baseados na internet, que permitem a interação entre indivíduos em um processo educacional. Assim, plataformas de aprendizagem *on-line*, redes sociais, aplicativos de comunicação interpessoal como *WhatsApp* e *softwares* educacionais são exemplos de tecnologias digitais, conforme se compreende neste trabalho (DOLCH e ZAWACKI-RICHTER, 2018). Alguns autores enfatizam a relevância desses recursos como meio de ampliação do acesso dos indivíduos à informação e ao compartilhamento de conhecimentos em diversos formatos ou mídias (LAM *et al.*, 2014; STEVENSON e HEDBERG, 2017).

Hew e Cheung (2008) e Hung (2010) apontam que o ambiente de um curso *on-line* facilita a comunicação interpessoal entre professores e alunos, dado que há diversas ferramentas de comunicação disponíveis. Roper (2007) cita os fóruns e as mensagens por e-mail como recursos de interação assíncronos e *chats* ao vivo, mensagens instantâneas, e softwares para videoconferência como recursos síncronos.

Contudo, cabe destacar que, embora as tecnologias digitais sejam bastante promissoras enquanto recursos instrucionais, não garantem por si só a aprendizagem (SALAS *et al.*, 2012). Por isso, a depender de cada realidade e objetivo educacional, deve-se investigar mais sobre o que funciona e o porquê, e quais características específicas dessas novas tecnologias contribuem realmente para a aquisição de habilidades (MARTINS, 2016).

O ensino *on-line*, em linhas gerais, é dividido em duas categorias: ensino remoto (todas as atividades são realizadas de forma não-presencial) e ensino híbrido ou misto (*blended learning*), que associa o presencial e o não-presencial. Aproxima-se, conceitualmente, do *e-learning* e do ensino remoto, na medida em que todos utilizam a internet como meio de interação. As atividades podem ser ministradas de forma síncrona, quando o professor e o estudante estão, ao mesmo tempo, virtualmente, em aula, e/ou assíncrona, quando estão em horários diferentes (LISTER, 2014; NOUBY e ALKHAZALI, 2017).

Tendo em vista o atual cenário mundial de saúde e as abruptas mudanças por que tem passado a educação superior em decorrência da pandemia da COVID-19, anunciada em 11 de março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde – OMS, o debate sobre modalidades de ensino o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem intensificou-se (WATERMEYER *et al.*, 2021; ZHANG *et al.*, 2020). Em julho de 2020, estatísticas compiladas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) mostraram que quase 1,6 bilhão de estudantes em mais de 190 países (94% da população estudantil do mundo) foram afetados pelo fechamento das instituições educacionais desde o final de 2019, em cumprimento às medidas de distanciamento social determinadas pela Unesco (UNESCO, 2020).

No Brasil, uma das primeiras iniciativas do Governo para a contenção da COVID-19 foi a criação, no dia 11 de março de 2020, do Comitê Operativo de Emergência do Ministério da Educação (COE-MEC) (BRASIL, 2020a). Desde então, foram publicadas portarias¹ e medidas provisórias que autorizaram a substituição, em caráter excepcional, do ensino presencial pelo ensino remoto, com apoio de tecnologias digitais (SOUZA *et al.*, 2021).

Nesse contexto, instituições de ensino que optaram por realizar essa mudança, a fizeram de forma improvisada e compulsória, com o intuito de não prejudicar o andamento das atividades letivas. A oferta de disciplinas curriculares, nesse modelo, tem sido denominada, pela literatura nacional e internacional², como “Ensino Remoto Emergencial – ERE” (AMARAL e POLYDORO, 2020; MURPHY, 2020; RAPANTA *et al.*, 2020; VALENTE *et al.*, 2020).

A implantação do ERE veio acompanhada de dúvidas em relação à sua configuração e de equívocos conceituais por causa da aproximação com alguns elementos da tradicional Educação a Distância (EaD) (TOQUERO, 2020). Desse modo, estudos recentes indicam a necessidade de distinguir o ERE da (EaD) (HODGES *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2021). A principal diferença entre a EaD e o ERE está relacionada ao planejamento instrucional³ das atividades de ensino. A EaD pressupõe um planejamento pautado na flexibilidade, isto é, conteúdos, avaliações e *design* dos materiais devem ser adequados às propostas pedagógicas de

¹ Portarias 343/2020 (BRASIL, 2020b), 395/2020 (BRASIL 2020c), 544/2020 (BRASIL, 2020d).

² “Literatura nacional” e “literatura internacional” são entendidas, nesta tese, como produção científica de, respectivamente, autores brasileiros ou estrangeiros, independentemente do local (no/fora do país de origem) ou forma de publicação (em periódico do país de origem ou não).

³ Planejamento instrucional é um conjunto de ações desenvolvidas por um ou mais indivíduos com vistas a organizar e estruturar objetivos, conteúdos e recursos para viabilizar um processo de aprendizagem (WASSON, 1996).

cada curso e ao perfil dos alunos. E estes se matriculam cientes de que terão uma formação via *web*. Assim, diferentemente do ERE, a EaD não é definida apenas pelo fato de o ensino ser remoto, mas sim pela estrutura que ela requer para se caracterizar como tal, como por exemplo: a presença de tutores, desenhistas instrucionais para elaboração de materiais, plataformas de ensino (DÖÖS e WILHELMSON, 2011; RAUD e VODOVOZOV, 2019; SUN; CHEN, 2016).

No ERE, então, por causa da pandemia, a maioria das instituições de ensino no mundo o implantaram sem planejamento instrucional, conforme as condições infraestruturais e de corpo docente e discente de que dispunham (NGUYEN *et al.*, 2020; PEIMANI e KAMALIPOUR, 2021). Assim, a semelhança entre os dois modelos consiste, principalmente, no uso da internet como meio de comunicação entre os envolvidos.

O caráter compulsório do ERE resultou do fato de que tanto professores, sem formação específica em EaD, quanto alunos – ambos, muitas vezes, sem acesso às ferramentas digitais ou sem experiência em ensino *on-line* – precisaram, de uma hora para outra, migrar do contexto de ensino presencial para o virtual (RAMOT e DONITSA-SCHMIDT, 2021; RAPANTA *et al.*, 2020). Essa mudança configura um fenômeno educacional sem precedentes e que, portanto, necessita ser investigado para melhor compreensão dos seus impactos à aprendizagem ou ao desempenho dos alunos em todos os níveis de ensino⁴ (HODGES *et al.*, 2020; MURPHY, 2020).

Antes da pandemia, pesquisadores já apontavam a necessidade de conduzir estudos empíricos a fim de investigar o impacto da interação entre variáveis individuais e contextuais no desempenho de indivíduos em cursos ou disciplinas remotas (JAGGARS e XU, 2016; LU e CHIOU, 2010; MARTINS e ZERBINI, 2016). Variáveis individuais representam aspectos inerentes a indivíduos; variáveis contextuais dizem respeito a aspectos externos ao indivíduo e que, de alguma forma, o afetam (ANDRADE e LAROS, 2007).

Segundo Borges-Andrade, Abbad e Mourão (2012), a avaliação da aprendizagem, em específico, não deve ser composta exclusivamente pelo julgamento do pesquisador em relação aos escores obtidos pelos alunos em exercícios ou em provas aplicadas ao final de um curso ou disciplina. É preciso conduzir estudos – com análises estatísticas multivariadas – que apontem a relação e a intensidade da relação entre diversas variáveis sobre os resultados de aprendizagem.

⁴ Em alguns momentos, “aprendizagem” e “desempenho” serão tratados como sinônimos porque a aprendizagem, em geral, é medida pelas instituições de ensino por meio dos índices de desempenho acadêmico. Contudo, posteriormente será discutido que a aprendizagem contempla diversas dimensões, para além dos índices.

Tendo em vista o contexto educacional de hoje e as inúmeras variáveis envolvidas na oferta do ensino superior durante a pandemia, avaliar os fenômenos do ERE não é importante apenas porque eles ocorreram em um contexto atípico. Segundo Ferreira e Mourão (2020), é preciso avaliar constantemente, em âmbito político e pedagógico, as ações educacionais das Instituições de Ensino Superior (IES).

Nesta tese, “ações educacionais” são conceituadas como a mobilização de saberes ou de recursos materiais e humanos a favor da formação de indivíduos (SHUMAN, 1987). Assim, são consideradas ações ou eventos educacionais quaisquer atividades realizadas por professores ou por tomadores de decisão, no exercício de suas funções, tais como: planejar disciplinas, ofertar cursos, elaborar projetos pedagógicos.

Estudiosos brasileiros e estrangeiros identificaram que a ausência de garantia de acesso amplo, pelos alunos, às tecnologias digitais e as dificuldades de compreensão dos professores sobre o que é ensinar remotamente têm se mostrado como variáveis preditoras⁵ negativas de efetividade de ações educacionais *on-line* (HALAWI, PIRES e McCARTHY, 2009; MARTINS e ZERBINI, 2016; SHAPIRO *et al.*, 2017). A predição, em pesquisas sobre educação, segundo Santrock (2011), torna-se relevante porque os resultados obtidos por meio das análises permitem o delineamento de diagnósticos e uma posterior intervenção pautada em evidências científicas.

A título de exemplo, Jaggars e Xu (2016) apontam que, para produzir resultados de aprendizagem satisfatórios, os critérios e meios de avaliação da aprendizagem devem estar alinhados com os objetivos educacionais previstos e com os procedimentos instrucionais adotados. Assim, variáveis como qualidade dos materiais disponibilizados aos alunos, recursos de ensino utilizados, suporte dado pelo professor podem prever a satisfação dos alunos em contexto de ensino remoto e, por conseguinte, podem contribuir para redução da evasão (DESHWAL; TRIVEDI; HIMANSHI, 2017).

Antes da pandemia de COVID-19, gestores universitários brasileiros já demonstravam preocupação com a ausência de informações sobre os fatores que levam os indivíduos a desistir de um curso ou, ainda, a serem reprovados em uma disciplina (MEZZARI *et al.*, 2013). Em paralelo, outros autores asseveram que, embora interessados nessas temáticas, tais gestores carecem de protocolos ou, ao menos, de indicadores ou instrumentos que os possibilitem

⁵ Em Estatística, variável preditora, também chamada de variável preditiva, previsor, explicativa ou independente, é a variável que permite prever uma resposta (variável dependente). O termo é comumente usado em estudos que utilizam técnicas de regressão (IBM SPSS, 2012).

mapear esses fatores para agir preventivamente ou para tomar decisões (DAVOK, BERNARD, 2016).

Ainda que desempenho, evasão, retenção e outros fenômenos educacionais sejam complexos de se compreender ou de se medir, eles ainda ocupam boa parte da agenda de pesquisas nacionais e estrangeiras nas áreas de avaliação no ensino superior, sobretudo em cursos de Engenharia (ALMEIDA e GODOY, 2017; CUNHA, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2020). No caso desses cursos, a preocupação não é, apenas, com o desempenho do aluno ao longo da sua formação, mas, sim, com os índices de reprovações iniciais, que têm se mostrado como preditores de uma trajetória acadêmica decadente (BARDAGI e HUTZ, 2009; GONÇALVES JÚNIOR e MANTTEDI, 2017).

Para além de conhecer os motivos das taxas de evasão ou retenção, investigar variáveis relacionadas ao desempenho acadêmico dos estudantes traz aportes para que seja avaliada a qualidade do ensino ofertado ou, até mesmo, para que sejam revistas as propostas de criação de novos programas e políticas educacionais (KANE, LEAR, e DUBE, 2014). Nesse sentido, segundo Jiménez *et al.* (2015), estudos científicos que se ocupam com tais temáticas apresentam considerável relevância social, pois o conhecimento dos preditores de aprendizagem⁶ aponta indicadores úteis tanto às equipes pedagógicas e de coordenação acadêmico-administrativa das IES, quanto aos próprios professores e alunos.

Contudo, Cotta (2001) destaca que identificar fatores que expliquem o desempenho acadêmico de um grupo de indivíduos, por exemplo, demanda esforço intenso por parte do pesquisador, na medida em que muitos e diferentes dados são necessários e, principalmente, sofisticados procedimentos estatísticos, para se obter resultados úteis à prática.

Com base nessas motivações, de ordem acadêmica e prática, que se propôs o tema desta tese. O principal resultado almejado é subsidiar tomadores de decisão, no âmbito de ensino em Engenharia, no que tange à formatação e oferta de cursos *on-line* que apresentem efetividade em seus resultados.

Tendo em vista essa contextualização e as demandas de pesquisa na área de Ensino de Engenharia, como se verá com mais detalhes no Capítulo 2, esta tese adotará como foco de análise a disciplina Cálculo 2, ofertada a amplo número de alunos de cursos de graduação em

⁶ Nesta tese, quando se fala em “preditores de aprendizagem”, a aprendizagem, nesse caso, é entendida, também, como sinônimo de resultado, desempenho. Em alguns momentos, então, aprendizagem e desempenho poderão ser tratados como sinônimos. No Capítulo 2, o conceito de aprendizagem será detalhado e será possível entender as inúmeras dimensões que esse conceito apresenta.

Ciências Exatas, principalmente de Engenharias. Entretanto, cabe destacar que, embora se tenha delimitado o escopo da tese a essa disciplina – conforme motivos apresentados no tópico 1.2 – *Delimitação do estudo*, o modelo proposto nesta pesquisa pode ser replicável em outras disciplinas, de diferentes áreas do conhecimento, em quaisquer níveis ou modalidades de ensino.

O contexto da pesquisa abrangeu o segundo semestre letivo do ano de 2020, em uma universidade pública federal brasileira. Buscou-se responder às seguintes questões de pesquisa:

- a) Quais foram as principais variáveis preditoras de resultados de aprendizagem de alunos que cursaram Cálculo 2 no contexto em questão?
- b) Quais foram as estratégias de aprendizagem mais adotadas por esses alunos?
- c) Quais procedimentos instrucionais dos professores de Cálculo 2 impactaram a aprendizagem?
- d) Quais características do contexto pessoal de estudo do aluno mostraram-se como barreiras à aprendizagem durante o ERE?

Considerando essas questões de pesquisa, tem-se como hipótese norteadora que a aprendizagem de Cálculo 2, durante o ensino remoto emergencial, foi influenciada por variáveis dos alunos (características sociodemográficas, estratégias de aprendizagem, ambiente pessoal de estudo) e por variáveis contextuais, em específico, os procedimentos instrucionais adotados pelos professores dessa disciplina. Sabe-se que tais variáveis estão presentes em quaisquer contextos, contudo, acredita-se que tais influências se deram de forma atípica, dada a deflagração da pandemia de COVID-19 e o fato de que a disciplina foi ofertada em formato remoto. As especificidades desse período pandêmico e as perspectivas de mudança que ele aponta para o futuro do ensino superior brasileiro são focos de interesse desta pesquisa.

Desse modo, conhecer a influência que essas variáveis exerceram sobre os resultados de aprendizagem, nessa configuração, permitirá que sejam conhecidos os benefícios e as fragilidades que o novo modelo de ensino apresenta à Educação em Engenharia. Também apontará barreiras e facilitadores à aprendizagem de Cálculo 2, o que poderá auxiliar na compreensão dos processos das demais disciplinas de Cálculo e Álgebra.

Ao buscar contribuir com a área de Avaliação em ensino *on-line* no âmbito das Engenharias, esta tese propõe, como objetivo geral: ***identificar variáveis preditoras de resultados de aprendizagem em Cálculo 2, de alunos de graduação, em cursos ofertados no***

formato de ERE, em contexto universitário público federal. Para isso, um modelo foi proposto⁷ e as variáveis predictoras foram medidas por meio de três escalas psicométricas⁸.

A fim de auxiliar no alcance desse objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- 1) Analisar o plano de ensino de Cálculo 2 (MAT002 – sigla adotada pela instituição de ensino);
- 2) Caracterizar as variáveis do modelo investigativo;
- 3) Adaptar e verificar evidências de validade da escala “Estratégias de aprendizagem” (UMEKAWA e ZERBINI, 2020);
- 4) Descrever as estratégias de aprendizagem utilizadas pelos alunos que cursaram a disciplina Cálculo 2;
- 5) Adaptar e verificar evidências de validade da escala “Reação aos procedimentos instrucionais em EaD” (MARTINS e ZERBINI, 2015)
- 6) Descrever os procedimentos instrucionais adotados pelos docentes que ministraram a disciplina;
- 7) Adaptar e verificar evidências de validade da escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação” (ZERBINI e ABBAD, 2008a);
- 8) Descrever características atinentes ao ambiente de estudo dos alunos e aos procedimentos de interação utilizados no ambiente virtual;
- 9) Relacionar as medidas de aprendizagem (notas dos alunos) com as medidas das variáveis preditivas individuais e contextuais identificadas por meio dos instrumentos.

Com base nos pressupostos apresentados e nos problemas de pesquisa, defende-se, nesta pesquisa, a seguinte tese: ***é necessário avaliar as ações educacionais no ensino superior por meio de métodos científicos, bases teóricas sólidas e modelos multivariados.***

Nesta pesquisa, “modelo multivariado” é entendido como modelo teórico que compreende a análise do valor explicativo de múltiplas variáveis em relação a uma variável-resposta (DIAZ, 2007). Aqui foram abrangidas variáveis relativas aos alunos e à disciplina Cálculo 2 e se integrou, em uma só abordagem, dois diferentes níveis de avaliação: reação (aos procedimentos instrucionais) e resultados (aprendizagem). Além disso, tendo em vista a

⁷ O modelo será apresentado no Capítulo 5, tópico 5.1.

⁸ Esta tese utilizará escalas/instrumentos/questionários para medir as variáveis de interesse. No Capítulo 5 serão detalhados todos os processos de seleção, adaptação, validação semântica e técnica dessas escalas.

natureza deste estudo e a multidimensionalidade das variáveis escolhidas, tal modelo requer o uso de técnicas estatísticas multivariadas para análise dos dados (ABBAD *et al.*, 2001).

Segundo Neisse e Hongyu (2016), técnicas estatísticas multivariadas são métodos de análise estatística que, por meio de recursos computacionais, permitem a análise e interpretação, de forma simplificada, de um conjunto de dados de natureza quantitativa, com amplo número de variáveis.

1.1 Justificativa, ineditismo e contribuições

A relevância dessa tese reside, primeiramente, no fato de que ela busca contribuir com a melhoria da qualidade da oferta de ações educacionais *on-line* em cursos de graduação em Engenharia. Em segundo lugar, visa produzir conhecimento referente ao processo de aprendizagem de Cálculo 2 nessa modalidade. Em complemento, visa analisar tal processo em meio a uma crise mundial de saúde historicamente inédita e que provocou mudanças na maneira de aprender e ensinar, em todos os níveis de ensino no mundo. E, por fim, se propõe a promover uma interseção entre diferentes áreas do conhecimento: Treinamento, Desenvolvimento e Educação – TD&E, Psicometria⁹ e Engenharia de Produção/Educação em Engenharia.

A oferta de cursos de graduação a distância em Engenharia em IES públicas federais é uma temática ainda em construção na prática vigente; desse modo, a produção científica referente ao tema tem caminhado no mesmo ritmo, resultando em raros estudos brasileiros sobre aprendizagem *on-line* nessas instituições (ASSUMPCÃO, HAMADA e CASTRO, 2018; CLÍMACO, 2015; LITTO *et al.*, 2014). O delineamento proposto nesta tese intenta avançar no campo do conhecimento em Educação em Engenharia e em TD&E.

O ineditismo da pesquisa se mostra, principalmente, nos seguintes aspectos:

1º) o estudo foi conduzido em um contexto atípico¹⁰ – uma pandemia e no desenho da pesquisa foi proposta uma análise da relação entre diversas variáveis relacionadas aos indivíduos envolvidos e ao contexto; os dados foram analisados por meio de técnicas estatísticas multivariadas. Não foram identificados estudos que abrangessem amplo número de variáveis

⁹ A Psicometria é entendida, aqui, como um ramo da psicologia que tem como um de seus objetivos o desenvolvimento de medidas de fenômenos psicológicos e comportamentais (PASQUALI, 1996; 2009).

¹⁰ No Capítulo 2 serão descritos alguns estudos sobre o impacto da pandemia no ensino superior, em especial em cursos de Engenharia.

para compreender fenômenos de aprendizagem no ensino *on-line* emergencial em Engenharia, como se fez aqui;

2º) as três escalas foram aplicadas, pela primeira vez, em âmbito de graduação em Ciências Exatas (ZERBINI, 2017);

3º) nesta pesquisa, uma nova variável – “condição de saúde mental” – foi incorporada a uma das escalas utilizadas. A inserção dessa variável como item adicional foi aprovada pelos avaliadores durante o processo de adaptação semântica e técnica dos instrumentos, o qual foi descrito no Capítulo 5;

4º) novas implicações teóricas foram suscitadas a partir dos resultados do estudo pois houve descoberta de variáveis que podem compor novas medidas sobre avaliação de eventos instrucionais em EaD (Capítulos 6 e 7).

Por fim, quando este estudo se propõe a apresentar evidências teóricas e empíricas da validade desse tipo de medida (aprendizagem), ele tem potencial para contribuir com o aprimoramento da prática dos professores de Cálculo que atuam em cursos de Engenharia. Ao mesmo tempo, por ser uma pesquisa desenvolvida em um cenário de pandemia, atende-se a uma demanda social de abrangência mundial, reforçando a importância de conduzir estudos científicos que estejam alinhados com as necessidades da sociedade.

1.2 Delimitação do estudo

No campo teórico-metodológico, esta pesquisa se enquadra na área de Treinamento, Desenvolvimento e Educação – TD&E; no campo prático, aplica-se à área de Engenharia de Produção (sub-área: Educação em Engenharia¹¹ e, por extensão, em Ciências Exatas). A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Itajubá – Unifei, no período de abril/2020 a fevereiro/2021.

Considerando as recomendações do referencial metodológico de TD&E, algumas delimitações foram necessárias. Em primeiro lugar, esta pesquisa avaliou os resultados de aprendizagem de, apenas, uma disciplina (Cálculo 2) porque, segundo Borges-Andrade, Abbad e Mourão (2012), para cada disciplina ou curso avaliado, é necessário realizar um estudo

¹¹ A Engenharia de Produção é a área do conhecimento que investiga os processos de ensino e aprendizagem nessa área por meio da sub-área de atuação: Educação em Engenharia. Ver: <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/>.

detalhado do conteúdo programático para compreender, sobretudo, os objetivos educacionais, os quais estão estreitamente ligados aos resultados de aprendizagem.

Desse modo, avaliar mais de uma disciplina em estudo multivariado, que adota aplicação de escalas, pode se tornar inviável. Nesta tese, caso isso fosse proposto, os participantes teriam que responder às três escalas (que totalizam, aproximadamente, 54 itens) mais de uma vez, ou seja, para cada disciplina inserida na proposta de pesquisa.

Em segundo lugar, outra delimitação foi definida: esta pesquisa abrangeu um semestre letivo inteiro e aplicou os instrumentos ao final da disciplina. Esse espaço temporal é suficiente e adequado para avaliar efeitos finais de uma ação educacional (BORGES-ANDRADE, ABAAD e MOURÃO, 2012).

Por causa da pandemia, desde o dia 6 de abril de 2020, a Unifei implantou o Regime de Tratamento Excepcional – RTE (UNIFEI, 2020a) com o intuito de dar continuidade às aulas. O RTE foi adotado simultaneamente nos dois *campi* da universidade – em Itajubá-MG (*campus* sede) e em Itabira-MG (*campus* avançado). Esta pesquisa, no entanto, se restringiu ao *campus* sede, dado que a disciplina MAT002 não é ofertada no *campus* de Itabira-MG.

A Unifei foi eleita intencionalmente. Dentre as IES públicas federais, ela oferta o maior número de cursos de graduação em Engenharia (são 14 especialidades) em um único campus e ainda abrange licenciaturas de todas as áreas de Ciências Exatas: Matemática, Física e Química. Nesse particular, a Unifei torna-se um contexto de pesquisa relevante porque a área de TD&E carece de estudos sobre avaliação de ações educacionais em âmbito de ensino superior de Engenharia.

Boa parte dos estudos brasileiros e estrangeiros, em TD&E, têm enfatizado cursos técnicos e profissionalizantes (ZERBINI e ABBAD, 2010), qualificação profissional de indivíduos atuantes no setor público (ABBAD, CORRÊA e MENESES, 2010; HANAYSHA *et al.*, 2016; YAGHI e BATES, 2020) e privado (AGUINIS e KRAIGER, 2009; SALAS *et al.*, 2012; SALAS e CANNON-BOWERS, 2001) e em cursos de graduação em Ciências Humanas e em Ciências Sociais Aplicadas (MARTINS e ZERBINI, 2014a; REYES *et al.*, 2019).

Ademais, na ocasião do estudo, a Unifei já havia concluído um semestre letivo em regime de ERE, como será melhor detalhado no tópico 5.2 *Contexto de estudo e perfil da instituição-alvo*. Desse modo, o sucesso da Unifei em finalizar o primeiro semestre letivo de 2020 e, tão logo, iniciar o segundo semestre – que foi o período investigado aqui – comprovou que a instituição foi persistente em seu intento de não interromper as atividades educacionais o que, por conseguinte, trouxe maior segurança para se conduzir esta pesquisa com tranquilidade.

Por fim, quanto ao levantamento de literatura empírica, delimitou-se, nos protocolos de busca em bases de dados, artigos que tomaram como contexto de estudo cursos de graduação em Engenharia. Os resultados dessas pesquisas serão apresentados no decorrer dos capítulos teóricos e na discussão dos resultados encontrados nesta tese.

1.3 Estrutura da tese

Esta tese está organizada em 7 (sete) capítulos. Os objetivos de cada capítulo são apresentados no início das seções. Em linhas gerais, estruturou-se o texto da seguinte forma: os Capítulos 2 a 4 abrangem a Revisão de Literatura, a qual foi dividida em três partes porque cada uma delas atende a objetivos diferentes. No Capítulo 2 é feita uma contextualização do problema com base em resultados já encontrados por estudiosos brasileiros e estrangeiros em relação à experiência dos cursos de graduação em Engenharias com o ERE. Ainda nessa parte, foram apresentados os aportes teóricos e metodológicos já desenvolvidos pela área de Educação em Engenharia no tocante ao ensino a distância antes da pandemia.

No Capítulo 3 apresenta-se sobre o referencial teórico que embasou esta pesquisa – os estudos da área de TD&E. No Capítulo 4 é feita uma revisão de estudos que investigaram, em contexto de graduação em Engenharia, as mesmas variáveis analisadas nesta tese. No Capítulo 5 são detalhados os procedimentos metodológicos da pesquisa, seguido do Capítulo 6, em que os Resultados do estudo são descritos e discutidos com pesquisas desenvolvidas em âmbito nacional e internacional. No Capítulo 7, tem-se a Conclusão da tese, bem como as contribuições sociais, implicações teórico-metodológicas, limitações do estudo e uma agenda para pesquisas futuras. Nos Apêndices há materiais complementares interessantes, como fluxogramas e gráficos de árvore de decisão, nos quais se vê clara aplicação prática das conclusões deste estudo.

2. PANDEMIA DE COVID-19 E ENSINO DE ENGENHARIA

Este capítulo está dividido em duas partes. A primeira apresenta o contexto inicial da experiência do ERE nas IES brasileiras e estrangeiras. Em capítulos posteriores, novas pesquisas empíricas conduzidas durante o ERE serão citadas. A segunda parte delimita-se à área de ensino *on-line* de Engenharia antes da pandemia, com o intuito de apresentar achados e aportes teórico-metodológicos que a área de Educação em Engenharia no Brasil e no mundo já desenvolveu sobre o tema.

2.1 Ensino remoto emergencial em Instituições de Ensino Superior – IES

Em 11 de março de 2020, a OMS declarou a deflagração da pandemia associada à COVID-19 (Novo Coronavírus) (WHO, 2020). O anúncio veio acompanhado de diversas orientações a todos os países para supressão do contágio da doença, com destaque para o distanciamento social, que visa reduzir a interação física entre as pessoas e, na prática, consiste em orientar que haja permanência obrigatória dos indivíduos em casa (ANDERSON *et al.*, 2020). Compreendeu, também, o fechamento dos comércios e serviços não-essenciais e das instituições de ensino em quaisquer níveis (VINER *et al.*, 2020). Com o passar do tempo, a incerteza em relação ao comportamento do vírus tende a estender o período de distanciamento por tempo indeterminado. É o que tem ocorrido em todo o mundo desde março de 2020 (PEERI *et al.*, 2020).

No cenário internacional, diversas iniciativas de IES foram divulgadas amplamente: o governo de Portugal criou um website (<https://apoioescolas.dge.mec.pt/>) que oferece várias ferramentas de ensino *on-line* gratuitas aos professores. Nos Estados Unidos, *Coursera* e *edX*, as maiores plataformas mundiais de *Massive Open Online Courses* (MOOCs) disponibilizaram acesso gratuito a uma variedade de cursos elaborados por professores de Harvard e do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (MITTAL *et al.*, 2021).

O ensino superior no Brasil começou a se mobilizar intensamente em 17 de março de 2020, quando o MEC autorizou a mudança do ensino presencial para o ensino remoto (BRASIL, 2020b). Como o documento não teve caráter impositivo, as IES brasileiras de diferentes regiões foram aderindo ao modelo emergencial paulatinamente, tendo em vista as diferentes realidades

e condições de cada uma para adequar seu planejamento institucional às demandas didático-pedagógicas que um ensino mediado por tecnologias digitais requer (GUSSO *et al.*, 2020).

A Associação dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior – Andifes disponibilizou em seu site um breve resumo de uma reunião feita em 30 de julho de 2020, com todos os reitores, para troca de experiências sobre a situação da pandemia. Na ocasião, as universidades federais apontaram como fatores limitantes à adesão ao ensino remoto: a ausência de garantia de acesso às tecnologias digitais por toda a comunidade acadêmica, a falta de capacitação docente para conduzir aulas nesse formato e as possíveis dificuldades de adaptação de aprendizagem dos discentes nessa modalidade de ensino (ANDIFES, 2020).

No Brasil, algumas pesquisas foram conduzidas pelos setores administrativos das próprias IES para conhecer a dinâmica de adaptação dos alunos e professores ao ERE. Por exemplo, em julho de 2020, algumas universidades públicas realizaram consultas tipo *survey* para investigar as condições de acesso, domínio e uso de equipamentos tecnológicos e de *internet* pelos membros da comunidade acadêmica e divulgaram os resultados oficiais. Entre elas: Universidade de Brasília (UnB, 2020)¹²; Universidade Federal Fluminense (UFF, 2020); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 2020).

Para além das dificuldades técnicas (acesso à *internet* e posse de equipamentos) apontadas em estudos internacionais (ADNAN e ANWAR, 2020; NAJI *et al.*, 2020), o ERE, desde seu início, tem se mostrado desafiador a professores e a alunos em várias partes do mundo no tocante às capacidades de ambos demonstrarem desempenho competente na realização de suas atividades. Nesta tese, entende-se “desempenho competente” e, por extensão, “competência”, como uma conjunção destes elementos: “saber o quê e por quê fazer algo”, “ter condições de fazer”, “querer fazer” (ABBAD e BORGES-ANDRADE, 2004).

Gusso *et al.* (2020), em amplo estudo teórico, elegeram um grupo de variáveis individuais e contextuais que, nos estudos empíricos sobre EaD no Brasil, comumente se mostram como barreiras ao ensino-aprendizagem *on-line*. Com vistas a trazer diretrizes à gestão universitária em tempos de pandemia, ao final do estudo, os autores propuseram um instrumento de medida para ser aplicado pelas IES a fim de avaliar as condições de alunos e professores, principalmente diante da possibilidade de o ERE se estender até o ano de 2021. Os indicadores presentes no instrumento eram: 1) proporção entre quantidade de computadores disponíveis e quantidade de pessoas que necessitam utilizá-los para trabalho ou estudo; 2)

¹² Ver: <https://bit.ly/3qTilQi>.

repertório para utilizar ferramentas da *web* e plataformas de ensino; 3) características do ambiente de trabalho e estudo¹³; 4) tempo disponível do aluno para participar das aulas; 5) objetivos de aprendizagem possíveis de serem alcançados; 6) conhecimento prévio dos docentes sobre planejamento, execução e avaliação em ensino *on-line*.

Em linhas gerais, os autores fizeram os seguintes apontamentos: no tocante ao apoio das universidades aos docentes e aos alunos, será necessário produzir conhecimento para tomadas de decisão em âmbito estratégico; devem ser levantadas informações sobre aspectos críticos como condições sociodemográficas, psicossociais e técnicas dos docentes e alunos para acompanharem as atividades remota. Para diagnosticar necessidades da comunidade acadêmica e propor soluções às demandas, gestores universitários devem envolver diversos servidores com *expertise* em inúmeras áreas que envolvem a oferta de cursos remotos. Conselhos estudantis e comissões específicas, no entender deles, poderiam, também, compor esses grupos de análise de cenários.

Por fim, considerando os desafios atuais e futuros decorrentes da pandemia, é essencial conhecer os aportes teóricos, metodológicos e práticos já desenvolvidos pela área de educação em Engenharia em relação aos seus processos de ensino.

2.2 Educação em Engenharia e ensino *on-line*

No campo prático, o interesse pela educação em Engenharia, com vistas ao desenvolvimento curricular e à inovação pedagógica, surgiu nos Estados Unidos por volta de 1890 a 1910 com a fundação da Sociedade para a Promoção da Educação em Engenharia (SPEE) em 1893 (*American Society for Engineering Education*). Posteriormente, outras associações foram surgindo em todo o mundo, ampliando as discussões sobre a prática de ensino em Engenharia: *Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik* (IGIP, 1972); *Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs* (SEFI, 1973); Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE, 1973), *International Association for Continuing Engineering Education* (IACEE, 1973), *Australasian Association of Engineering Education* (AAEE, 1989), *Korean Society for Engineering Education* (KSEE, 1993), Associação Iberoamericana de Educação em Engenharia (ASIBEI, 1997) (JOHRI e OLDS, 2014).

¹³ As variáveis de 1 a 3 se referem a alunos e a docentes.

A educação em Engenharia como um campo de investigação científica ganhou destaque no mundo por volta da década de 70. São estudos internacionais clássicos: McCaulley (1976) sobre perfis psicológicos de estudantes de Engenharia; Felder e Silverman (1988) – sobre estilos de aprendizagem em estudantes de Engenharia; Catalano *et al.* (1993) – sobre aprendizagem e resolução de problemas. Contudo, o número de pesquisadores experientes investigando as complexas questões de aprendizagem em Engenharia ainda é escasso. O campo desperta interesse de estudiosos de diferentes áreas do conhecimento e de países diversos.

No caso do Brasil, segundo dados constantes na página da Associação Brasileira de Engenharia de Produção - Abepro¹⁴, a sub-área Educação em Engenharia de Produção abarca, com base em uma visão sistêmica: as especificidades da educação superior em Engenharia (graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão); “a gestão dos sistemas educacionais em todos os seus aspectos: a formação de pessoas (corpo docente e técnico administrativo); a organização didático pedagógica, especialmente o projeto pedagógico de curso; as metodologias e os meios de ensino/aprendizagem”. Portanto, a Engenharia de Produção é a área que, reconhecidamente, estimula a produção científica em tais temáticas.

A Abepro (2008) descreve as seguintes linhas de pesquisa da Educação em Engenharia de Produção: 1) Estudo da formação do engenheiro; 2) Estudo do desenvolvimento e aplicação da pesquisa e da extensão em Engenharia; 3) Estudo da ética e da prática profissional em Engenharia de Produção; 4) Práticas pedagógicas e avaliação do processo de ensino-aprendizagem em Engenharia de Produção; 5) Gestão e avaliação de sistemas educacionais de cursos de Engenharia de Produção. Segundo a Associação, o professor que atua no ensino de Engenharia envolve-se intensamente com as práticas atinentes à função docente “sem encontrar estrutura adequada para o aprofundamento de suas reflexões e investigações” (ABEPRO, 2008).

Amorim (2016) e Furlanetto (2006) consideram que a evolução tecnológica e o avanço da ciência parecem ter provocado poucas alterações no modelo organizacional dos cursos de Engenharia no Brasil. Para os autores, na composição das estruturas curriculares, ainda prevalece a rígida divisão das disciplinas em ciclo básico, básico em Engenharia e profissionalizante, com raros casos em que se propõem disciplinas interdisciplinares ou pautadas no desenvolvimento de competências aplicadas ao trabalho. São necessárias mais investigações sobre o ensinar e o aprender em Engenharia, sobretudo porque o campo de estudo

¹⁴ Ver <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/>.

é desafiador, recente e dependente de diálogos com outros saberes para compreender as complexas questões que envolvem a formação de engenheiros (AMORIM, 2016).

Em fevereiro de 2021, fez-se uma pesquisa na base de dados *Web of Science*, com os descritores “*engineering education*”. A linha temporal escolhida foi 2010 a 2021, a fim de abranger amplo e atualizado conjunto de artigos sobre o tema. Aproximadamente 3.000 artigos completos foram encontrados. Destes, 124 eram de autores brasileiros. O Brasil é o 7º país com o maior número de publicações na área. EUA e Espanha, com 1134 e 444, respectivamente, figuram nas primeiras colocações. Esses dados foram extraídos diretamente dos filtros de busca disponíveis na plataforma *Web of Science*.

Esse grupo de 124 artigos de pesquisadores brasileiros foi analisado bibliometricamente por meio de recursos do *software VosViewer*. Os objetivos dessa análise foram: identificar pesquisadores brasileiros de destaque nessa base de dados; encontrar redes de conexão de termos mais recorrentes na amostra de produções e classificá-las em “*clusters*” temáticos; extrair apenas artigos empíricos.

Os 124 artigos mostraram que os três autores brasileiros mais citados são Rosley Anholon e Izabela Rampasso (ambos da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp/ áreas de Engenharia Mecânica/Manufatura/ *Lean Manufacturing*), Oswaldo Quelhas (Universidade Federal Fluminense/ área de Engenharia de Produção).

Para auxiliar na formação dos “*clusters*” temáticos, o *VosViewer* gera redes de conexão de termos mais recorrentes dentro de um portfólio de artigos. No primeiro momento, a amostra (N=124) apresentou 16 termos-chave. Foram lidos os resumos dos 124 artigos e alguns artigos na íntegra, principalmente quando mencionavam, no *abstract*, o método adotado.

Durante a análise, excluíram-se os estudos empíricos brasileiros que utilizaram apenas análises estatísticas descritivas, restando, então, de 124 artigos, um conjunto de, apenas, 18 artigos que aplicaram técnicas de análise estatística multivariada. Para esta tese, verificou-se que as contribuições destes artigos brasileiros foram mais de ordem metodológica do que teórica, como se verá em capítulos posteriores.

Sendo assim, os 18 estudos brasileiros sobre Educação em Engenharia, que adotaram métodos estatísticos multivariados, apresentaram-se com estes temas: 1) Avaliação do processo de ensino ou de aprendizagem: Furtado *et al.* (2021); Nunes *et al.* (2015); Vasconcelos, Da Silva e Mota (2015); 2) Efetividade do *e-learning* ou *blended learning*: Araújo *et al.* (2017) – *e-learning*; Zampirolli *et al.* (2018) – *blended learning*; 3) Inserção da temática “sustentabilidade” no ensino de Engenharia: Quelhas *et al.* (2019); Rampasso *et al.* (2018); Rampasso *et al.* (2019a); Rampasso *et al.* (2019b); 4) Jogos e metodologias ativas: Braghirolli

et al. (2016); Chaves *et al.* (2015); 5) Laboratórios remotos: Helleno *et al.* (2013); Lopes *et al.* (2016); 6) Modelagem computacional para ensino: Magana e Silva Coutinho (2017); Pinheiro, Machado e Tamanini (2014); 7) Projetos interdisciplinares e ensino: Gerolamo e Gambi (2013); Zancul *et al.* (2017).

A temática ensino *on-line* em Engenharia ainda é pouco investigada por pesquisadores brasileiros. Destaca-se que outras bases de dados foram consultadas para compor toda a revisão de literatura aqui feita e, ainda assim, se percebeu essa carência. O fato de haver menos pesquisas brasileiras talvez seja em razão de que, diferentemente do Brasil, antes da pandemia, muitas universidades estrangeiras já ofertavam disciplinas totalmente *on-line* ou híbridas para formação de engenheiros.

Martins e Zerbini (2016) apresentaram um panorama mundial das perspectivas da EaD no Brasil e no mundo e identificaram um grupo de Instituições de Ensino Superior – IES estrangeiras que têm experiências de sucesso com ensino a distância: Universidade Aberta do Reino Unido, a Universidade a Distância Indira Gandhi (Índia), a *Fern Universitat* (Alemanha), a Universidade Nacional de Educação a Distância (Espanha), a Universidade do Ar (Japão), a Universidade Aberta (Portugal) e a *Télé-Université* (Canadá).

Segundo Litto (2014), no ensino superior, não se deve pensar de forma reducionista sobre os formatos de ensino: o aluno aprender em curso totalmente presencial ou totalmente remoto. No entender do autor, devem ser oferecidos programas que combinem as duas modalidades, respeitando a natureza de cada disciplina (exclusivamente teórica, prática ou ambas). O autor recomenda que se avalie, também, a maturidade dos alunos (período letivo adequado, pré-requisitos), o conhecimento prévio deles sobre os conteúdos a serem ofertados, a garantia de acesso à tecnologia a ser usada, entre outras variáveis. Litto (2014) reforça os benefícios da aprendizagem *on-line* no tocante ao desenvolvimento da autonomia do aluno e de habilidades de comunicação.

No Brasil, a modalidade EaD, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira – Inep (INEP, 2020), superou, em 2019, pela primeira vez na história, a matrícula de iniciantes dos cursos superiores presenciais de graduação no Brasil. Contudo, esse aumento é, em grande parte, atribuído às instituições privadas de ensino superior. Para Rocha e Hermann (2019), os principais motivos se vinculam ao lento processo de institucionalização da EaD nas Instituições Federais de Ensino Superior – IFES públicas e os conflitos de interesses coletivos da comunidade que compõe cada instituição. Em outras palavras, a decisão pela incorporação de ações educacionais a distância depende do alinhamento

entre gestores e docentes, bem como das características referentes à cultura organizacional de cada IFES.

Ainda segundo Rocha e Herrmann (2019), mesmo com o avanço gradual da EaD nas instituições públicas, principalmente durante os anos 2000 a 2010, pouco se efetivou no campo normativo dessa modalidade educacional. Os autores destacam, também, falhas no planejamento orçamentário, em especial em relação a informações sobre custo-aluno da EaD nas universidades federais. Quanto ao interesse coletivo, cabe ressaltar que o modelo de ensino *on-line* exige a disponibilização de equipes profissionais multidisciplinares para elaborar, conduzir e monitorar constantemente as ações educacionais ofertadas nessa modalidade. Além disso, conforme os autores, a operacionalização da EaD, nas IFES, demanda orçamento público, amparo legal a sua implementação e políticas públicas para consecução de seu objetivo-fim, que é beneficiar a sociedade.

Rocha (2013) assevera que é necessário um orçamento dedicado às especificidades da EaD, de modo a garantir sua autonomia financeira dentro das IFES. Caso contrário, o papel institucional dessa modalidade será exercido, tão somente, de forma complementar ao ensino presencial já ofertado.

Em ampla pesquisa feita sobre a EaD nos Estados Unidos, Seaman *et al.* (2018) constataram que as matrículas nesta modalidade continuam a aumentar, enquanto as matrículas no ensino superior presencial têm diminuído. Dados deste estudo apontaram que havia pelo menos 6,3 milhões de estudantes universitários que cursavam simultaneamente mais de um curso *on-line* e 47% dos universitários, de diversas áreas, faziam apenas cursos a distância.

Abreu e Oliveira-Melo (2020) relataram alguns estudos brasileiros sobre monitoria *on-line* em disciplinas de Cálculo antes da pandemia. Segundo os autores, essa prática já tem sido adotada por cursos de Engenharia de algumas IES públicas. Porém, boa parte dos resultados apresentados pelos autores evidenciou que, antes da pandemia, a procura dos alunos pelo aprendizado via ambiente virtual era baixa. Os autores citam outros estudos que encontraram os mesmos resultados: Botelho *et al.* (2015), na Universidade Federal do Pampa – Unipampa, Melo (2013) na Universidade Federal de Alagoas – UFAL e Santos, Santos e Iano (2018) no Instituto Federal da Bahia – IFBA.

Porém, sobre essa temática, uma exceção foi encontrada: a experiência do curso de Engenharia de Produção de uma instituição privada – a Universidade do Extremo Sul Catarinense, em Casagrande e Zanette (2014). Os autores relatam a dinâmica da monitoria *on-line* da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral da seguinte forma: eram ofertadas quatro horas-aula, semanalmente, por meio do ambiente virtual (com uso de fórum, *chats*, e-mail). Por

causa da baixa procura, foi proposto um modelo híbrido de monitoria: os monitores disponibilizaram mais duas horas presencialmente. Segundo os autores, após essa alteração, houve aumento significativo da participação dos alunos nos dois formatos de monitoria, apontando efeitos positivos da aprendizagem híbrida em disciplinas de Cálculo.

Quanto ao uso de tecnologias digitais no ensino de Engenharia, estudiosos estrangeiros têm se ocupado, predominantemente, com três temas: 1) eficácia de plataformas de ensino *on-line* (PAPANIKOLAOU, 2020; UZIAK *et al.*, 2018; ZANELDIN *et al.*, 2019); 2) *blended learning* em Engenharia (AICHOUNI, BENCHICOU e NEHARI, 2013; BOKOR e HADJU, 2014; DERNTL e MOTSCHNIG-PITRIK, 2005; HE *et al.*, 2015; KASHEFI, ISMAIL e YUSOF, 2012; MÉNDEZ e GONZÁLEZ, 2010; PARK *et al.*, 2014; YIGIT *et al.*, 2014); 3) uso de simulação computacional (CORTER, 2011; JASTI *et al.*, 2020; SALEHEEN *et al.*, 2018; CALVO *et al.*, 2010).

Verificou-se que tanto os pesquisadores brasileiros quanto os estrangeiros têm demonstrado forte interesse pelos temas relacionados à incorporação de tecnologias digitais no ensino de Engenharia. Essa tendência mostra uma iniciativa positiva das instituições de ensino em acompanhar a evolução da tecnologia na sociedade e, ao mesmo tempo, em atender os novos interesses dos alunos.

Um estudo longitudinal, conduzido por Jasti *et al.* (2020), durante 6 anos, na Índia, avaliou o impacto do uso de recursos de simulação computacional para aprendizagem em Engenharia. Os autores constataram que, embora pareça “econômica”, a implementação de sistemas de ensino *on-line* via laboratórios remotos é dispendiosa. As experiências mais promissoras foram registradas nos períodos em que a instituição conseguia garantir um maior número de alunos com conexão ao sistema. Para isso, vários requisitos – referentes a *software*, provedores e acessibilidade – deveriam ser satisfeitos simultaneamente para que a tecnologia favorecesse a aprendizagem. Contudo, nem sempre era possível atender a essas exigências, as quais envolviam custo, capacitação de equipe técnica e disponibilidade dos alunos.

Por fim, Calvo *et al.* (2010) destacam que os laboratórios virtuais são uma excelente alternativa quando os equipamentos físicos são caros e não estão disponíveis na universidade ou quando há estudantes com deficiência, por exemplo. Outros autores lembram que, ao fornecer acesso remoto, as universidades podem fomentar práticas de internacionalização, a exemplo das parcerias que podem ser feitas entre centros de pesquisa diferentes em todo o mundo (ALKHATIB, 2018; POTKONJAK, 2016).

2.3 Considerações finais sobre o capítulo 2

A pandemia tornou o ensino e a aprendizagem por meio de ferramentas digitais uma necessidade e não uma escolha. Sendo assim, estudiosos têm sinalizado que a experiência de ERE tende a suscitar mais discussões sobre a possibilidade de ampliação de disciplinas e cursos de graduação em formatos *e-learning* ou *blended learning*¹⁵ (NAJI *et al.*, 2021; NUERE & MIGUEL, 2020). Para acompanhar esse processo, os cursos de Engenharia, ao lado dos demais, precisam se antecipar.

Cabe destacar que os trabalhos encontrados na literatura não sugerem a substituição completa dos métodos tradicionais de ensino pelos métodos pautados exclusivamente no ensino remoto. Entretanto, boa parte dos estudos aponta que, antes de promover quaisquer mudanças nos formatos dos cursos, é preciso planejar as ações, considerando-se as circunstâncias em que os indivíduos, os cursos e as instituições se encontrarem. Às vezes será possível escolher (por exemplo, ministrar ocasionalmente uma aula especial por videoconferência em uma disciplina presencial) e às vezes não será (como ocorreu com a pandemia de COVID-19).

Por fim, neste capítulo evidenciou-se que estudos sobre avaliação de aprendizagem em contexto de ensino *on-line* em Engenharia são raros. Para preencher essa lacuna da área de pesquisa em Educação em Engenharia, a interface com outros campos do conhecimento pode auxiliar teórica e metodologicamente a pesquisa e a prática na formação de engenheiros. Nesse intuito, o próximo capítulo será dedicado à apresentação do referencial teórico que embasou esta tese – a área de Treinamento, Desenvolvimento e Educação – TD&E.

TD&E tem reconhecida contribuição científica no que tange à condução de pesquisas empíricas e têm gerado instrumentos de medida, modelos empíricos e teóricos para compreensão de diversos fenômenos ligados à aprendizagem humana (BELL *et al.*, 2017). Esse referencial foi escolhido porque se ocupa, majoritariamente, com o envolvimento do indivíduo em todas as etapas de qualquer processo educacional: do planejamento à análise dos resultados.

¹⁵ Os termos *E-learning* e *blended learning* foram conceituados no Capítulo 1.

3. TREINAMENTO, DESENVOLVIMENTO E EDUCAÇÃO DE PESSOAS – TD&E

A ciência do treinamento procura compreender as condições individuais e contextuais que facilitam a aquisição de habilidades e a transferência do aprendizado. O campo estuda fenômenos educacionais no âmbito corporativo, superior e técnico-profissionalizante há mais de 100 anos (AGUINIS e KRAIGUER, 2009; BELL *et al.*, 2017).

Este capítulo está dividido em três partes: na primeira, descreve-se a abrangência da área de TD&E e alguns conceitos interligados a ela, tais como: sistemas, tecnologia instrucional, teorias de aprendizagem. Na segunda são apresentadas teorias e estratégias de operacionalização de um planejamento instrucional. A terceira parte é dedicada aos modelos de avaliação de ações educacionais, dentre os quais o modelo teórico que embasou este estudo.

3.1 Sistema TD&E: origem e conceitos adjacentes

O panorama de pesquisas sobre Treinamento, Desenvolvimento e Educação – TD&E começou a ser formado, no Brasil, na década de 70. A construção desse campo de conhecimento é complexa e multidisciplinar e os pesquisadores da área tem se ocupado em desenvolver pesquisas que criem e validem modelos empíricos para diagnóstico, planejamento, execução e avaliação de ações educacionais presenciais ou remotas (ABBAD, PILATI e PANDOJA, 2003; MARTINS, ZERBINI & MEDINA, 2018a; REYES *et al.*, 2019).

No campo de conhecimento da Psicologia Organizacional e do Trabalho – POT, *Treinamento* é definido como atividade educacional desenvolvida no âmbito das organizações com vistas a capacitar os indivíduos para o desempenho de funções e tarefas no trabalho. *Desenvolvimento* é compreendido como ação mais abrangente, contínua, que inclui esforços organizacionais em busca do livre crescimento pessoal de seus membros e não necessariamente está ligada à melhoria de desempenho em tarefas (SALAS *et al.*, 2012; VARGAS e ABBAD, 2006). O conceito de *Educação*, o mais amplo dos três, extrapola o contexto específico do mundo corporativo, no qual se inserem “Treinamento” e “Desenvolvimento”. A *Educação*, então, para além dos conceitos de educação informal (que seria educar-se por meio de leituras, filmes, conversas), abrange a aplicação de métodos próprios para viabilizar a formação de um indivíduo e sua posterior qualificação profissional em diversos saberes.

Em seu campo original, TD&E busca a facilitação da aprendizagem de competências relacionadas ao desempenho de um indivíduo no trabalho. Porém, o modo como essa ciência é usada para trazer soluções em aprendizagem humana a torna aplicável a quaisquer contextos educacionais. As ações desenvolvidas para gerar tais soluções constituem a tecnologia instrucional, isto é, o modo pelo qual profissionais de educação ou de treinamento conhecem, compreendem e predizem os aspectos referentes ao ensino e à aprendizagem de indivíduos; também diz respeito à forma de se entender as relações entre as mudanças de desempenho que se espera de um aluno/treinando e os procedimentos e processos que são adotados pelos professores/instrutores para facilitar essa transformação (BORGES-ANDRADE, 2006).

O enfoque instrucional, característico da área de TD&E, baseia-se em conhecimentos advindos da psicologia da aprendizagem e da teoria de sistemas, o que culminou no surgimento de uma nova área: a Psicologia instrucional. Relativamente nova, esta área se consolidou nos anos de 1950 (BORGES-ANDRADE, 2006). Dentre as principais contribuições da Psicologia instrucional, estão: a análise dos fenômenos educacionais com base em uma abordagem de sistemas e a proposição de medidas de avaliação específicas para sua mensuração. E não é apenas isso. Na ciência de TD&E, a visão acerca do “Sistema de TD&E” é alicerçada em “princípios de aprendizagem que relacionam desempenhos esperados com condições de ensino, dentro de um quadro referencial teoricamente relevante e consistente”. E, ainda, o processo de avaliação de quaisquer ações educacionais, segundo a Psicologia instrucional, precisa estar apoiado no método científico e na Psicometria (BORGES-ANDRADE, 2006, p. 186).

Sendo assim, ações educacionais, como a oferta de um treinamento ou de um curso de graduação a distância, por exemplo, são compreendidas, na literatura de TD&E, de forma sistematizada. Ofertar um curso a distância implica realizar um conjunto de ações que se constituem como etapas de um processo ou de um sistema maior – o Sistema de TD&E, o qual é constituído por três subsistemas, conforme descrito na Figura 1:

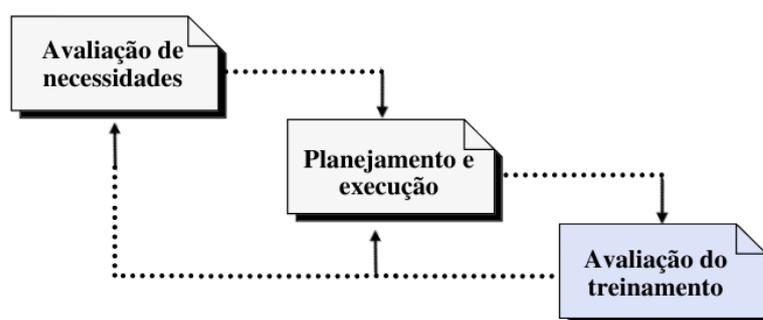


Figura 1 – Sistema de TD&E
Fonte: Borges-Andrade, 2006.

Cada subsistema tem suas atividades interdependentes que se dão em um movimento de retroalimentação para revisão de cada etapa a fim de oferecer apoio à tomada de decisão em ações futuras com o objetivo de aprimorar o processo. Isso quer dizer que falhas nos subsistemas iniciais podem dificultar a avaliação final do treinamento ou do curso.

No Subsistema 1 – Avaliação de necessidades, descrevem-se as necessidades de treinamento/ensino com base nas competências que se pretende desenvolver no indivíduo e não com base em conteúdos. Em linhas gerais, no lugar de definir treinamentos com base em uma lista de opções de cursos, ou com base no repertório do professor, o responsável pelo planejamento da ação realiza um prognóstico para responder a questões como “quem deve participar da ação educacional?”, “para quê?”, “quando?”, “onde?”.

Para executar isso, tomadores de decisão devem identificar aspectos referentes aos participantes como perfil socioeconômico, conhecimentos prévios anteriores à experiência de ensino, participação voluntária ou obrigatória na atividade educacional e outros aspectos (ABBAD e MOURÃO, 2012). Tudo isso torna-se mais crucial em se tratando de ensino a distância, como se constatou em artigo publicado, pela autora desta tese, sobre o tema planejamento instrucional (KAIZER *et al.*, 2020).

O Subsistema 2 – Planejamento e execução abrange atividades como a definição dos objetivos instrucionais e dos conteúdos, das estratégias de ensino (sequência do programa, escolha dos recursos de ensino) e dos critérios de avaliação adequados para se alcançar os objetivos previamente estabelecidos. E, no tocante ao Subsistema 3 – Avaliação, pesquisadores de TD&E entendem que se deve avaliar não apenas a etapa final do processo, ou seja, os resultados de aprendizagem dos participantes, mas também todas as etapas do sistema, em um movimento de retroalimentação. Então, os principais objetivos do Sub-sistema 3 são: a) levantar informações sobre lacunas na aprendizagem dos indivíduos e no desempenho dos professores ou instrutores; b) identificar falhas no planejamento instrucional; c) esclarecer a aplicabilidade e a utilidade do curso ou da disciplina; d) informar o quanto as habilidades aprendidas estão sendo aplicadas pelos participantes na vida profissional (no caso dos treinamentos) ou na acadêmica (em disciplinas ou estágios, por exemplo).

Abbad, Corrêa e Meneses (2010) sugerem que o uso de modelos multivariados que incluam variáveis dos subsistemas 1 e 2 é mais adequado para propor e testar medidas de avaliação. Quando se definiu o delineamento desta pesquisa, buscou-se abarcar um conjunto de variáveis que contemplassem cada sub-sistema.

Salas e Cannon-Bowers (2001) afirmam que os eventos que ocorrem antes de um curso ou treinamento podem ser tão importantes, ou em alguns casos, mais importantes do que aqueles

que acontecem depois. Isso sugere que, no caso do contexto desta tese, considerar as condições internas e externas aos alunos no ensino emergencial é essencial para compreender os fatores limitantes e facilitadores. São exemplos de condições internas aos indivíduos: estratégias de aprendizagem, autorregulação¹⁶ da emoção e da motivação, hábitos de estudo. Condições externas podem ser: ambiente de estudo do aluno, suporte à aprendizagem, procedimentos instrucionais adotados pelo professor.

Para entender como funciona o processo de avaliação de ações educacionais segundo o referencial adotado, é necessário conhecer um quadro teórico consistente, baseado em princípios de aprendizagem. Há teorias psicológicas importantes que buscam descrever os processos inerentes à aprendizagem individual (psicologia social, psicologia cognitiva e outras) e elas perpassam o campo de TD&E.

Nos próximos tópicos serão apresentados alguns conceitos desse amplo quadro, com foco, estrito, aos objetivos desta tese. O tópico 3.2, por exemplo, é essencial para subsidiar as discussões sobre o construto (ou variável-latente) “Procedimentos instrucionais em ensino remoto” e as relações entre ele e o construto “Estratégias de aprendizagem em ensino remoto”.

Antes de dar seguimento, cabe esclarecer que, nesta tese, “construtos” são entendidos como conceitos que definem fenômenos abstratos dentro de um campo de conhecimento que os sustentam (PASQUALI, 2009). Fenômenos abstratos como, por exemplo, a inteligência, a aprendizagem ou a qualidade, necessitam, primeiramente, serem descritos por conceitos teóricos e representados por evidências reais para que sejam explorados empiricamente.

Em Ciências Humanas e Sociais, construtos também são chamados de variáveis latentes ou dimensões e são medidas por meio de variáveis observadas. Nesta tese, as variáveis observadas foram o conjunto dos itens dos questionários/escalas utilizados (variáveis independentes) e os escores em notas na disciplina de Cálculo 2 (variável dependente). No Capítulo 5 serão detalhados os instrumentos, usados nesta tese, para medir as variáveis.

3.2 Planejamento instrucional em TD&E: abordagens teóricas

O planejamento instrucional, no contexto desta tese, abrange os procedimentos instrucionais utilizados pelos docentes na condução da disciplina avaliada. Para melhor

¹⁶ Autorregulação, Estratégias de aprendizagem, Procedimentos instrucionais, Ambiente de estudo e outros conceitos serão explicados no Capítulo 4.

compreender os elementos envolvidos no planejamento, será feita uma breve descrição de conceitos teóricos fundamentais do sub-sistema 2 – “Planejamento e execução”.

Sobre este sub-sistema, estudiosos têm enfatizado que a primeira questão que se deve levar em conta é: professores precisam entender como as pessoas aprendem. Há diversas teorias de aprendizagem que foram propostas e testadas ao longo do século XX e que, hoje, ainda auxiliam na compreensão dos aspectos individuais e contextuais envolvidos no processo de ensinar e aprender. Tais teorias são classificadas em: comportamentalistas, cognitivistas e humanistas (MENESES, ZERBINI e ABBAD, 2010).

De forma resumida, as teorias comportamentalistas enfatizam a aprendizagem como um processo resultante da interação do indivíduo com seu ambiente, por meio do reforço, da repetição de comportamentos; as cognitivistas compreendem a aprendizagem como processos mentais, influenciados pelo ambiente, os quais, somados, viabilizam o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHAs). Já a humanista alia cognição e afetividade: o indivíduo é visto de forma plena, de modo que sua aprendizagem perpassa, também, seus sentimentos, atitudes e preferências de aprendizagem (ABBAD & BORGES-ANDRADE, 2004).

Antes de prosseguir, cabe explicar uma importante distinção: *teoria de aprendizagem e teoria instrucional*, conforme descrito no Quadro 1:

Quadro 1- Comparação entre teorias (aprendizagem e instrucional)

	Teoria de Aprendizagem	Teoria Instrucional
Classificação	Descritiva	Descritiva e prescritiva
Características	Descreve processos individuais básicos, estruturas cognitivas referentes à aprendizagem.	Descrevem o modo pelo qual condições externas podem facilitar o processo interno de aprendizagem. Prescrevem regras para melhorar ou garantir o alcance dos CHAs.
Autores	Skinner (1969/1980) Anderson (1983) Royer e Feldman (1984)	Gagné (1985 e 1988) Bloom <i>et al.</i> (1972 e 1974) Ausubel (1968) Reigeluth (1999)

Fonte: Adaptado de ABBAD, NOGUEIRA e WALTER, 2006.

Thornburg (1984) define teoria instrucional como a forma com que o professor influencia o aluno a aprender. Abbad, Nogueira e Walter (2006) complementam que ela compreende um conjunto de princípios pautados em teorias de aprendizagem para predizer os efeitos de variáveis contextuais no processo cognitivo do aluno.

Segundo Abbad (1999), as teorias instrucionais preenchem uma lacuna deixada pelas teorias de aprendizagem. Estas tendem a embasar seus princípios em pesquisas realizadas com estudantes universitários submetidos a tarefas motoras simples como memorização de conteúdos a curto prazo. A psicologia instrucional e cognitiva combina as duas teorias e ainda atua com o enfoque comportamental. Desse modo, ampliam-se as possibilidades de melhor compreender como os indivíduos adquirem conhecimentos, desenvolvem habilidades e atitudes. Tal afirmação não desmerece a importância das teorias de aprendizagem.

Segundo Meneses, Zerbini e Abbad (2010), cursos mediados por tecnologias digitais, por exemplo, tendem a se embasar na psicologia instrucional e cognitiva por dois motivos: para compor a estruturação curricular, pois elas facilitam a descrição das competências e para compreender como o professor pode viabilizar os processos internos de aprendizagem dos indivíduos em contexto de ensino *on-line*.

Dado que são muitas as teorias produzidas e amplamente utilizadas, nesta seção serão brevemente descritas apenas duas teorias instrucionais que têm estreita relação com o objeto desta pesquisa e têm base cognitivista. A primeira delas é a de Bloom *et al.* (1972) e a segunda é a de Gagné (1985).

A fim de compreender o processo de aprendizagem humana e, a partir desse conhecimento, entender como se pode mensurá-la, Bloom *et al.* (1972) classificam os resultados de aprendizagem em três domínios:

- 1º) *domínio cognitivo*, que abrange um conjunto de atividades intelectuais ordenadas em função de seus níveis de complexidade;
- 2º) *domínio afetivo*, que inclui atitudes, valores, interesses e tendências emocionais que guiam o comportamento humano nas relações sociais, e seu nível de alcance é medido pelo grau de internalização ou incorporação;
- 3º) *domínio psicomotor*, o qual indica o grau de automatização de determinadas atividades motoras ou musculares.

Para cada domínio, ou seja, resultados de aprendizagem esperados, deverão ser selecionados meios, estratégias e procedimentos instrucionais adequados. E cada domínio também tem suas próprias classificações (ou “taxonomias”, como denominam Bloom *et al.*, 1972). A depender do tipo de curso ou disciplina, um domínio prevalece sobre o outro e cada um exige situações específicas favoráveis à aprendizagem (RODRIGUES JR., 2006).

Na Figura 2 são apresentados os níveis do domínio cognitivo:

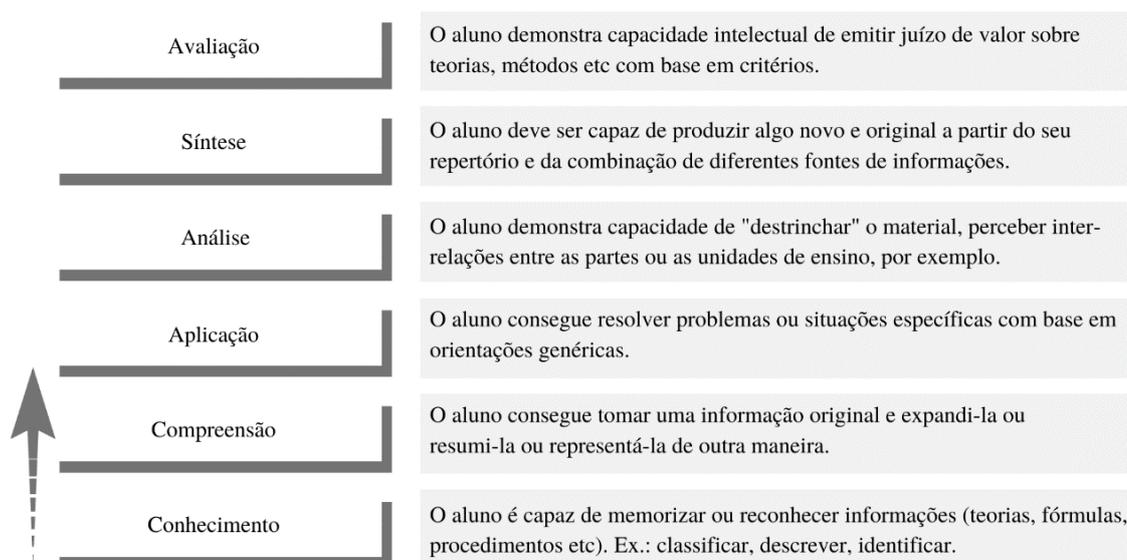


Figura 2 - Taxonomias dos objetivos cognitivos

Fonte: Bloom *et al.* (1972).

Assim, as “Taxonomias de Bloom” sugerem que haja uma relação hierárquica e cumulativa entre as categorias que integram cada domínio. No caso do domínio cognitivo, por exemplo – bastante explorado em disciplinas de Cálculo e Matemática – os resultados de aprendizagem esperados, segundo a teoria, se ligam a tarefas intelectuais – desde a capacidade de memorizar um conceito (Nível 1) à de emitir julgamento e crítica sobre ele (Nível 6).

Anderson *et al.* (2001) reformularam as Taxonomias descritas na Figura 2. A revisão feita manteve as seis categorias, porém, trouxe algumas alterações: o uso de verbos em vez de substantivos, para dar ênfase à ideia de processo em ação; a mudança de ordem entre os dois níveis de complexidade mais elevada. Tomando como exemplo uma disciplina de graduação, enquanto na Taxonomia original a categoria “conhecimento” está relacionada ao conteúdo da disciplina, na Taxonomia revisada enfatiza-se a natureza do conhecimento.

Em outras palavras, segundo a nova proposta, no lugar de apontar o tipo de conhecimento a ser aprendido, aponta-se o processo cognitivo e sua respectiva complexidade para se dominar certo conhecimento, ou seja, “como” se pode dominar tal conhecimento. A Figura 3 ilustra o comparativo entre as duas Taxonomias do domínio cognitivo.

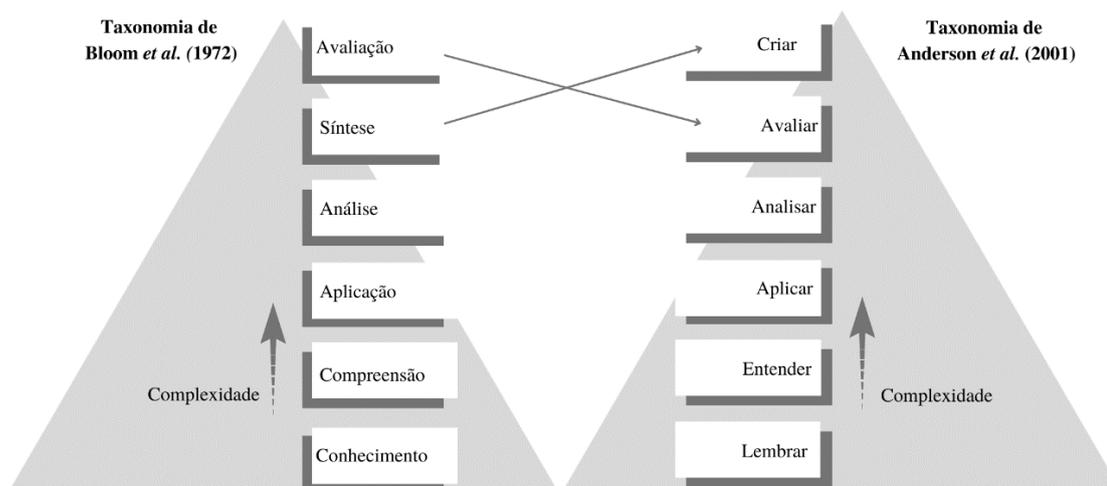


Figura 3 – Comparação entre a Taxonomia de Bloom original e a Taxonomia de Bloom revisada
 Fonte: Elaborada com base em Bloom et al (1972) e Anderson et al (2001).

Em suma, segundo Ferraz e Belhot (2010), a Taxonomia de Bloom revisada buscou, na associação entre substantivo e verbo, evidenciar que ambos deveriam pertencer a dimensões separadas, de modo que os substantivos formariam a base para a dimensão conhecimento (o *quê*) e o verbo para a dimensão relacionada aos aspectos cognitivos (o *como*).

A título de exemplo, considerando a ementa de uma disciplina de Cálculo 2, e um hipotético objetivo descrito da seguinte forma: “Entender os resultados principais sobre sequências e séries”, tem-se que: conforme a Taxonomia de Bloom et al. (1972), esse objetivo representa o domínio de conhecimentos (sequências e séries) em nível de baixa complexidade cognitiva (nível compreensão); também faz parte de um *continuum* de aprendizagem que, de forma hierárquica, o aluno vai percorrendo, como está representado na Figura 3, totalizando um “percurso” em seis níveis.

Na Taxonomia de Anderson et al. (2001), dado que o foco é a ação (verbo), o que se espera desse objetivo hipotético é que ele melhor esclareça “como” se pode “entender os resultados principais sobre sequências e séries”. Ou seja, é necessário indicar ao aluno quais processos cognitivos (distinguir, classificar, calcular...) ele terá que aplicar para alcançar esse objetivo. A clara descrição dos níveis cognitivos exigidos para cada tipo de conteúdo torna mais claros os objetivos instrucionais em uma ementa e, também, orienta as ações do professor.

A segunda teoria instrucional que será adotada como base nesta tese é a de Gagné (1985) – um dos maiores expoentes da linha cognitivista¹⁷. Ele menciona dois conceitos: *eventos*

¹⁷ Os artigos de Gagné estão disponíveis em: <http://www.ibstpi.org/legacy-gagne/legacy.htm>.

internos e eventos externos à aprendizagem. Segundo este autor, a cada oferta de curso ou disciplina, é necessário que o professor proveja condições (descritas na Figura 4) para facilitar ao aluno o processo interno de aprendizagem. Para isso, o professor deve se atentar aos seguintes *eventos da instrução*, como denomina o autor.

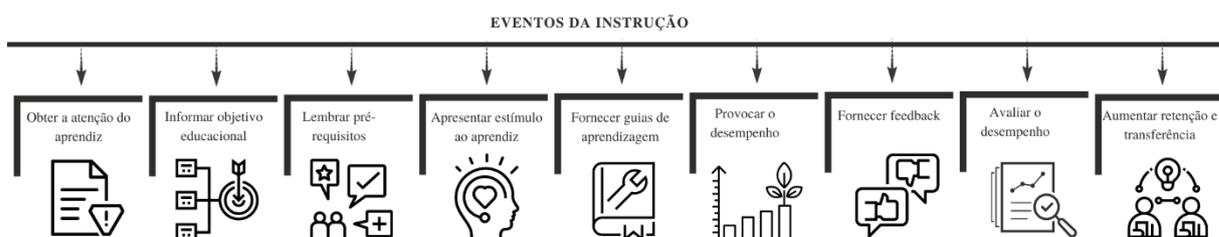


Figura 4 - Eventos instrucionais ou condições externas da aprendizagem

Fonte: Elaborada pela autora com base em Gagné (1985).

Segundo Gagné (1985), os “eventos internos” dizem respeito ao grau de prontidão do aluno para aprender e isso pode variar bastante quando se consideram características pessoais dos indivíduos ou a forma como o aluno é induzido a aprender. Desse modo, a instrução (curso ou disciplina, por exemplo) deve ser planejada levando-se em consideração que esses processos internos de aprendizagem caminham ao lado das condições propiciadas pelo professor.

Meneses, Zerbini e Abbad (2010) sugerem que o produto final do “Planejamento instrucional” em TD&E seja pautado nestes dois referenciais: Taxonomias de Bloom e Eventos de instrução de Gagné. Assim, para cada domínio e nível de resultado proposto por Bloom, deve-se selecionar os procedimentos instrucionais e meios adequados para executar todos os eventos da instrução mencionados por Gagné (1985).

Para além das Taxonomias de Bloom, de Anderson e de Gagné, a literatura apresenta outras Taxonomias (AUSUBEL *et al.*, 1968; MERRILL, 1983; REIGELUTH, 1999) e a maior parte delas trata de resultados cognitivos de aprendizagem. Segundo Abbad, Carvalho e Zerbini (2006), a diferenciação entre os domínios cognitivo, afetivo e psicomotor é meramente didática e visa apenas facilitar a escolha de procedimentos instrucionais em consonância com as competências que se deseja desenvolver no indivíduo.

A prática vigente tem revelado que muitos cursos *on-line* têm sido ofertados sem um planejamento instrucional sistematizado. Tal fato é preocupante na medida em que, no caso da modalidade EaD, investimentos altos em formação dessa natureza são aplicados (KAIZER *et al.*, 2020). Além disso, a ineficácia no planejamento de qualquer atividade educacional pode

comprometer os resultados de aprendizagem ou a mensuração deles (ABBAD, CARVALHO & ZERBINI, 2006).

Em linhas gerais, o planejamento instrucional envolve definição do conteúdo, da sequência e dos meios pelos quais o conteúdo será transmitido ao aluno. Abbad, Carvalho e Zerbini (2006) elencam como etapas de um planejamento as seguintes ações:

- 1) Redigir os objetivos instrucionais;
- 2) Definir a modalidade de entrega (presencial, remota, híbrida);
- 3) Estabelecer a sequência do ensino;
- 4) Criar/escolher os procedimentos educacionais;
- 5) Definir critérios de avaliação da aprendizagem;
- 6) Avaliar e ajustar o planejamento.

Pela leitura dos itens anteriores, considerando as características do Sistema de TD&E já apresentadas, a ideia de retroalimentação que esse referencial aponta para cada um dos 3 Sub-sistemas (*Avaliação de Necessidades, Planejamento e Execução, Avaliação do evento educacional*) já é possível ser identificada na etapa 6 (Avaliar e ajustar o plano). A Figura 5 auxiliará na clareza desse raciocínio:

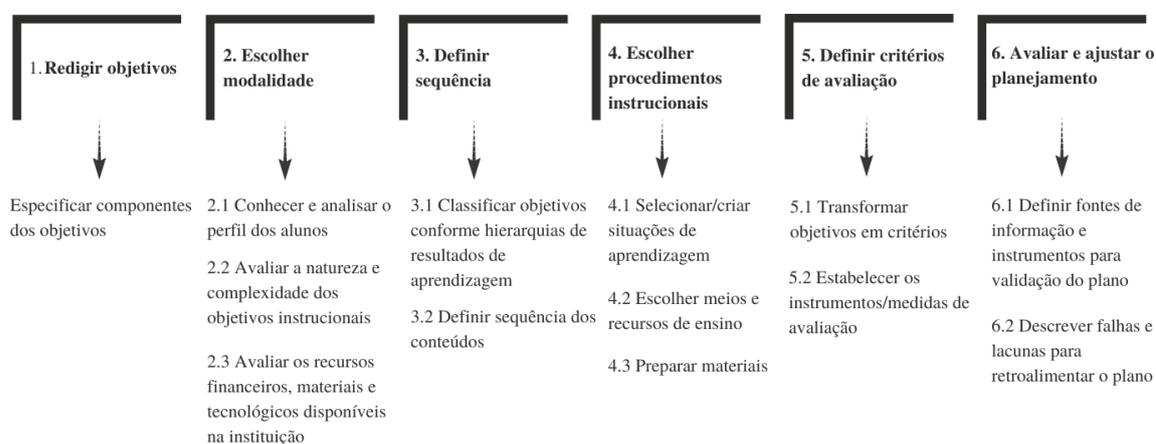


Figura 5 - Etapas do planejamento instrucional
 Fonte: Adaptado de Abbad, Carvalho e Zerbini (2006).

Quanto aos objetivos, Ferraz e Belhot (2010) fazem uma importante distinção entre *objetivo de ensino* e *objetivo de aprendizagem*. O primeiro equivale aos objetivos gerais de um curso ou disciplina e o segundo aos objetivos específicos. “Objetivos de ensino” têm como foco o programa da disciplina e o papel do professor e são descritos por meio de verbos mais amplos que expressem intenções e expectativas em relação às ações dos docentes a favor da

aprendizagem dos alunos. São exemplos de objetivos de ensino: qualificar, possibilitar, disponibilizar, expor, estimular, apresentar, estabelecer, discutir, viabilizar, conscientizar, mediar, garantir, orientar.

Os “objetivos de aprendizagem”, que são objetivos mais específicos, são focados em ações observáveis e mensuráveis e na descrição de competências de aprendizagem que devem ser consideradas como resultados esperados dos alunos. Para Ferraz e Belhot (2010), objetivos de aprendizagem que não expressam uma ação do aluno e sim uma ação do docente dificulta a elaboração de estratégias didáticas adequadas e compromete o próprio processo de aprendizagem, pois o aluno não conseguirá compreender claramente o que *ele* deverá “entregar”. São exemplos de objetivos de aprendizagem: identificar, interpretar, classificar, elaborar, demonstrar, aplicar, avaliar, produzir, solucionar, comparar, discutir, descrever, justificar, analisar, modificar. Percebe-se que as taxonomias de objetivos cognitivos apresentadas no tópico anterior estão presentes, em seus diversos níveis de complexidade, nesses verbos usados para definição de objetivos.

Em muitos casos, no planejamento instrucional, professores ou responsáveis por essa ação estabelecem objetivos de aprendizagem – que deveriam se referir ao aluno – com base em verbos que apresentam objetivos amplos, abstratos e que se relacionam a objetivos da disciplina, a exemplo deste: “Estimular o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas”. Posteriormente, na prática, os professores esperam que seus alunos atinjam um nível de maturidade de conhecimento muitas vezes incompatível com os objetivos declarados no programa da disciplina.

Meneses, Zerbini e Abbad (2010) sugerem como devem ser redigidos os objetivos na composição do planejamento instrucional (seja de um projeto pedagógico de curso ou de um programa de disciplina de graduação, por exemplo). Os autores sugerem esta lógica, conforme Figura 6:

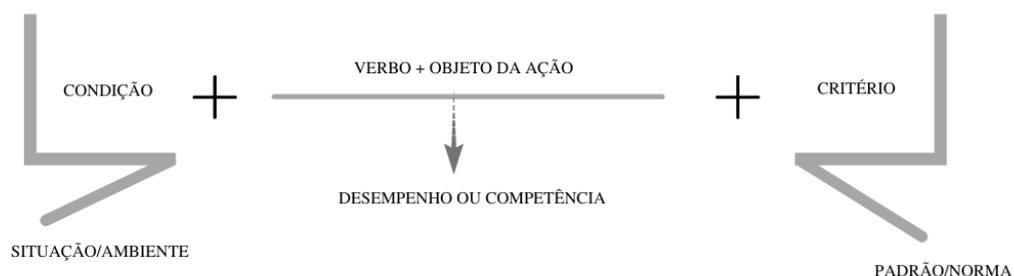


Figura 6 - Componentes de objetivos instrucionais

Fonte: Meneses, Zerbini e Abbad, 2010.

A descrição da competência esperada deve ser composta por verbos de ação que explicitem algo concreto, observável ou mensurável. Como já foi dito, o sujeito da ação é o aluno, portanto, o verbo deve especificar claramente o quê (objeto da ação) o aluno será capaz de realizar (verbo). O que será aprendido (objeto) deve motivar o aluno a desejar aprender. A condição refere-se aos elementos materiais e situacionais necessários para que o aluno atenda ao objetivo de aprendizagem. O critério indica o nível de proficiência esperado, os parâmetros qualitativos ou quantitativos que evidenciarão se o aluno está apto ou não.

Meneses, Zerbini e Abbad (2010) afirmam que a condição e o critério nem sempre precisam ser explicitados na redação dos objetivos instrucionais. Em alguns casos, esses elementos são óbvios ou estão implícitos. Por exemplo, especificar que o objetivo geral de um curso de “*Experimentos Fatoriais no @Minitab*” requer como condição o uso de recursos tecnológicos como computador ou o *software @Minitab* é dispensável. Segundo as autoras, o objetivo instrucional deve, acima de tudo, informar ao aluno o que se espera que ele aprenda: verbo + objeto da ação.

A complexidade dos objetivos e as condições (entenda-as como variáveis ambientais e variáveis individuais) são elementos essenciais à tomada de decisão sobre a modalidade de ensino. Por exemplo, variáveis ambientais como apoio material e suporte de colegas, somadas a variáveis individuais como as sociodemográficas dos alunos são igualmente necessárias à aprendizagem e, portanto, devem ser consideradas como aportes para decisão (ZERBINI e ABBAD, 2008^a; ZERBINI, 2017). Nesta tese, o modelo investigativo contempla essas variáveis.

Segundo Ramirez (2017), o foco da escolha de um meio ou estratégia de ensino também deve ser definido conforme as necessidades educacionais do aluno. A depender do tipo de conteúdo, uma aula conduzida com apoio de simulação computacional, por exemplo, pode ser muito mais eficiente em termos de ganhos de aprendizagem do que uma aula expositiva, ainda que o professor prefira esta última.

Em suma, o planejamento instrucional deve considerar variáveis individuais e contextuais descritoras das condições internas e externas dos indivíduos para aprendizagem. Ademais, a definição de objetivos instrucionais claros, a escolha de métodos de avaliação coerentes, a construção de medidas confiáveis e o maior controle possível de variáveis interferentes no processo educacional constituem-se como os maiores desafios inerentes à avaliação de resultados de aprendizagem. O próximo tópico descreverá alguns modelos teóricos de avaliação, dentre os quais o modelo que serviu de base conceitual para este estudo.

3.3 Modelos de avaliação de ações educacionais

Para compreender como funciona o processo sistematizado de avaliação em TD&E, é preciso fazer um breve percurso sobre a evolução dos estudos sobre avaliação de ações educacionais. A produção do conhecimento nesta área iniciou-se na década de 1970 com os modelos tradicionais de avaliação de treinamentos dos pesquisadores Kirkpatrick (1976) e Hamblin (1978). A partir deles, surgiram outros importantes modelos que, hoje, são amplamente utilizados pela literatura nacional ou estrangeira: Borges-Andrade (1982, 2006), Noe e Schmitt (1986), Roullier e Goldstein (1993), Phillips e Gully (1997), Abbad (1999), Lacerda e Abbad (2003), Alvarez, Salas e Garofano (2004), Zerbini (2007).

O modelo de Kirkpatrick (1976) sugere quatro níveis de avaliação: reações, aprendizagem, desempenho no cargo e resultados, enquanto o de Hamblin (1978) subdivide resultados em mudança organizacional e valor final. A literatura reconhece os modelos de forma unificada, conforme Figura 7. Ambos propõem que a avaliação de ações educacionais seja feita com base em um *continuum* de níveis que têm entre si uma relação de causa e consequência. Em termos práticos seria: se o indivíduo *reagiu* satisfatoriamente ao curso – Nível 1, ele, por conseguinte, *aprendeu* (ou seja, desenvolveu os conhecimentos, habilidades e atitudes – CHAs necessários) – Nível 2, daí ele tem capacidade de demonstrar *melhor desempenho* no cargo – Nível 3 e, no caso específico dos contextos corporativos, ele pode colaborar com *mudanças* de processos organizacionais em nível de equipes – Nível 4 com consequentes ganhos em *valor final* (benefícios sociais ou econômicos) para a empresa – Nível 5.

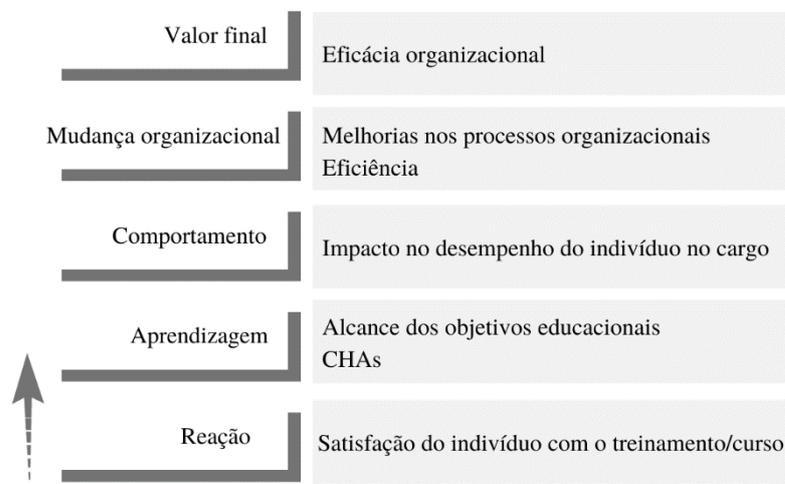


Figura 7- Níveis de avaliação de treinamentos
Fonte: Adaptado de Kirkpatrick (1976) e Hamblin (1978).

Essa “cadeia positiva” de avaliação pautada em relações hierárquicas e lineares entre esses níveis de resultados de treinamento foi depois contestada por evidências empíricas apontadas em diversas pesquisas: Alliger e Janak (1989), Kraiger, Ford, e Salas (1993), Spitzer e Conway (2002) e, recentemente, por Reio *et al.* (2017) e Ebner e Gegenfurtner (2019). Abbad, Gama e Borges-Andrade (2000) explicam que Kirkpatrick e Hamblin tiveram suas bases questionadas devido a interferências de variáveis como motivação, contexto de transferência, atitudes dos participantes, entre outras, não previstas por essa abordagem de avaliação.

Segundo Meneses (2007), os modelos tradicionais têm abordagem orientada para resultados, em comparação com os demais modelos que avaliam preditores de resultados, como aspectos do ambiente (ex.: suporte de colegas, suporte material), características individuais dos treinandos (ex.: repertório de conhecimento prévio, perfil sociodemográfico, estratégias de aprendizagem, desempenho) e características do próprio evento educacional (ex.: procedimentos instrucionais do professor, recursos de ensino).

Na literatura mundial, dentre os modelos que abrangem variáveis predictoras de resultados, serão comparados estes: o Modelo CIRO – *Context, Input, Reaction e Outcome* de Warr, Bird e Rackham (1970); o Modelo CIPP – *Context, Input, Process e Product* de Stufflebeam (1978); o Modelo MAIS – Modelo de Avaliação Integrado e Somativo de Borges-Andrade (1982, 2006). Na Figura 8 há um comparativo entre os três modelos.



Figura 8 - Comparativo entre modelos de avaliação orientados para resultados
Fonte: Elaborado pela autora com base nos autores. Tradução livre.

No modelo CIRO, o elemento “context” diz respeito ao *gap* entre as competências mostradas pelos alunos e as competências desejadas. “Inputs” envolvem os vários recursos necessários à execução da atividade de formação, tais como: seleção de formadores, materiais e recursos financeiros de apoio, seleção dos indivíduos a serem capacitados. “Reaction” se refere ao grau de satisfação dos indivíduos em relação à formação. “Outcomes” são a aprendizagem imediata de CHAs decorrentes do evento instrucional ou a capacidade de uso, nos contextos reais de trabalho, das habilidades adquiridas. Esta fase de “Outcomes” tem três níveis diferentes: imediato, intermediário e final, e são similares aos níveis de aprendizagem, comportamento e resultados de Kirkpatrick (REIO *et al.*, 2017).

O modelo CIPP é bem próximo à proposta do modelo CIRO. Segundo Stufflebeam (1978), criador do CIPP, o componente “contexto” refere-se às necessidades ou justificativas para se realizar determinada formação; também abrange as características dos participantes e os problemas que deram origem às necessidades previamente identificadas e ainda busca a coerência entre estas e os objetivos de aprendizagem propostos. “Inputs” engloba a suficiência de recursos materiais e humanos para estruturação e desenho da ação educacional. “Process” se refere à implementação do curso/programa e o acompanhamento das atividades em busca de feedback para implantar melhorias. “Product” diz respeito aos resultados esperados ou inesperados face os objetivos pré-definidos no curto prazo (efeito imediato) ou no longo prazo com impactos no ambiente pós-formação. Variáveis referentes a “product” trazem informações sobre aspectos positivos e negativos de toda a ação (STUFFLEBEAM e ZHANG, 2017).

O modelo MAIS – *Modelo de Avaliação Integrado e Somativo* foi proposto por Borges-Andrade (1982) inicialmente para o contexto educacional; depois, em 2006, o autor reapresentou o modelo para o contexto de organizações e trabalho. O modelo é composto por cinco componentes: (1) insumos, (2) procedimentos, (3) processos, (4) resultados e (5) ambiente. Este último se subdivide em: necessidades, suporte/apoio, disseminação e efeitos em longo prazo. O modelo considera variáveis do curso, do ambiente e do indivíduo, anteriores e posteriores à instrução. O MAIS norteia todo o referencial teórico desta tese. Segundo Borges-Andrade (2006), a avaliação de uma ação educacional deve seguir um método de formulação de questões e levantamento de dados que possibilite a análise e interpretação integrada das informações obtidas de cada componente, com vistas à melhoria do processo educacional, como se verifica na Figura 9.

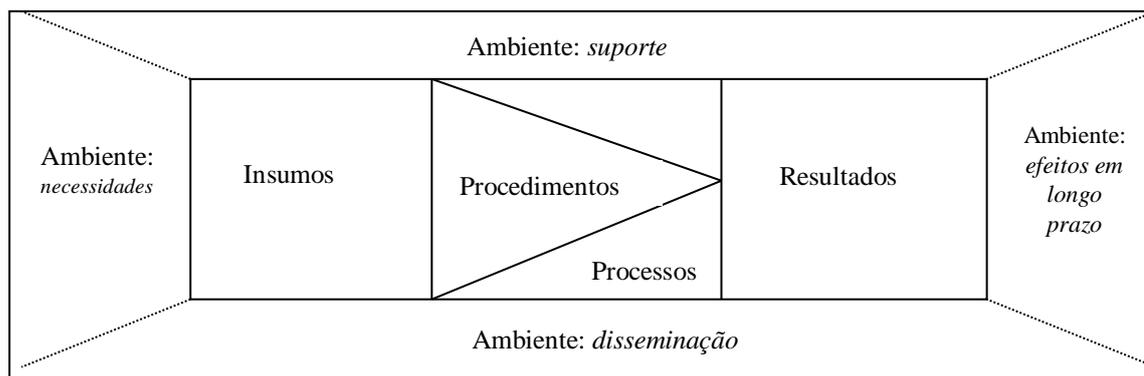


Figura 9 - Modelo de Avaliação Integrado e Somativo – MAIS

Fonte: Borges-Andrade, 2006.

O primeiro componente, *Insumos*, se refere aos fatores antecedentes – físicos, sociais, comportamentais e cognitivos dos indivíduos participantes. Tais aspectos podem afetar os próprios indivíduos ou seus resultados educacionais. São exemplos: nível socioeconômico, idade, estratégias de aprendizagem, controle emocional. O componente *Procedimentos* está ligado ao planejamento instrucional; diz respeito às ações necessárias para facilitar ou produzir os resultados instrucionais ou a aprendizagem, como: clareza dos objetivos educacionais, sequência de apresentação do conteúdo do curso/disciplina, adequação do material de apoio conforme a modalidade de ensino, recursos de ensino.

O componente *Processos* engloba variáveis do comportamento do aluno à medida que ele vive a experiência educacional. Medir esta variável é particularmente relevante para o professor, pois ela aponta preditores de resultados de uma “aprendizagem em curso”, permitindo que o professor reveja seu planejamento para garantir resultados finais satisfatórios. Exemplos de variáveis de processos são: resultados de testes intermediários, taxas de trancamento de matrículas, número de ausências dos alunos, motivação durante a realização dos trabalhos e tarefas.

O componente *Resultados* diz respeito ao efeito imediato do evento educacional (reação/satisfação, por exemplo) ou ao efeito imediato do desempenho dos alunos (aprendizagem medida em escores de notas, por exemplo). Avaliar o efeito da aprendizagem requer que se verifique se houve alcance dos objetivos de ensino e não apenas assimilação do conteúdo ensinado. As variáveis de *Resultados* correspondem aos dois primeiros níveis de Kirkpatrick (1976) e Hamblin (1978): *Reação* e *Aprendizagem* (citados na Figura 7).

O último componente do MAIS, *Ambiente*, se divide em 4 subcomponentes:

1) *Necessidades* (lacunas de conhecimentos prévios que os indivíduos apresentam frente os desempenhos esperados);

2) *Apoio* ou *suporte* (condições ou eventos ocorridos no lar do aluno ou na sua instituição de ensino e que possam impactar os demais componentes do sistema). São exemplos de apoio: auxílio financeiro dado pela instituição para aquisição de equipamentos necessários para acompanhar as atividades, acesso à internet;

3) *Disseminação*: envolve ações, materiais e canais de comunicação usados para divulgar a realização ou os resultados da ação educacional. Exemplos: informações divulgadas pelos órgãos responsáveis pelo curso; calendário didático; produtos gerados durante o curso, como apostilas, vídeos;

4) *Efeitos no longo prazo*: mais aplicáveis às ações instrucionais corporativas, referem-se aos resultados pós-treinamento. Estes são vistos no ambiente de trabalho e podem ser manifestados por meio de mudanças no comportamento do indivíduo no cargo ou mudanças em nível organizacional, que ocorre em âmbito de equipe. São exemplos de variáveis: indicadores de produtividade, criação de novo setor na empresa.

Os níveis clássicos de avaliação de Kirkpatrick e Hamblin (níveis: reação, aprendizagem, comportamento no cargo, mudança organizacional, valor final) também estão refletidos nos modelos contemporâneos de avaliação. Nesta tese, trabalhar-se-á com dois níveis de avaliação: reação (reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto) e aprendizagem (desempenho acadêmico), os quais equivalem, no Modelo MAIS, ao componente *Resultados*. Outros componentes do MAIS, utilizados para predição de resultados, também serão contemplados no modelo investigativo proposto: *Insumos e Processos* (variáveis dos indivíduos), *Procedimentos* (variáveis da disciplina), *Ambiente/suporte* (variáveis do contexto).

Por fim, cabe ressaltar que as especificidades dos demais modelos de avaliação e a importância de cada um deles para os desdobramentos teóricos ao longo dos anos são inegáveis. Contudo, o Modelo MAIS foi escolhido como referencial para esta tese porque:

- a) originou-se do âmbito educacional;
- b) foi desenvolvido por um autor brasileiro e foi adaptado e aplicado ao contexto nacional;
- c) fundamenta-se na Psicologia instrucional, que também embasa este trabalho;
- d) abrange o componente *Procedimentos* (estratégias de planejamento do professor) de forma explícita e ao mesmo tempo interligada ao componente *Processos* (comportamento do aluno durante o curso). Cita-se “explícita” porque variáveis sobre procedimentos de ensino não estão claramente presentes nos outros modelos;
- e) é integrado (aponta a retroalimentação) e formativo (suscita discussões teóricas e orienta a prática).

As definições operacionais dos componentes de avaliação propostos no Modelo MAIS foram e continuam sendo testadas por pesquisadores nacionais e estrangeiros em diversos contextos – corporativo, de qualificação profissional e de ensino, a exemplo destes estudos mais recentes: Alsabahi *et al.* (2021) – treinamento corporativo no setor privado; Carlisle, Bhanugopan e D'Netto (2019) – treinamento no setor público; Nauman *et al.* (2020) – treinamento corporativo no setor privado; Keck, Kocher e Bieri Buschor (2021) – educação superior; Sade *et al.* (2020) – educação continuada na área de enfermagem.

3.4 Considerações finais sobre o capítulo 3

A área de TD&E aponta lacunas em relação a pesquisas empíricas que criem e validem modelos de avaliação de ações educacionais presenciais e a distância ou estudos que apliquem, em contextos diferentes, os instrumentos de medida já desenvolvidos, como se fez nesta tese ao escolher o campo de ensino superior em Engenharia.

Como se viu, a necessidade de elencar e integrar diversos fatores individuais e contextuais para tomar decisões é ainda mais evidente quando se trata de cursos remotos. Além disso, a análise prévia de aspectos como diferenças de aptidões para aprender de forma remota permite a comparação entre resultados esperados e resultados obtidos. A prática de avaliar as necessidades e de planejar e executar as atividades de ensino com base nessas necessidades oferecerá insumos para que, posteriormente, a avaliação da disciplina ou do curso seja conduzida de maneira integrada e formativa, como propõe o modelo de Borges-Andrade (1982, 2006).

4. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE AS VARIÁVEIS DE INTERESSE

Este capítulo visa atender ao objetivo específico 1 proposto: *Caracterizar os construtos do modelo investigativo*. Tomando como base os componentes do modelo MAIS, nesta tese serão investigadas variáveis dos *alunos* (1. Estratégias de Aprendizagem, 2. Características sociodemográficas); variáveis de *procedimentos* (3. Procedimentos instrucionais adotados na disciplina Cálculo 2 no ensino remoto); variáveis de *processo* (4. Uso de ferramentas de interação em ambiente virtual); variáveis do *ambiente* (5. Suporte material e condições pessoais do ambiente de estudo do aluno que interferiram em seu estudo); e variáveis relacionadas aos *resultados* (6. Aprendizagem).

Borges-Andrade, Abbad e Mourão (2012) explicam a diferença entre variáveis de processos e de procedimentos. Enquanto as primeiras se referem aos comportamentos dos alunos durante a ação educacional, as segundas englobam variáveis atinentes a decisões de planejamento instrucional ou ao desempenho do professor. Os autores também comentam que variáveis de suporte (apoio material) facilitam o alcance de bons resultados, enquanto as variáveis de procedimentos instrucionais são (ou devem ser) consideradas imprescindíveis à aprendizagem. No modelo multivariado desta tese, os quatro construtos ou variáveis latentes¹⁸ de interesse, seguidos de sua conceituação, estão descritos no Quadro 2:

Quadro 2 - Construtos e respectivos conceitos

Construto	Conceito
Aprendizagem	Grau de assimilação e retenção dos conteúdos ensinados em um curso, medido em termos dos escores obtidos pelo participante em testes ou provas de conhecimentos aplicados ao final do curso (ABBAD, 1999).
Estratégias de aprendizagem em ensino remoto	Capacidades cognitivas, habilidades comportamentais e autorregulatórias (controle da emoção e da motivação) utilizadas pelos indivíduos para gerenciar a própria aprendizagem (UMEKAWA & ZERBINI, 2020).
Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto	Satisfação dos alunos com os aspectos instrucionais como métodos, meios e estratégias de ensino adotados pelo docente da disciplina (MARTINS e ZERBINI, 2015).
Ambiente de estudo e procedimentos de interação	Condições do contexto pessoal do indivíduo (“ambiente físico”) e do “ambiente virtual” (as ferramentas de interação) que podem ter dificultado ou facilitado o desempenho do aluno (ZERBINI e ABBAD, 2008).

Fonte: A autora.

¹⁸ A partir de agora, os quatro construtos poderão ser denominados, apenas, como “variáveis”. O motivo, para tal, é: considerando o modelo de investigação desta tese, tais construtos assumem o papel de variáveis independentes ou preditoras.

Nos próximos tópicos, segue uma revisão de literatura de cada uma das variáveis latente (ou construto) do modelo desta tese, conforme apresentado no Quadro 2. Também há uma seção destinada a descrever estudos anteriores sobre a influência – na aprendizagem – de variáveis sociodemográficas de alunos universitários.

4.1 Variável-resposta: aprendizagem em contexto de ensino superior remoto

Em TD&E, o conceito de Aprendizagem é compreendido como um processo psicológico que se refere às mudanças ocorridas no comportamento do indivíduo, resultantes da maturação e interação com o contexto circundante (ABBAD e BORGES-ANDRADE, 2004).

A pluralidade desse construto, segundo Abbad *et al.* (2006), sugere que ele seja medido com instrumentos embasados nos objetivos instrucionais e, idealmente, subsidiados por uma taxonomia de resultados de aprendizagem, como se viu em capítulo anterior. Gagné e Medsker (1996) definem a aprendizagem como a demonstração de que o indivíduo consegue executar, ao final de uma ação instrucional, as ações propostas como objetivos educacionais no planejamento.

Vários autores consideram a aprendizagem uma conjunção das seguintes dimensões: aquisição, retenção, generalização, transferência (BELUCE e OLIVEIRA, 2012; WARR e DOWNING, 2000). O termo *transferência* é mais usual em treinamentos corporativos, dado que esta, em linhas gerais, é compreendida como os efeitos diretos de ações de TD&E sobre o desempenho subsequente de um indivíduo no trabalho (ZERBINI *et al.*, 2012). Por esse motivo, nesta tese, não será avaliada a dimensão *transferência*.

A *aquisição* se refere às fases iniciais do processo de aprendizagem que envolve a apreensão de conhecimentos e habilidades na memória de curto prazo. Medidas do nível de aquisição são feitas durante o curso ou disciplina. Testes rápidos e exercícios são exemplos de instrumentos (WARR e DOWNING, 2000).

Retenção diz respeito ao armazenamento de informações na memória de longo prazo. Esse espaço temporal é estimado de forma diferente pelos estudiosos: alguns consideram “longo prazo” a retenção após horas, outros o definem em termos de meses ou anos. No ensino superior, as provas e trabalhos aplicados após a conclusão de uma etapa ou módulo equivaleriam à medida de retenção. *Generalização* abrange a noção de que o aluno é capaz de aplicar o conhecimento em situações diversas daquelas exemplificadas pelo professor, com potencial para produzir soluções novas. Essas dimensões que contemplam o conceito de aprendizagem

estão presentes nos itens que compõem algumas escalas que foram utilizadas nesta tese (WARR e DOWNING, 2000).

Embora a aprendizagem seja um processo interno inerente ao indivíduo, ela envolve mecanismos psicológicos que são influenciados pelo ambiente, mediados pelas interações com os demais indivíduos, o que a torna um fenômeno compartilhado (OLIVEIRA, BORUCHOVITCH e SANTOS, 2009). Com a inserção das tecnologias digitais no ensino, essas influências assumem novas configurações. Assim, os efeitos de variáveis preditoras de resultados de aprendizagem podem variar em função da modalidade, do tipo de curso e do perfil dos alunos, de modo que se faz necessário avaliar e rever os métodos de avaliação, as condições de estudo, as formas de interação. A atenção a esses aspectos pode viabilizar níveis ótimos de desempenho e satisfação em ensino remoto (CHAKA, 2020).

Segundo Zerbini e Abbad (2010), é fundamental conhecer como funcionam os processos de aprendizagem em modalidades de ensino a distância. Considerando o contexto da pandemia, a orientação das autoras ganha relevo, dado que elas destacam, neste e em diversos artigos, que a adoção de outros formatos de entrega de cursos e disciplinas exigem cada vez mais que os aprendizes possuam competências autônomas para conduzir o próprio processo de aprendizagem.

Em extensa revisão sistemática de literatura, Schneider e Preckel (2017) analisaram 38 meta-análises que estudaram variáveis associadas à aprendizagem no ensino superior. Os autores organizaram uma lista de 105 variáveis, ordenadas pelo tamanho do efeito. Quanto aos primeiros efeitos, os resultados mostraram que a aprendizagem é fortemente influenciada por variáveis relacionadas aos procedimentos do professor. Também foi identificado que professores com alunos de alto rendimento eram os que investiam mais tempo e esforço no planejamento instrucional dos seus cursos, estabeleciam objetivos de aprendizagem claros e adotavam *feedback* contínuo. A aprendizagem se mostrou positiva e significativamente associada à autoeficácia, e ao uso de estratégias de aprendizagem orientadas por metas. A autoeficácia é definida como as crenças dos indivíduos sobre suas próprias capacidades de alcançar níveis de desempenho que exercem influência sobre quaisquer eventos que afetam suas vidas (BANDURA, 1986).

A seguir, serão apresentados alguns estudos empíricos que investigaram a “aprendizagem” como variável-resposta em contexto de cursos de graduação.

Em amplo estudo sobre fatores previsores de sucesso acadêmico de alunos de engenharia, Zhang *et al.* (2004) aplicaram técnicas de regressão logística e regressão múltipla *stepwise* para analisar dados de 87.167 alunos de Engenharia de nove universidades norte-

americanas. O estudo utilizou delineamento longitudinal e abarcou dados referentes a 15 anos (1987 a 2002). Os autores testaram o poder de predição de seis indicadores sobre o sucesso (conclusão) ou insucesso (retenção ou evasão) do aluno em seu curso de engenharia.

Os preditores foram: dados de GPA (*Grade Point Average*)¹⁹ do ensino médio, GPA da graduação, gênero, etnia, cidadania, dados do SAT (*Scholastic Assessment Test*)²⁰, resultados verbais do SAT. Nove modelos de regressão foram testados, um para cada universidade participante. Após análise, os autores encontraram coeficientes de regressão (β) que variaram de 5% a 23%. Dentre os principais resultados, foi destacado que as escolhas que os alunos fazem após a matrícula na universidade afetam mais significativamente o sucesso deles, se comparadas às escolhas anteriores. Isso ficou evidente na comparação entre indicadores GPA do ensino médio e GPA da graduação.

Os autores comentaram que, embora as seis variáveis previsoras tenham contribuído significativamente para o sucesso dos estudantes, prever os comportamentos destes foi muito mais complexo. Concluíram, então, que os baixos coeficientes de determinação indicaram que há outras variáveis pré-existentes que podem ser incluídas no modelo preditivo, principalmente relacionadas às características dos indivíduos ou dos cursos.

Martins e Zerbini (2016) conduziram um estudo em contexto universitário e tomaram a aprendizagem como variável-resposta (medida: notas individuais de testes presenciais parciais e finais das duas disciplinas avaliadas). Participaram do estudo 257 alunos que cursaram as disciplinas semipresenciais Metodologia Científica e Economia em uma universidade privada. As autoras utilizaram as escalas Estratégias de aprendizagem (29 itens); Reação aos procedimentos instrucionais em EaD (17 itens) – as mesmas utilizadas nesta tese; Reação ao desempenho do tutor (27 itens) e dados obtidos por meio do sistema acadêmico, como frequência de acesso, pelos alunos, aos recursos do ambiente virtual de aprendizagem.

Foram feitas Análises Fatoriais Exploratórias (AFE) dos instrumentos, Análise de Componentes Principais (ACP)²¹ e regressão múltipla padrão.

Após análises fatoriais, as escalas apresentaram os seguintes fatores:

¹⁹ Equivale ao histórico escolar ou acadêmico, com cálculos específicos (YOGENDRA e ANDREW, 2017).

²⁰ O SAT é um teste padronizado aplicado, nos EUA, a estudantes do Ensino Médio, como critério para admissão nas universidades norte-americanas. (SANTOS, BERLINGERI e CASTILHO, 2017).

²¹ A Análise de Componentes Principais é uma técnica estatística multivariada que se dedica à explicação da estrutura de variância-covariância existente em um conjunto de dados, utilizando-se combinações lineares das variáveis originais, a fim de reduzir a dimensionalidade de vetores e facilitar sua interpretação (JOHNSON e WICHERN, 2007). No capítulo 5 esse e demais conceitos serão melhor detalhados.

- a) Estratégias de aprendizagem (Fator 1 - Estratégias cognitivas, com 15 itens, $\alpha = 0,90^{22}$; Fator 2 - Controle da emoção, com quatro itens, $\alpha = 0,77$; Fator 3 - Estratégias autorregulatórias, com sete itens, $\alpha=0,86$; e Fator 4 - Busca de ajuda interpessoal, com três itens, $\alpha = 0,68$);
- b) Reação aos procedimentos instrucionais em EaD (unifatorial – 17 itens, $\alpha = 0,96$);
- c) Reação ao desempenho do tutor (unifatorial – 27 itens, $\alpha = 0,98$).

Na Figura 10 vê-se a estrutura empírica do modelo, o qual explicou 17% da variabilidade de aprendizagem:

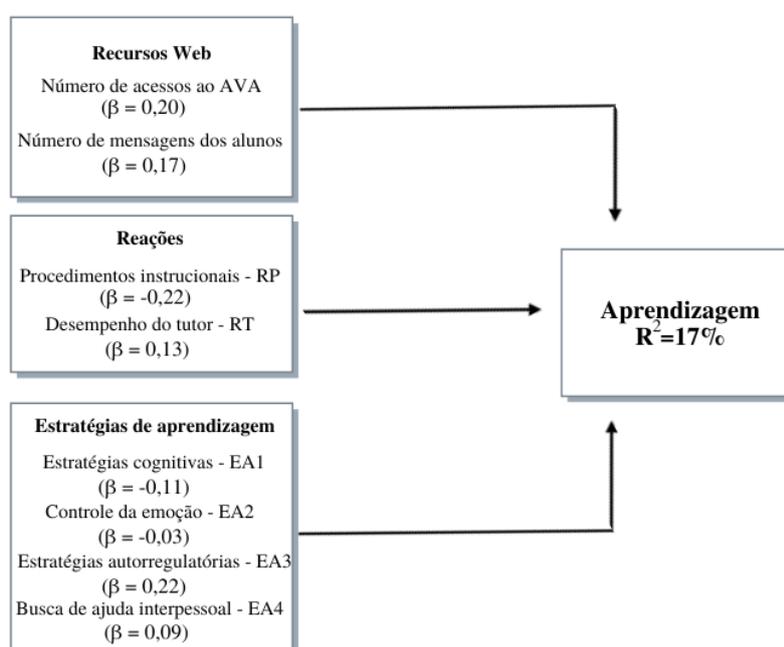


Figura 10 - Estrutura empírica do estudo de Martins e Zerbini (2016)

Fonte: Martins e Zerbini, 2016.

As estratégias de aprendizagem autorregulatórias e o número de acessos ao Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA foram os fatores que positiva e significativamente se relacionaram à Aprendizagem (desempenho acadêmico). As reações dos alunos aos procedimentos instrucionais do professor estiveram negativamente associadas ao desempenho acadêmico dos estudantes, ou seja, a insatisfação com os procedimentos levou à obtenção de melhores notas.

Gonzalez *et al.* (2020) realizaram um estudo experimental, com grupo controle, que envolveu 458 estudantes de Engenharia Química e Nutrição da *Universidad Autónoma de*

²² Alfa de Cronbach.

Madrid. O objetivo era estudar se o ERE impactou o desempenho dos alunos em notas. Os autores consideraram, como variáveis independentes, medidas “duras” como notas dos semestres anteriores, taxas individuais de reprovação, número de acessos a testes na plataforma virtual durante a pandemia. A variável dependente foi as notas. Foram feitas diversas análises: séries temporais, Análise Fatorial exploratória – AFE, Análise Fatorial Confirmatória – AFC, Análise de Variância – ANOVA, testes *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney post hoc*. Os resultados mostraram que houve aumento de notas apenas entre os alunos de Engenharia. Ao final, os autores comentaram que, embora tenham associado várias medidas, não foi possível explicar o motivo da melhoria no desempenho dos estudantes de Engenharia, principalmente porque os escores, embora um pouco melhores no ERE, foram próximos aos dos anos anteriores. Ou seja, os indicadores usados não foram suficientes para explicar quais fatores estiveram associados à melhoria das notas.

Naji *et al.* (2020) realizaram um estudo experimental com 140 alunos de Engenharia do Qatar durante o ERE. O objetivo era avaliar desafios e oportunidades da aprendizagem nesse período. A pesquisa envolveu diversas variáveis dependentes semelhantes às analisadas nesta tese. Os procedimentos metodológicos adotados pelos autores foram estes:

- 1º) Proposição de um modelo teórico com variáveis antecedentes sobre percepção inicial sobre o ERE;
- 2º) Divisão da amostra em dois grupos (69 alunos matriculados em disciplinas que utilizaram o *Problem Based Learning* – PBL e 71 alunos em disciplinas que não adotaram o PBL). Os autores tinham como hipótese que métodos de ensino como PBL poderiam proporcionar melhores experiências de aprendizagem;
- 3º) Construção e validação semântica e empírica de um instrumento com 29 itens, elaborados com base em amplo estudo feito pelos autores em, aproximadamente, 13 escalas já validadas na literatura;
- 4º) Aplicação do questionário a 140 alunos, dos quais, 68 contribuíram com reflexões escritas e 8 participaram de entrevistas semi-estruturadas.

As principais técnicas de análise utilizadas foram: ACP, AFE e AFC. Após teste piloto e validação estatística, o instrumento apresentou quatro fatores:

- F1) motivação para a aprendizagem *on-line*, 10 itens ($\alpha = 0,94$);
- F2) autoeficácia em aprendizagem *on-line*, 4 itens ($\alpha = 0,89$);
- F3) aprendizagem autodirigida *on-line*, 10 itens ($\alpha = 0,92$) e
- F4) apoio ou suporte, 5 itens ($\alpha = 0,88$).

A hipótese inicial foi comprovada, pois os “alunos PBL” demonstraram maior engajamento com o curso em comparação com os “alunos não-PBL”. A combinação de ambas análises fatoriais dos quatro fatores explicou 71,4% da variância total (Alfa de Cronbach=0,967).

Iglesias-Pradas *et al.* (2021) descreveram as mudanças vivenciadas por alunos de 43 cursos de bacharelado da Universidade Politécnica de Madrid, em decorrência da pandemia de COVID-19. Exploraram o impacto de diferentes procedimentos instrucionais e de decisões da gestão universitária sobre a aprendizagem – que foi medida em termos de escores finais em notas. Os dados foram coletados por meio de questionários não-estruturados aplicados a 43 indivíduos, os quais eram coordenadores de cursos e responderam na condição de docentes.

Os autores aplicaram técnicas como ANOVA e teste-t. Embora o estudo tenha sido predominantemente descritivo, ele contemplou variáveis que se relacionam com os objetivos desta tese. Ademais, o perfil da universidade e dos cursos participantes se assemelham ao contexto desta tese.

O questionário buscou levantar indicadores característicos dos docentes em relação a: a) adoção de métodos de ensino síncronos ou assíncronos; b) ferramentas digitais usadas para aulas síncronas; c) número de alunos aceitos na turma; d) tipos de atividades avaliativas; e) formas de controle de frequência dos alunos.

Os principais resultados foram: 60% dos docentes adotaram o método síncrono; foi pouco significativa a diferença entre as notas dos alunos que tiveram e dos que não tiveram aulas ao vivo. O tamanho das turmas, alterado pela gestão acadêmica, não teve influência sobre o desempenho acadêmico (os autores consideraram, com fundamentos teóricos, como “pequenas” as turmas com até 35 alunos, “médias” com até 70 e acima deste valor, “grandes”). As decisões institucionais que mais impactaram foram a falta de capacitação dos docentes e a indisponibilidade de canais de comunicação informais entre os docentes para compartilhamento de experiências. Alunos que tiveram aula com docentes que se queixaram dessas falhas apresentaram menor desempenho. Ao final, os autores apontaram como limitação do estudo o fato de os alunos não terem sido “ouvidos”, principalmente no tocante ao impacto que o *lockdown* trouxe à rotina de estudo deles.

Verifica-se que, em boa parte dos estudos descritos anteriormente, as notas são utilizadas como medidas explicativas de aprendizagem. Embora frágeis e pouco complexas, as notas ainda são o mecanismo mais usual adotado em instituições de ensino para medir a aprendizagem dos alunos. Portanto, em estudos correlacionais, como é o caso desta tese, tais

métricas são consideradas como um importante indicador para auxiliar na compreensão dos fenômenos que envolvem a aprendizagem.

Tendo em vista que se optou pela aplicação de questionário totalmente anônimo (sem identificação de dados pessoais ou número de matrícula, por exemplo), a medida de nota individual em Cálculo 2 não foi coletada, embora se tenha todo o banco de dados de notas dos 1042 alunos que cursaram a disciplina em 2020. Contudo, outras informações do questionário, como curso e período do aluno permitiram que fossem pareadas essas informações com os dados constantes no banco cedido pela Pró-reitoria de Graduação – PRG. Com isso, foi possível identificar a qual turma o aluno pertencia. Ao final, a medida de aprendizagem de cada aluno foi a média da turma de Cálculo 2 da qual ele participou.

Ainda que se tenham notas individuais, vários pesquisadores orientam que é necessário relativizar tal medida e, ainda, é essencial relacioná-la a outras variáveis para explicar a ocorrência da aprendizagem (BORGES-FERREIRA, 2005; CARROL e BURKE, 2010; RAMOS e YUDKO, 2008; MARTINS e ZERBINI, 2016). No caso desta tese, as médias entre as turmas foram muito aproximadas. Entre os alunos dentro das mesmas turmas, as notas também não foram muito discrepantes, provavelmente, por causa do formato de ensino emergencial.

4.2 Estratégias de aprendizagem em ensino remoto

Estratégias de aprendizagem compreendem um conjunto de habilidades cognitivas, comportamentais e autorregulatórias que podem ser aprendidas ou aprimoradas com o intuito de aumentar a efetividade da aprendizagem em um dado contexto. Assim, não existem estratégias melhores ou piores, mas sim estratégias mais ou menos adequadas ao tipo de atividade a ser aprendida (ZERBINI, 2007).

Capacidades cognitivas e habilidades comportamentais estão relacionadas diretamente com as atividades de aprendizagem e dizem respeito a atitudes do aluno como: selecionar materiais, organizar, elaborar resumos, reler as anotações. As autorregulatórias – ou metacognitivas – exercem influência indireta sobre os processos de aprendizagem e estão estreitamente ligadas à habilidade de regulação, como controle da motivação para aprender, monitoramento da compreensão, controle da ansiedade diante de situações complexas (OLIVEIRA, BORUCHOVITCH e SANTOS, 2009; SALAS *et al.* 2012).

Segundo Warr e Allan (1998), atividades de diferentes naturezas e graus de complexidades exigem diferentes estratégias de aprendizagem. Para melhor compreender os

fenômenos, os autores elaboraram uma classificação das estratégias de aprendizagem em três grandes componentes, conforme apresentado no Quadro 3:

Quadro 3 - Classificação das estratégias de aprendizagem

Estratégias cognitivas	<p>Repetição: procedimentos de repetição mental da informação na forma em que foi apresentada</p> <p>Organização mental e associação: identificação de ideias centrais do material e criação de esquemas mentais que agrupam e associam conteúdos aprendidos</p> <p>Elaboração: assimilação de possíveis conexões entre o conhecimento prévio e o conteúdo ensinado</p>
Estratégias comportamentais	<p>Busca de ajuda interpessoal: obtenção de auxílio de outras pessoas, como pares, tutores e professores, para tirar dúvidas gerais ou sobre o conteúdo (representa um comportamento proativo do indivíduo de solicitar ajuda ao invés de se ater apenas aos materiais fornecidos pelo professor)</p> <p>Busca de ajuda no material didático: obtenção de informações em diversos materiais, em programas de computador ou em outras fontes que não envolvam contato social</p> <p>Aplicação prática: aprimoramento do conhecimento por meio de exercícios ou qualquer prática relacionada ao que foi aprendido</p>
Estratégias autorregulatórias	<p>Controle da ansiedade e da concentração: regulação ou controle da ansiedade e prevenção de dispersões de concentração, causadas por sentimentos de ansiedade</p> <p>Controle da motivação: regulação ou controle da motivação e da atenção, mesmo tendo pouco interesse pela tarefa ou pelo conteúdo a serem aprendidos</p> <p>Monitoramento da compreensão: autoavaliação do processo de aprendizagem e modificação do comportamento do indivíduo quando necessário</p>

Fonte: Warr e Allan, 1998.

Bandura (1986) compreende a autorregulação da aprendizagem como a articulação de duas dimensões psicológicas da aprendizagem: a dimensão cognitiva e a dimensão motivacional. A primeira diz respeito ao tratamento que o aluno dá à informação que recebe e a segunda ao envolvimento pessoal do aluno com suas tarefas. Esta segunda acepção tem maior carga afetiva e se liga ao conceito de autoeficácia, já citado anteriormente.

Para Hadwin e Oshige (2011), as estratégias autorregulatórias refletem a disposição do aluno não apenas para querer aprender, mas para planejar, monitorar, avaliar e adaptar o próprio aprendizado que pode ser individual ou grupal. Para DiBenedetto e Zimmerman (2013), autorregulação deve ser um processo proativo e não reativo. Zimmerman (2011) assevera que

alunos satisfeitos com o próprio desempenho são mais propensos a refletir sobre as estratégias utilizadas a fim de aprimorá-las para atingir resultados ainda melhores.

Em relação à habilidade de planejamento, Zimmerman (2008) destaca que o aluno que planeja e monitora seu próprio comportamento consegue perceber quais estratégias ele tem adotado e quais delas têm resultado em baixos retornos no cumprimento dos objetivos. A partir dessa constatação, esse aluno tende a modificá-las e a adaptá-las às exigências do contexto até que alcance aquilo que ele mesmo planejou. O autor reforça que essa habilidade de autocontrole depende da auto-motivação para a aplicação dos conhecimentos e conjuntos de competências ensinados. Por esse e por outros motivos é que um aluno adota estratégias de aprendizagem diferentes para diversas disciplinas.

Nesse mesmo estudo, é citada uma lista de habilidades comumente encontradas em alunos autorregulados – o que não quer dizer que todos as tenham: a) estabelecer, para si próprio, metas alcançáveis, b) adotar estratégias eficazes para atingir tais metas, c) monitorar o próprio desempenho em cada área, d) reestruturar o seu ambiente físico e social para que nada atrapalhe o cumprimento de seus objetivos, e) auto-gerenciar seu tempo de forma eficaz, f) auto-avaliar os seus métodos, g) identificar as causas dos próprios resultados e h) ser flexível para se adaptar a novos métodos.

No caso do ensino *on-line*, estudos empíricos estrangeiros já apontaram que estratégias de autorregulação são preditoras de aprendizagem (BROADBENT, 2017; JÄRVELÄ e HADWIN, 2013). Segundo Badia e Monereo (2010), as estratégias de aprendizagem adotadas em cursos *on-line* oportunizam ao aluno a revisão constante de suas próprias ações. Martins e Zerbini (2016) complementam que a interação dinâmica entre os alunos para compartilhamento rápido de materiais e a versatilidade dos formatos dos conteúdos de aprendizagem via *web* favorecem a criação e atualização constante de redes de conhecimento entre os alunos. Nesse particular, estratégias comportamentais como busca de ajuda interpessoal se evidenciam.

Para compreender o impacto das diversas variáveis de estratégias de aprendizagem, foram analisados estudos nacionais e estrangeiros realizados em contextos semelhantes ao desta tese. Os resultados, alguns deles apresentados de forma descritiva, são citados a seguir.

Nota, Soresi, e Zimmerman (2004) conduziram um estudo longitudinal com 49 alunos que estavam no último ano do ensino médio e acompanharam a evolução deles nas disciplinas de cálculo e inglês nos dois primeiros anos acadêmicos. Os autores concluíram que o uso de estratégias cognitivas de organização foi um fator preditivo que explicou o aumento das notas nos dois conteúdos.

No modelo de Tinajero *et al.* (2012), o construto estratégias de aprendizagem foi avaliado como preditor do desempenho acadêmico de 313 universitários ingressantes em universidades do Amazonas e Goiás. A escala utilizada foi a *Learning and Study Strategies Inventory* (LASSI) de Weinstein e Palmer (1990), adaptada por Bartalo (2006). Os autores utilizaram regressão múltipla e Modelagem por Equações Estruturais – MEE. Escore individual de um teste de identificação de figuras geométricas também foi inserido como variável independente no modelo. O desempenho foi medido por meio de uma média semestral obtida com base nos escores das notas das disciplinas do primeiro semestre letivo.

Nas análises iniciais, três fatores (na condição de variáveis independentes) de estratégias de aprendizagem afetaram significativamente a variável-resposta desempenho acadêmico, quais sejam: estratégias cognitivas, monitoramento da compreensão e estratégias de controle motivacionais. Os coeficientes padronizados (β) apontaram que a variável independente “monitoramento da compreensão” exerceu uma influência direta e positiva sobre o desempenho ($\beta = 0,31$), seguida pela medida obtida nos testes ($\beta = 0,15$).

Anais *et al.* (2012) avaliaram as estratégias de aprendizagem de 339 alunos que cursaram a disciplina *Introdução ao Cálculo* em um curso presencial de Engenharia Civil no Chile. Foi utilizada a escala *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) de Pintrich *et al.* (1991), escala tipo *Likert* de sete pontos. Nas dimensões relacionadas à autorregulação da motivação, os alunos obtiveram as piores médias no fator *ansiedade*. Os resultados apontaram que, dentre as estratégias de aprendizagem – as cognitivas e as autorregulatórias – os alunos de Cálculo usavam mais estratégias cognitivas, sobretudo as relacionadas a elaboração (ex.: anotações, resumos, refazer exercícios) e organização de ideias (ex.: mapas mentais, diagramas).

Quanto às variáveis ligadas à busca de ajuda, cerca da metade desses alunos alegou que estudava com colegas apenas quando tinham dificuldades em seu processo de aprendizagem e não tinham essa prática como parte de sua rotina de estudo. Apenas 26,2% relataram ter buscado ajuda do professor. A escala dos autores continha algumas medidas diferentes das propostas nesta tese. Eles investigaram as variáveis “crenças de autocontrole da aprendizagem” ($M = 5,84$, $DP = 0,93$) e “valor instrumental da tarefa” ($M = 5,83$, $DP = 0,96$), as quais apresentaram as maiores médias. Nesse particular, é possível apontar que os alunos valorizaram e/ou perceberam a disciplina como um assunto útil. Também perceberam que os seus esforços ($M=5,21$, $DP=1,05$) poderiam levá-los a resultados positivos. O processo de aprendizagem demonstrou ser mais motivador aos alunos do que as notas, embora estas fossem importantes para eles. Especificamente, 94,7% dos estudantes consideravam que era importante estudar o

material do curso ($M = 6,33$, $DP = 0,92$). E 87,6% dos estudantes indicaram que saberiam aplicar o conteúdo de Cálculo em outras disciplinas.

Os resultados dos estudos acima permitem concluir que as especificidades do ensino *on-line* trazem grande desafio, também, ao professor. O professor, a depender do seu planejamento e da forma com que conduz sua disciplina, consegue desenvolver a autonomia dos alunos. Diante desse cenário, considera-se essencial a qualificação dos professores para melhoria da qualidade da oferta de cursos remotos.

4.3 Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto

Medidas de *Reação*, segundo a literatura nacional e estrangeira, referem-se às opiniões ou à satisfação dos alunos sobre os diversos aspectos da atividade educacional da qual participaram. Assim, pode ser analisada a satisfação do aluno em relação a: procedimentos instrucionais do professor, interface gráfica de um curso a distância ou desempenho do tutor (VARANDA, ZERBINI e ABBAD, 2010). *Reação* é o primeiro nível de avaliação de uma disciplina ou curso, considerando os cinco níveis propostos pelos modelos tradicionais, como já foi apresentado. Resultados imediatos de uma disciplina, como as medidas de *reação* (ou satisfação) e as de *aprendizagem*, são medidos com base no que foi previsto no planejamento instrucional (ABBAD, BORGES-FERREIRA e NOGUEIRA, 2006).

Mayer (2019) e Noetel (2018) afirmam que alguns fatores determinantes de satisfação dos estudantes com a educação presencial parecem se aplicar, também, à educação *on-line*, tais como a motivação para aprender, quantidade e qualidade de conteúdo, suporte. Há quantidade significativa de pesquisas sobre os fatores de sucesso em ensino *on-line* antes da pandemia.

Na literatura nacional, pesquisadores da área de TD&E e psicologia têm desenvolvido instrumentos psicométricos para medir a reação dos indivíduos a diferentes dimensões referentes às características de cursos presenciais e a distância. Boa parte dessas escalas foram elaboradas e validadas estatisticamente, pela primeira vez, entre 1998 e 2008: Abbad, Gama e Borges-Andrade (2000) - Reação ao Curso; Alves, Pasquali e Pereira (1999) - Reação ao Curso; Carvalho e Abbad (2006) - Reação ao Desempenho do Tutor, Reação à Interface Gráfica, Reação aos Resultados e Aplicabilidade; Zerbini e Abbad (2008a) - Reação aos Procedimentos Instrucionais e Reação ao Desempenho do Tutor; Zerbini e Abbad (2008b) – Estratégias de aprendizagem (PILATI e BORGES-ANDRADE, 2006). As evidências de validade dessas escalas têm sido investigadas em diversos contextos de ensino.

Na literatura internacional, algumas pesquisas avaliaram reações de alunos a experiências de aprendizagem *on-line* no ensino superior e descobriram correlações significativamente positivas entre a satisfação dos alunos e outras variáveis como: autoeficácia para o aprendizado *on-line* (JAN, 2015); programa do curso (ALQURASHI, 2019); experiências anteriores com ensino *on-line* (LI *et al*, 2016); interação com os colegas (HORZUM, 2015); qualidade do material disponibilizado pelo professor (MARTÍNEZ-ARGÜELLES *et al.*, 2013).

Jaggars e Xu (2016) testaram quatro variáveis de procedimentos instrucionais em EaD (1. organização e apresentação do conteúdo, 2. objetivos de ensino e avaliações, 3. interação interpessoal no AVA e 4. tecnologia: variedade de recursos tecnológicos como vídeos, *softwares*) como preditoras da variável-resposta “resultados de aprendizagem”, medida por meio de escores acadêmicos. Participaram da pesquisa 678 alunos de 23 cursos *on-line* em duas faculdades comunitárias de Nova Iorque. Os resultados apontaram que, dentre as quatro variáveis examinadas, apenas a interação interpessoal no ambiente *on-line* se relacionou positiva e significativamente com as notas dos estudantes.

Os autores concluíram que, quanto à variável “4. Tecnologia”, não se deve pensar, apenas, em proporcionar o acesso a tecnologias, embora esse fator seja muito importante. Foi destacado que, acima de tudo, o conteúdo transmitido por meio dos recursos tecnológicos deve atender às necessidades educacionais dos alunos para que a aprendizagem ocorra. Os autores mencionaram a relevante contribuição científica, nos últimos anos, do Departamento de Educação dos EUA em relação ao estudo da eficácia de ferramentas específicas de cursos *on-line* (como fóruns de discussão, *quizzes* e vídeos). Os pesquisadores descobriram que a mera presença desses recursos não afetava o desempenho dos alunos mas, se forem utilizadas para apoiar a aprendizagem do aluno e se estiverem alinhadas com os objetivos de aprendizagem definidos, pode resultar em ganhos.

Araújo *et al.* (2017) conduziram um estudo em uma IES pública brasileira com o objetivo de investigar a eficácia de recursos educacionais em um curso de extensão totalmente *on-line* na área de Engenharia elétrica (Processamento de imagens/linguagem *Phyton*). Os autores utilizaram métodos estatísticos multivariados como Análise de Componentes Principais – ACP e Análise de Correlação Canônica – ACC e uma escala adaptada de Ho e Dzung (2010).

Na ACP, dois componentes principais foram extraídos: Funcionalidades do Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA; Design instrucional de conteúdo e simulações. Para aplicação da ACC, os autores mediram a existência e grau de associação entre tais componentes e as variáveis de reação (satisfação do aluno com o desempenho professor, o conteúdo e os

procedimentos instrucionais). Os resultados mostraram que os alunos reagem de forma satisfatória a: 1) facilidade de uso do AVA; 2) presença de ferramentas de interação intuitiva para facilitar a comunicação com os colegas; 3) layout e organização do conteúdo dentro do AVA; 4) uso de simulação computacional para aliar teoria e prática profissional.

Rizun e Strzelecki (2020) realizaram um estudo transversal em maio-junho de 2020, em disciplinas de Economia, Finanças e afins, ofertadas em modelo ERE, na *University of Economics in Katowice*, na Polônia. A pesquisa visava testar a aceitação dos alunos em relação ao *e-learning* no auge da pandemia. O estudo adaptou e revalidou a escala multifatorial *Modelo de Aceitação de Tecnologia Extendida Geral para E-Learning* de Abdullah e Ward (2016). Os autores utilizaram modelagem por equações estruturais. Participaram do estudo 1.692 estudantes poloneses de graduação e pós-graduação. Os resultados mostraram que o melhor preditor da aceitação do estudante de mudar do ensino presencial para o remoto foi o Prazer/Satisfação com o “aprender de forma *on-line*”, seguido da autoeficácia para aprendizagem *on-line*. No contexto, os alunos tinham facilidade de acesso às tecnologias digitais e familiaridade no uso das ferramentas.

Giray (2021) testou a variável autoeficácia e a variável procedimentos instrucionais e interação como predictoras da satisfação de alunos de graduação com a mudança do ensino híbrido para o remoto em 2020. A amostra foi composta por 290 graduandos em Engenharia da computação e Engenharia de Software de duas universidades na Turquia. Os participantes já estavam imersos no modelo híbrido nos dois cursos e, em março de 2020, migraram para o formato *e-learning* por causa da pandemia. O autor adotou técnicas quantitativas (revalidação de 3 escalas) e qualitativas (questionário com 7 questões não-estruturadas). Os fatores investigados foram: 1) apoio do professor, 2) interação e colaboração entre colegas, 3) autoeficácia do aluno para aprendizagem. Os alunos responderam às questões levando em conta suas vivências nos dois contextos de ensino. As escalas passaram por validação semântica e psicométrica, com aplicação de teste piloto.

Os autores realizaram uma AFE com extração por componentes principais. As três escalas, todas unifatoriais, apresentaram índice de consistência interna (Alfa de Cronbach) entre 0,82 e 0,94. Principais conclusões da pesquisa: com base na análise de correlação de Pearson, o apoio do instrutor ($r = 0,45$, $p < 0,01$), a interação e colaboração entre colegas ($r = 0,47$, $p < 0,01$), e a autoeficácia ($r = 0,46$, $p < 0,01$) estiverem positiva e moderadamente relacionadas com a satisfação do aluno. Foi encontrada uma equação de regressão significativa ($p < 0,000$), com um valor de $R^2 = 0,346$.

Em suma, o que se constatou na análise da literatura empírica sobre avaliação no nível de *reação* em cursos *on-line* foi que predominam, principalmente nos estudos em contexto de engenharia, pesquisas que avaliam a reação do aluno à interface gráfica ou ao curso, com análise de variáveis como: a qualidade da plataforma de ensino, design do curso, percepção de utilidade do conteúdo (ARAÚJO *et al.*, 2017; EOM e ASHILL, 2018; ISLAM, 2013, LEE, 2010, LIAW e HUANG, 2013; MTEBE e RAPHAEL, 2018).

“Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto” é considerada, nesta tese, como a medida de satisfação dos participantes com relação a características instrucionais do curso como: qualidade dos objetivos de ensino, conteúdos, sequência, avaliações de aprendizagem, bem como as estratégias e meios de ensino e o uso das ferramentas da web pelo professor (MARTINS, ZERBINI e MEDINA, 2018b).

4.4 Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Esse construto avaliará “ambiente” sob duas perspectivas: 1) *ambiente de estudo pessoal* – equivale a aspectos da rotina do aluno, do espaço físico e das condições materiais; também abrange os custos pessoais decorrentes da participação em atividades de ensino exclusivamente remotas e 2) *ambiente de estudo virtual* – interação do aluno com as ferramentas de comunicação *on-line*.

A inclusão, no modelo proposto, de variáveis ligadas ao ambiente de estudo pessoal dos alunos permitirá uma leitura ampliada da experiência deles com o ERE, para além da análise do ambiente de estudo virtual. As evidências dessas medidas poderão sugerir que alguns fenômenos ou estados também afetaram positiva ou negativamente os resultados dos alunos em outras disciplinas cursadas na mesma época. O mesmo tende a ocorrer com as variáveis suporte material e as atinentes às características sociodemográficas dos alunos.

Dada a realidade da pandemia, em que muitos brasileiros passaram a trabalhar remotamente, o computador pessoal, que antes estava disponível em algumas residências e era suficiente para várias pessoas de uma casa, passou a não dar conta da demanda existente. Muitas famílias tiveram que compartilhar o uso dos equipamentos. Conhecer essa variável possibilita aos tomadores de decisão no âmbito do ensino superior a, por exemplo, decidir se é viável “obrigar” o estudante a participar de forma síncrona das aulas e avaliações.

Estudos empíricos em contexto de ensino *on-line* já constataram que as relações que o aluno tem em seu contexto familiar e com os colegas desempenham um papel importante no

envolvimento e na aprendizagem (HU e HUI, 2012; PAECHTER e MAIER, 2010; PARK e CHOI, 2009; VIEIRA *et al.*, 2020). Os resultados desses estudos indicam que o apoio social (de professores, pares, amigos ou família), bem como a interação dos alunos em grupos de estudo promovem mudanças comportamentais, emocionais e cognitivas favoráveis à aprendizagem.

No estudo longitudinal de Loton *et al.* (2020), indicadores sociodemográficos do estudante foram testados como possíveis barreiras na transição do ensino presencial para o ERE. Os autores identificaram que desigualdades nessas esferas sinalizam aos gestores universitários que é necessário considerar, em avaliações da efetividade do ERE, a condição socioeconômica dos indivíduos e a possibilidade do agravamento dela no curto ou médio prazo.

Questões relacionadas a acesso a tecnologias digitais e à internet foram apontadas em estudos apresentados no capítulo inicial como barreiras à migração do ensino presencial para o ERE. Tais informações são essenciais para se compreender as formas, as preferências ou a frequência de uso de ferramentas de interação pelos alunos durante um processo educacional.

Quanto à interação especificamente no ambiente virtual ou na plataforma de aprendizagem, o envolvimento dos alunos pode ser atribuído a vários fatores. Um fator que pode justificar o aumento da interação é, segundo So (2009), a percepção do aluno de que as ferramentas de comunicação *on-line* disponíveis permitem que ele busque auxílio a qualquer momento ou reveja mensagens, comentários ou avisos já publicados anteriormente. Segundo Abbad (2007), o uso desses recursos por parte dos professores deve facilitar o acesso aos conteúdos e incentivar a interação entre os participantes. Em estudo sobre a evasão na EaD, a autora constatou que a familiaridade dos alunos com tais ferramentas (*chats*, fóruns, listas de discussão) e a frequência com que as utiliza têm influência na aprendizagem e nos índices de evasão.

Estudos publicados nos últimos dez anos citam algumas vantagens da interação virtual entre alunos em cursos a distância: melhoria do aprendizado medido pelo desempenho final; maior envolvimento do estudante com o material de apoio didático; uma melhor compreensão, por parte do aluno, de suas próprias estratégias de aprendizagem e do funcionamento do ambiente virtual e fortalecimento de redes de apoio entre os alunos, corroborando para redução da evasão ou da retenção em cursos de diversas áreas (CHAKA, 2020; KEENGWE e KIDD, 2010).

4.5 Aspectos sociodemográficos associados a ensino remoto

Nesta seção, são apresentados alguns estudos que investigaram o impacto de variáveis individuais (demográficas e socioeconômicas) no desempenho acadêmico de alunos de graduação. Nesta tese, foram investigadas essas variáveis junto aos participantes por meio do questionário de análise sociodemográfica, composto por 13 itens.

Características pessoais e perfil de grupo familiar dos alunos já figuram nos estudos nacionais e internacionais como fatores que influenciam o desempenho acadêmico, como se verá adiante. Na literatura nacional, boa parte das pesquisas que correlaciona variáveis sociodemográficas com variáveis de desempenho adotam como medida desta variável as notas do Exame Nacional de Desempenho – ENADE. Outros estudos consideram a média ponderada de notas em semestres letivos ou a combinação destes indicadores com outros como o do Exame Nacional de Ensino Médio – ENEM. Medidas socioeconômicas também são aferidas por meio de diversas fontes de dados, humana ou não.

Katsikas e Panagiotidis (2011) investigaram a relação entre status de emprego e notas de graduação de alunos de uma universidade na Grécia. Os autores compararam dois perfis de trabalhadores, meio-período (N=206) e período integral (N=97). Após análises estatísticas inferenciais, constatou-se que os dois grupos de alunos que trabalhavam (N=303, 35% da amostra) não atingiam notas mais baixas do que os colegas que não trabalhavam. Em amostra com estudantes brasileiros, Santos (2012) também não encontrou evidências de que alunos trabalhadores têm desempenhos acadêmicos inferiores.

Vargas (2012) realizou um estudo junto a 120 alunos ingressantes de cursos de graduação presencial da Universidade de Costa Rica. A autora considerou o desempenho acadêmico (média ponderada das notas) como variável dependente de uma série de variáveis independentes, individuais e contextuais, utilizando dois modelos de regressão múltipla. Dentre outros achados, a autora constatou que alunos trabalhadores obtinham menores médias de desempenho. Alunos que recebiam suporte material (bolsas) tinham notas mais baixas em relação aos demais colegas.

Algumas pesquisas estrangeiras mais recentes têm mostrado que, dada a ampla difusão da internet nos últimos 20 anos e o acesso mais facilitado a tecnologias móveis, as limitações da aprendizagem *on-line* no ensino superior têm se relacionado mais fortemente à dificuldade dos alunos no uso das ferramentas computacionais de ensino, do que ao acesso à internet e tecnologias (CHUN-HSIN e TSAI, 2019; THIENEN *et al.*, 2019).

Crawford *et al.* (2020) estudaram a recente experiência de 20 países com o ensino remoto durante a pandemia. O artigo buscou analisar, à luz da literatura sobre aprendizagem *on-line*, os desafios que a pandemia impôs às universidades. Os autores constataram que algumas aproveitaram, com sucesso, a efervescência da educação mediada por tecnologias e, a partir disso, docentes testaram e validaram novas metodologias de ensino e de avaliação para auxiliar na aprendizagem. Outras instituições não conseguiram promover ações efetivas para garantir aos alunos suporte material, o que dificultou o andamento das atividades letivas e impactou no desempenho acadêmico. Houve, ainda, universidades que não tiveram muitos impasses na mudança de modalidade, dado que as condições infraestruturais, materiais e de apoio político proporcionaram aos alunos boas experiências de aprendizagem durante o ERE.

Cao *et al.* (2020) desenvolveram um estudo transversal com alunos chineses de graduação da Faculdade de Medicina de Changzhi. Participaram da pesquisa 7143 estudantes. O principal objetivo era avaliar a condição psicológica dos estudantes em contexto de pandemia e explorar variáveis preditoras de ansiedade e estresse. No modelo proposto, quatro variáveis estressoras foram analisadas: 1) preocupação em relação às influências econômicas da pandemia (variável positiva e moderadamente relacionada aos níveis de ansiedade dos estudantes universitários, $r = 0,327$); 2) preocupação com os atrasos na entrega das tarefas acadêmicas, $r = 0,315$); 3) mudanças ocasionadas pela epidemia na rotina do estudante, $r = 0,316$); 4) suporte social (correlacionado fraco e negativamente com o nível de ansiedade, $r = -0,151$).

No Brasil, Castioni *et al.* (2021) investigaram se, no caso das IES públicas federais, a maior barreira para adesão ao ERE era o acesso domiciliar, pelos alunos, a equipamentos e à internet, como foi declarado por vários reitores em documentos oficiais. Os autores utilizaram dados documentais como Portarias do MEC, Relatórios da Andifes, censos como Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – Pnad/IBGE (2018), Censo da Educação Superior – CES (INEP, 2020). Após análises, concluíram que as demandas de suporte material (auxílio financeiro ou empréstimo de equipamento tecnológico) pelos alunos das IFES públicas eram relativamente reduzidas e pontuais.

Segundo os autores, providências urgentes como identificação de necessidades da comunidade acadêmica para acesso à internet tornaram-se uma prioridade. As universidades também necessitaram conhecer melhor suas capacidades para atender a essas demandas. Considerando os indicadores levantados, os autores constataram que os principais impasses enfrentados pelas IES públicas federais para aderir ou não ao ERE extrapolaram os fatores relacionados à provisão de suporte material e se concentraram, sobretudo, nestes dilemas: a

rejeição histórica à modalidade a distância; a inexperiência com a oferta de cursos de graduação *on-line* em larga escala, que é uma prática mais comum entre as IES públicas estaduais. A associação negativa com a oferta massiva de cursos a distância no setor privado também impactou na decisão de muitas IES públicas para não aderir prontamente ao ERE.

Ao final, concluíram que proporcionar o acesso à tecnologia pelos alunos – em casa ou no *campus* (nos primeiros meses da pandemia) – mostraram-se como questões de mais fácil remediação. Para eles, os maiores desafios eram pedagógicos e gerenciais, com destaque para a necessidade premente de implementar estratégias para desenvolver nos estudantes, docentes e técnicos administrativos, o letramento digital indispensável à efetividade do modelo de ERE.

4.6 Considerações finais sobre o capítulo 4

Essas inúmeras variáveis analisadas circundam a oferta de ações educacionais de qualquer natureza. Ao conhecer o impacto delas por meio dos achados empíricos, é possível concluir que, no tocante à oferta de cursos da distância, instituições que se propõem a identificar previamente as necessidades dos indivíduos (alunos e professores) quanto ao acesso e ao domínio de tecnologias e, ainda, que conseguem sanar possíveis dificuldades dos usuários antes e durante o processo, têm maiores chances de proporcionar aos envolvidos uma melhor experiência com o ensino *on-line*.

5 CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os desdobramentos dos objetivos do estudo, a forma como estes serão atingidos, o modelo de investigação da tese e demais características metodológicas da pesquisa, tais como: aspectos éticos, critérios de definição da amostra, seleção e adaptação dos instrumentos de medida (ou escalas) utilizados, procedimentos de coleta, tratamento e análise de dados. Descreve-se, também, o perfil da instituição-alvo e da população, e é feita uma análise do plano de ensino da disciplina avaliada (Cálculo 2 – MAT002).

Esta tese adota uma perspectiva transversal, é um estudo descritivo, correlacional, do tipo survey e utiliza técnicas estatísticas multivariadas para análise dos dados. O estudo correlacional, segundo Jupp (2006), é o tipo de pesquisa que procura explorar relações que possam existir entre variáveis, exceto a relação de causa-efeito. Em estudos correlacionais, não há a manipulação de variáveis e a predição é o tipo de relação mais frequentemente estabelecida.

Coelho-Júnior e Borges-Andrade (2011) complementam que estudos dessa natureza são adequados para pesquisas em que se busca investigar a aprendizagem de indivíduos em organizações de trabalho. Por analogia, pode-se entender que tal raciocínio se aplica à aprendizagem no ensino superior porque os autores justificam seu argumento com base neste pressuposto: o comportamento humano é afetado pela complexa interação entre características individuais e de contexto; assim, interpretar fenômenos de aprendizagem requer a compreensão de diversas variáveis que, potencialmente, poderão explicar o que se quer investigar.

Em relação à abordagem do problema, caracteriza-se como quantitativa, considerando a possibilidade de traduzir opiniões e informações em números a fim de analisá-los utilizando técnicas estatísticas. A pesquisa também é qualitativa, tendo em vista a natureza dos instrumentos utilizados: aplicação de escalas do tipo autorrelato. Tais instrumentos são compreendidos como método que visa a coleta de informações diretamente junto aos envolvidos do estudo, sem interferência do meio e sem necessidade de treinamento específico para participar (LILIENFELD e FOWLER, 2006).

São utilizados dados primários (coleta de dados por meio dos instrumentos) e dados secundários (do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas – SIGAA/Unifei e de documentos institucionais pedagógicos e normativos da universidade). Faz-se avaliação somativa (análise pós-fato de resultados). A pesquisa é descritiva porque analisará medidas de comportamento à luz da descrição dos resultados coletados por meio dos instrumentos de

medida e da descrição dos objetivos de aprendizagem da disciplina MAT002. É, também, explicativa, pois identifica correlações entre diversas variáveis para apontar preditores de aprendizagem e explicar o quanto eles impactaram o fenômeno analisado.

A proposta inicial de desenvolver esta pesquisa na Universidade Federal de Itajubá partiu de um interesse, sobretudo, científico e, também, profissional, dado que a pesquisadora atua na docência em Engenharia há 12 anos. O projeto de Doutorado foi registrado na Plataforma Brasil e aprovado (CAAE/ Parecer nº 4.573.531). O documento comprobatório do processo de formalização junto à Unifei encontra-se no Apêndice A.

No tocante aos critérios de seleção da população do estudo e da amostra, bem como das formas de acesso aos participantes, tem-se que:

- a) o procedimento amostral foi não-probabilístico, com coleta de dados de forma individual, por meio de questionário eletrônico único formulado através do *Google Forms* (contendo as questões das três escalas e questões para levantamento de informações sobre o perfil sociodemográfico dos respondentes);
- b) a população abrangia todos os alunos do *campus* de Itajubá que cursaram MAT002 no segundo semestre de 2020 (N=1042);
- c) os participantes foram esclarecidos, no cabeçalho do questionário, sobre os objetivos do estudo e acerca do anonimato e sigilo de suas respostas;
- d) foram utilizados recursos do *Google Forms* para garantir a obrigatoriedade da anuência do respondente a um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), bem como a exigência de que todas as perguntas fossem obrigatórias, evitando, assim, casos omissos. Em média, 12 minutos foram demandados para se responder ao questionário.

5.1 Modelo de investigação

Conforme mencionado no capítulo inicial, esta pesquisa tem como objetivo geral *identificar variáveis preditoras de resultados de aprendizagem de alunos de graduação em Ciências Exatas, sobretudo as Engenharias, na disciplina Cálculo 2, ofertada no formato de ensino remoto emergencial, em contexto universitário público federal.*

Para isso, foi proposto e testado um modelo hipotético multivariado. Neste incluíram-se variáveis individuais e contextuais para explicar o fenômeno *Aprendizagem*. Cada componente associado à *Aprendizagem*, bem como esta, representa um construto. Como mencionado antes, esta tese investiga quatro construtos. A Figura 11 ilustra o modelo inicial.

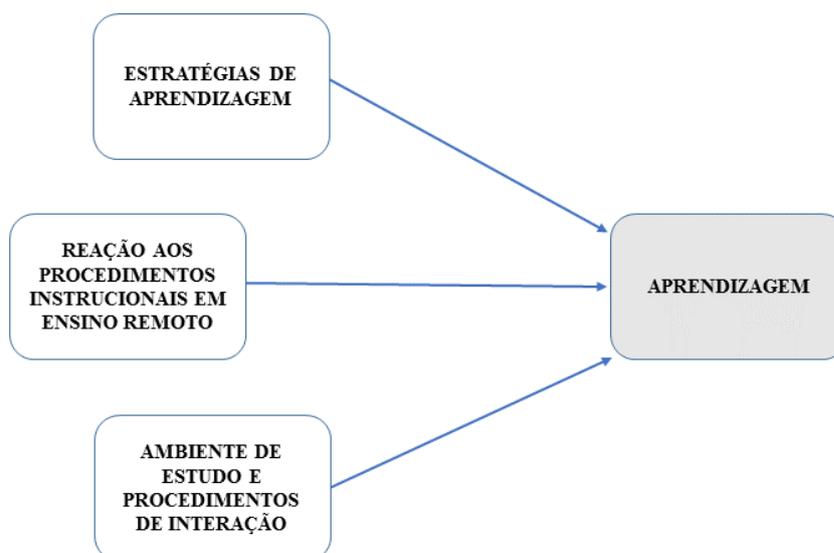


Figura 11 - Modelo de investigação da tese

Fonte: A autora.

Com base nesse modelo e, de posse de uma matriz de dados, buscar-se-á, dentre outros objetivos, encontrar uma estrutura subjacente que melhor representa o conjunto das variáveis que serão observadas para se compreender a relação entre esses construtos (BROWNE, 2001).

5.2 Contexto do estudo e perfil da instituição-alvo

A Universidade Federal de Itajubá (Unifei) é uma instituição centenária de ensino superior e, desde 1913, tem formado profissionais em nível de graduação em Engenharia. Sua federalização ocorreu em 1956 e a concretização do projeto de transformação em Universidade deu-se em 24 de abril de 2002, através da sanção da lei número 10.435, pelo presidente da República, Fernando Henrique Cardoso. Com o passar do tempo, a Unifei foi expandindo a oferta de diversas especialidades de graduação em Engenharia e de cursos na área de Ciências Exatas, como Física, Matemática e Química.

Em 2008, uma parceria pioneira entre governo local (Prefeitura Municipal de Itabira), setor privado (empresa Vale do Rio Doce), Ministério da Educação (MEC) e Universidade Federal de Itajubá (Unifei), viabilizou a implantação de um campus da Unifei em Itabira-MG. Hoje, este campus oferta nove cursos de bacharelado em Engenharia. No *campus* sede, são ofertados 25 cursos de graduação presenciais, um curso a distância – Licenciatura em Física – desde 2007 e 23 cursos de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*. Há especializações, em

quatro áreas, ofertadas totalmente a distância por meio do programa do governo federal: Universidade Aberta do Brasil – UAB.

Segundo dados constantes no site oficial da Unifei, cuja atualização mais recente foi em dezembro de 2020, há quase 5.000 alunos, em nível de graduação, matriculados no campus-sede e, aproximadamente 1.770 no campus em Itabira. Os programas de pós-graduação de ambos os *campi* somam 840 alunos vinculados²³.

A Universidade Federal de Itajubá, ao lado da Universidade Federal de Minas Gerais, são as IES públicas federais que ofertam o maior número de cursos de bacharelado em Engenharia em um único campus. Em Itajubá, são 14 especialidades na área e boa parte dos demais cursos ofertados (N=12) pertencem à grande área de Ciências Exatas: Ciência da Computação; Ciências Atmosféricas; Bacharelados e Licenciaturas em Física, Matemática e Química; Sistemas de informação. As exceções são: bacharelado em Administração – pertencente às Ciências Sociais Aplicadas e Licenciatura em Ciências Biológicas – vinculada às Ciências Biológicas.

O fato de a Unifei ser composta por significativo número de alunos das Ciências Exatas a torna uma instituição especializada na formação de alunos com esse perfil. Em outras palavras, um público-alvo que apresenta demandas semelhantes no âmbito de ensino e aprendizagem. A variedade de oferta de componentes curriculares da grande área de Cálculo é um exemplo disso. Boa parte dos alunos cursam a disciplina obrigatória MAT001 – Cálculo 1 assim que ingressam na graduação. Posteriormente, um percentual desses alunos segue cursando, como obrigatória, a MAT002 – Cálculo 2, que é o foco de estudo desta tese. Considerando essa conjuntura, e a atual situação mundial de saúde, evidencia-se a importância de investigar hoje e constantemente os processos subjacentes ao ensino e à aprendizagem desses conteúdos e dos demais componentes curriculares técnicos que deles dependem.

Após o anúncio da pandemia em 11 de março de 2020, a Universidade Federal de Itajubá – Unifei, instituição-alvo desta tese, criou, em seu site institucional, uma aba intitulada *Atualizações sobre o coronavírus*²⁴ e nela são divulgadas, diariamente, desde 13 de março de 2020, os boletins epidemiológicos das cidades de Itajubá (campus sede) e Itabira (campus avançado) e os documentos oficiais expedidos pela administração central da Unifei para orientar servidores técnicos e docentes, bem como os alunos, quanto aos ajustes das atividades.

²³ Ver <https://unifei.edu.br/rankings/>.

²⁴ Ver <https://unifei.edu.br/atualizacoes-sobre-o-coronavirus/>.

Cartilhas, Manuais e demais materiais de apoio ao professor e aos alunos foram divulgados nos canais oficiais.

Em 18 de março de 2020, o Conselho Nacional de Educação – CNE veio a público orientar todos os sistemas e redes de ensino sobre a necessidade urgente de reorganizar as atividades acadêmicas por conta de ações preventivas à propagação da COVID-19. Como forma de subsidiar as instituições de ensino, o MEC demonstrou algumas iniciativas: criação do Comitê Operativo de Emergência – COE; disponibilização de cursos formação de professores e profissionais da educação por meio da plataforma AVAMEC – Ambiente Virtual de Aprendizagem do Ministério da Educação; concessão de bolsas da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para estudos de prevenção e combate a pandemias, como o coronavírus; ampliação de recursos tecnológicos para ensino remoto em universidades e institutos federais; ampliação das vagas em cursos de educação profissional e tecnológica na modalidade EaD pelo programa *Novos Caminhos* e autorização para que defesas de teses e dissertações de Mestrado e Doutorado sejam realizadas por videoconferência (BRASIL, 2020e).

A partir dessa data, a Unifei começou a se mobilizar com o intuito de não interromper o semestre letivo. Segundo o *Portal de acompanhamento da Covid-19 – MEC*, em 15 de julho de 2020, dentre as 69 universidades federais, 53 haviam interrompido as aulas de graduação, 10 delas estavam realizando atividades remotas e outras 6 desenvolviam atividades parciais. Dentre as 10 que mantiveram o calendário acadêmico, no sul de Minas Gerais estavam incluídas a Unifei, a Universidade Federal de Lavras – UFLA e a Universidade Federal de Alfenas – Unifal (BRASIL, 2020f).

A operacionalização desse processo de continuidade das atividades acadêmicas dentro da Unifei será mostrada agora. Para que fique mais dinâmica e objetiva a leitura sobre a experiência, foram elaborados dois infográficos do tipo *timeline*. O ponto de partida temporal foi o anúncio da pandemia pela OMS em 11 de março de 2020.

Considerando as variáveis de interesse desta tese e as discussões posteriores dos dados empíricos, cada infográfico mostrará marcos temporais das ações da Unifei em duas esferas: 1^a) medidas administrativas que normatizaram ou orientaram as ações da comunidade acadêmica; 2^a) decisões ou iniciativas da Administração referentes a suporte ao estudante de graduação e aos docentes.

Após o anúncio da OMS no dia 11 de março de 2020, uma quarta-feira, a comunidade acadêmica da Unifei de Itajubá afastou-se do campus nos dias 12 (quinta) e 13 (sexta). A primeira manifestação pública oficial da administração central da Unifei foi feita por meio de

nota à comunidade interna na sexta-feira de 13 de março de 2020: “Primeiramente, informamos que, até a presente data, não há caso confirmado nos municípios de Itajubá e Itabira. As atividades acadêmicas e administrativas da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) continuam normalmente em ambos os *campi*”²⁵. Na segunda-feira, 16 de março de 2020, nova orientação foi dada. Sendo assim, a Unifei adotou as seguintes ações (Figura 12):

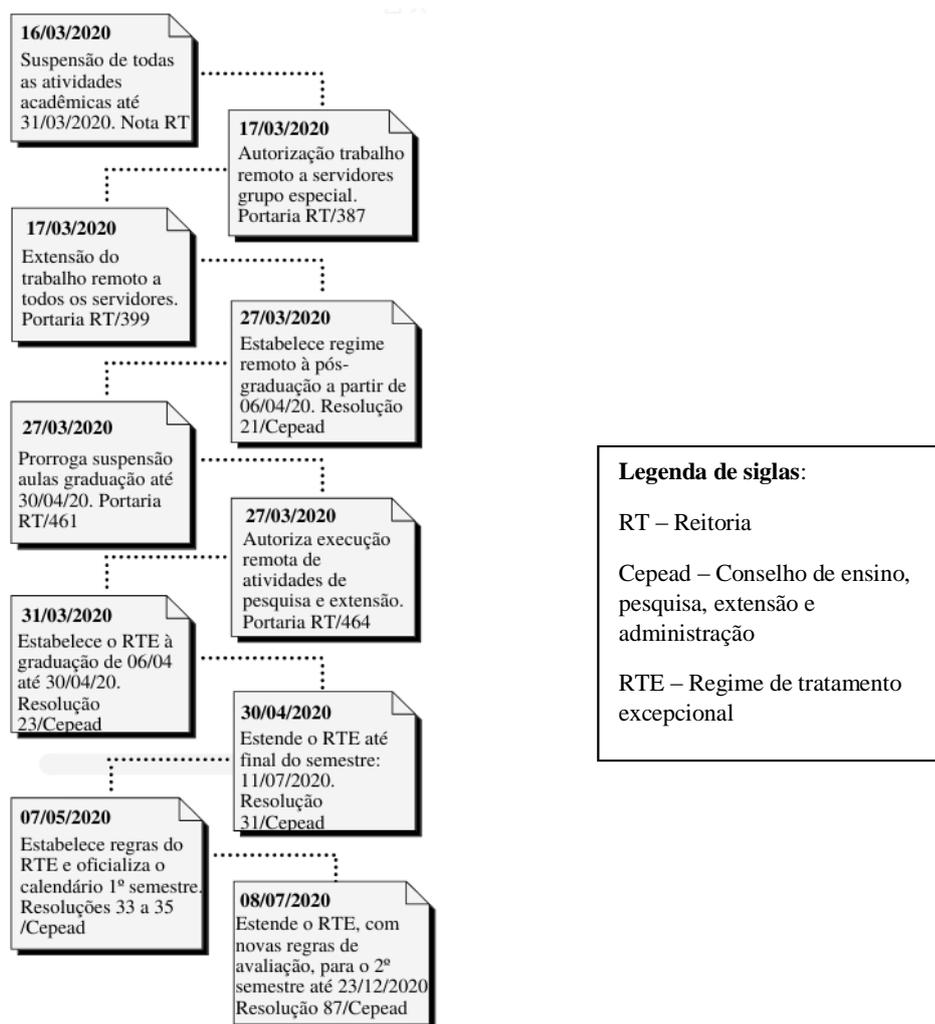


Figura 12 - Medidas administrativas para adesão ao ensino remoto emergencial

Fonte: UNIFEI, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f, 2020g.

As mudanças abruptas do comportamento do vírus desafiavam a capacidade das instituições em tomarem decisões complexas de forma rápida e estratégica. No documento em que foi deliberada a adoção do RTE, a universidade definiu que:

²⁵ Ver <https://unifei.edu.br/atualizacoes-sobre-o-coronavirus/>.

§1º. Fica vedada a aplicação do RTE às práticas profissionais de estágios e de laboratório, conforme Portaria nº 343/2020 atualizada pela Portaria nº 345/2020 do MEC.

§2º. Os componentes curriculares que não puderem ser ofertados por meio do RTE e que não se enquadrem no §1º deste artigo, deverão ser justificados pelos respectivos Colegiados de Curso e registrados junto à Pró-Reitoria de Graduação (PRG) pelas Unidades Acadêmicas.

§3º. Os componentes curriculares que não dependam de recursos específicos de laboratórios podem ser ofertados por meio do RTE (UNIFEI, 2020c).

Em suma, a Unifei deu continuidade ao calendário letivo, com uma única pausa das atividades de ensino após 30/04/2020, quando a instituição deliberou pela extensão do regime especial até o final do primeiro semestre (11/07). Essa “pausa” tinha como objetivo: “Art. 2º. Estabelecer que a primeira semana do mês de maio de 2020 (de 04/05 a 09/05) seja reservada para revisão de conteúdos já trabalhados durante o RTE e capacitação de docentes com o apoio do Centro de Educação – Ceduc e da Pró-reitoria de Graduação – PRG” (UNIFEI, 2020d). As aulas, então, foram retomadas na segunda-feira do dia 11 de maio de 2020.

Em relação às iniciativas da Administração quanto ao apoio a docentes e a alunos, a Unifei realizou, em abril de 2020, por meio da PRG, uma pesquisa intitulada “Análise do RTE”, com o intuito de auxiliar na tomada de decisão. À época, a comunidade acadêmica tinha vivenciado 14 dias de RTE. De forma objetiva, o estudo se caracterizou como:

- a) tipo: pesquisa de opinião;
- b) período de disponibilização: última semana do mês de abril de 2020;
- c) objetivo: investigar o impacto de variáveis individuais e contextuais dos alunos e docentes nos primeiros dias de contato com o regime remoto especial;
- d) instrumentos: dois questionários *on-line* semi-estruturados (um para docentes, outro para alunos);
- e) amostra de alunos: 46% (3.246 respondentes) – principais variáveis investigadas: tipos de equipamentos e plataformas usados durante o RTE, forma de acesso à internet, impressões gerais positivas e negativas sobre o formato de ensino, método de avaliação dos docentes, número de atividades *versus* carga horária da disciplina, recursos de ensino usados pelos docentes;
- f) docentes: 77% (365 respondentes) – principais variáveis: ferramentas de comunicação adotadas; formas de avaliação; recursos de ensino; motivação dos alunos; principais dificuldades do docente.;

- g) alunos bolsistas de assistência estudantil: 75% (555 respondentes) – principais variáveis: tipos de equipamentos utilizados, formas de acesso à internet, qualidade do sinal de internet;
- h) análise de dados: estatística descritiva.

A pesquisa abrangeu os dois *campi*. Após esse estudo, a universidade propôs novas intervenções para viabilizar a oferta dos cursos no novo formato. De forma esquemática, a Figura 13 descreve as principais ações administrativas que a Unifei realizou para oferecer apoio aos alunos e aos docentes após conhecer os resultados dessa pesquisa:

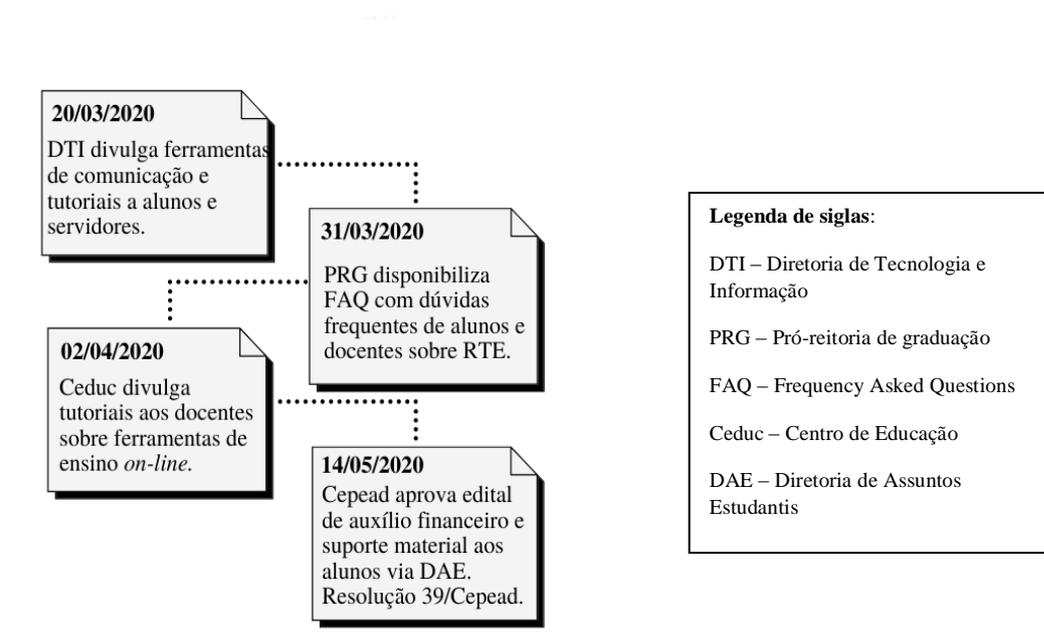


Figura 13 - Ações institucionais de apoio a docentes e a alunos durante o RTE

Fonte: UNIFEI, 2020h, 2020i, 2020j, 2020k.

Os resultados dessa pesquisa feita pela PRG foram divulgados no site oficial da Unifei²⁶. Nas respostas aos questionários, os docentes alegaram que, a princípio, a maior dificuldade enfrentada por eles era dispor de tempo para preparar ou adequar seus materiais didáticos ao formato *on-line*. Para os alunos, a “falta de explicação dos professores sobre os conteúdos postados” foi a principal barreira inicial.

²⁶ Ver <https://unifei.edu.br/prg/regime-de-tratamento-excepcional-rte/>.

5.3 Características da disciplina MAT002

Este tópico visa atender ao objetivo específico 1 proposto: *Analisar o programa da disciplina MAT002*. Em um levantamento feito no SIGAA da Unifei, em fevereiro de 2021, constatou-se que, no *campus* de Itajubá, os projetos pedagógicos dos cursos de bacharelado em Matemática, Química, Física, Ciência da Computação, Ciências Atmosféricas e de 13 dos 14 cursos de Engenharia contemplam MAT002²⁷ como componente curricular obrigatório. Em números totais, isso significa 18 dos 26 cursos de graduação ofertados no *campus* sede. A disciplina apresenta as seguintes características descritas no Quadro 4:

Quadro 4- Características pedagógicas e operacionais da disciplina Cálculo 2

Disciplina	Cálculo 2 (MAT002)
Descrições gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modalidade da disciplina: presencial (desde 2020: remota em regime emergencial); ▪ Categoria: disciplina obrigatória (em 18 cursos) e optativa (em 5 cursos); ▪ Periodicidade regular de oferta: anualmente, no segundo semestre, com eventuais ofertas de turma única, para alunos repetentes, no primeiro semestre; ▪ Unidade acadêmica responsável: Instituto de Matemática e Computação; ▪ Público-alvo: alunos do segundo período dos cursos de Engenharia e Ciências Exatas.
Objetivos de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar e resolver problemas envolvendo os conceitos de funções de várias variáveis; ▪ Entender os resultados principais sobre sequências e séries, incluindo séries de potência.
Carga-horária e nº de docentes no 2º semestre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 64h (semestral), 4h/a semanais ▪ 5 docentes
Programa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 Unidades: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sequências e séries; 2. Espaço R^n; 3. Função de uma variável real a valores em R^n; Curvas; 4. Funções reais de várias variáveis.
Ementa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sequências e séries. Séries de potências. Séries de Taylor. Abertos no R^n. Funções de uma variável real a valores em R^n. Curvas. Funções reais de várias variáveis reais a valores reais. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Gradiente e sua interpretação geométrica. Máximos e mínimos.
Objetivos de ensino e critérios de avaliação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não há descrição desses objetivos no plano de ensino disponível no Sistema Acadêmico e nos Projetos Pedagógicos dos Cursos.

Fonte: Elaborado pela autora com base no programa da disciplina MAT002 (Anexo 1).

²⁷ O curso de Engenharia Eletrônica da Unifei recentemente atualizou seu Projeto Pedagógico e, neste, MAT002 não é contemplada. Mais à frente esse dado será retomado.

Os objetivos de aprendizagem – que dizem respeito ao que se espera do aluno – indicam aquilo que o aluno será capaz de fazer após concluir a disciplina em termos comportamentais e observáveis. A ausência da descrição dos objetivos de ensino no programa da disciplina se deve ao fato de que: cada docente é responsável pelo preenchimento, no Sistema acadêmico, do seu plano de ensino. E a disponibilização deste é aberta, apenas, aos alunos da turma. Em tese, é por meio deste plano que os alunos conhecem os objetivos de ensino da disciplina, os métodos e critérios de avaliação, bem como a sequência dos conteúdos da ementa.

Embora não se tenha tido acesso a tais planejamentos, é possível deduzir alguns aspectos dos procedimentos instrucionais com base nas informações do Quadro 4. Os objetivos de aprendizagem estão direcionados aos alunos – como se viu nos primeiros capítulos. Porém, mais de um verbo de ação é usado em um mesmo objetivo, o que não é adequado (MAMEDE e ABBAD, 2018). Viu-se, também, que a natureza dos objetivos é de domínio cognitivo. Resta dúvida, entretanto, se os objetivos de aprendizagem citados no Quadro 4 e os objetivos instrucionais planejados pelo professor descrevem um nível de complexidade compatível com o nível de exigência das avaliações. Toma-se como exemplo o objetivo descrito anteriormente: “Identificar e resolver problemas envolvendo os conceitos de funções de várias variáveis”.

Considerando as Taxonomias de Bloom (domínios cognitivo, afetivo e psicomotor), em especial o domínio cognitivo e seus níveis de complexidade (rever Figura 3), tem-se que o verbo “identificar” enquadra-se no primeiro nível – Conhecimento e o verbo “resolver” liga-se ao terceiro nível – Aplicação. Sendo assim, a junção de ambos dificulta a definição do critério de avaliação que seria adotado para medir esse requisito.

E o segundo objetivo, o uso do verbo “entender”, de sentido mais abstrato, pode significar o alcance de um resultado de aprendizagem relacionado a qualquer nível de complexidade. Não há explicitação de objetivos com maior aprofundamento cognitivo, que seriam os níveis 4 a 5: Análise – Síntese – Avaliação (BLOOM *et al.*, 1972). Ou, considerando a versão revisitada das Taxonomias de Bloom, proposta por Anderson *et al.* (2001), os níveis: Analisar – Avaliar – Criar não são contemplados nos objetivos.

Desse modo, ao aluno deve ser informado o tipo de conhecimento que lhe será ensinado e quão complexo é o processo cognitivo exigido para aprender esse conteúdo. A medida de complexidade é percebida pela escolha do verbo usado para compor o objetivo e, na prática, deve ser esclarecida aos alunos no início da disciplina. Além disso, em consonância com a teoria de Gagné, reforça-se a importância de o professor explicar claramente os objetivos de ensino e recordar sempre os pré-requisitos para alcançá-los.

Quanto aos critérios de avaliação em Cálculo 2, o programa apresentado não os menciona. Contudo, cabe destacar que, antes da pandemia, a disciplina tinha avaliações unificadas, ou seja, professores elaboravam conjuntamente as provas e as aplicavam, presencialmente, em horário simultâneo. Com a implementação do RTE²⁸, todo o planejamento das avaliações ficou sob a responsabilidade de cada docente da disciplina. Na Tabela 1 se verifica que, em 2020, houve significativo aumento de alunos concluintes de MAT002.

Tabela 1 - Histórico de turmas de MAT-002/triênio 2018-2020

2020/2º semestre	Matriculados	Trancados*	Reprovados
Turma 1	187	12	5
Turma 2	157	15	4
Turma 3	180	2	6
Turma 4	130	7	3
Turma 5	130	5	2
Turma 6	124	3	6
Turma 7	145	2	9
Concluintes: 1007			
Retidos: 35			
2019/2º semestre	Matriculados	Trancados*	Reprovados
Turma 1	39	2	20
Turma 2	99	0	43
Turma 3	97	0	18
Turma 4	99	0	43
Turma 5	106	0	54
Turma 6	55	0	32
Turma 7	97	0	12
Turma 8	66	0	42
Concluintes: 656			
Retidos: 264			
2018/2º semestre	Matriculados	Trancados*	Reprovados
Turma 1	110	0	55
Turma 2	62	0	52
Turma 3	100	0	36
Turma 4	107	0	45
Turma 5	94	0	34
Turma 6	40	0	22
Turma 7	104	0	65
Turma 8	94	0	58
Concluintes: 711			
Retidos: 367			

*Alunos que trancaram a matrícula no prazo definido no calendário acadêmico semestral.

Fonte: A autora.

²⁸ A partir de agora, RTE e ERE poderão ser citados como sinônimos.

Como se teve acesso oficial, por meio da PRG, às planilhas de notas das turmas de Cálculo 2 no triênio 2018-2020, ficou clara a alteração das formas de avaliar os alunos durante a pandemia, com destaque o aumento, em 2020, do número de atividades avaliativas. Em 2018 e 2019, todos os docentes de Cálculo 2 aplicaram, apenas, duas provas. Durante o RTE, dentre os 5 docentes, apenas 1 aplicou 4 atividades avaliativas (provas e testes) e os demais, de 6 a 8 atividades (provas e testes).

Na tabela 1, verifica-se a redução de 1 (uma) turma em 2020, o que resultou em superlotação das demais turmas durante o RTE. A relação “concluintes *versus* retidos” evidencia uma questão polêmica e preocupante: alunos retidos, em algum momento, podem evadir-se. Daí a importância de investigar o fenômeno da aprendizagem sob uma perspectiva multidimensional, como se fez neste estudo.

5.4 População e amostra

A população deste estudo é composta por 1007 indivíduos, os quais representam o número de alunos que cursaram Cálculo 2, na Unifei de Itajubá, no segundo semestre de 2020 na modalidade de ERE. A amostra abrangeu 507 alunos. O cálculo amostral foi feito com base nos pressupostos exigidos pelas técnicas de análise estatística que se pretendeu adotar. Por exemplo, pelo fato de que seriam realizadas análises fatoriais, considerou-se o critério sugerido por Pasquali (2009): 10 casos para cada variável observável. Igualmente se procedeu para atender aos critérios de cálculo amostral para regressões múltiplas. Nos tópicos 5.8 e 5.9 essas estimativas serão melhor detalhadas. Por ora, vale ressaltar que o número de participantes alcançado abrangeu 51% da população-alvo.

Os critérios de definição da população foram mencionados no início deste capítulo. Também se comentou que alunos do *campus* de Itabira não foram incluídos nesta pesquisa. Foi feita uma minuciosa análise dos componentes curriculares de Cálculo 2 no SIGAA e foi constatado que Itajubá e Itabira utilizam conteúdos programáticos diferentes para ofertar esse conteúdo. Assim, embora todos os nove cursos de Itabira prevejam esse conteúdo como obrigatório, ele não é o mesmo do *campus* de Itajubá. Há mais de uma sigla que designa “Cálculo 2” nos dois *campi* e as ementas se distinguem em um ou outro aspecto. Em Itabira, oferta-se MATI03 (Anexo 3) como Cálculo 2 e, em Itajubá, oferta-se MAT002.

A partir de agora, serão expostos os dados coletados do questionário socioeconômico, disponível no Apêndice C, o qual visou traçar o perfil dos participantes da pesquisa. Na Figura

14 são apresentadas as primeiras características pessoais dos alunos (N=507), os quais representam 51% dos concluintes de Cálculo 2 no segundo semestre de 2020.

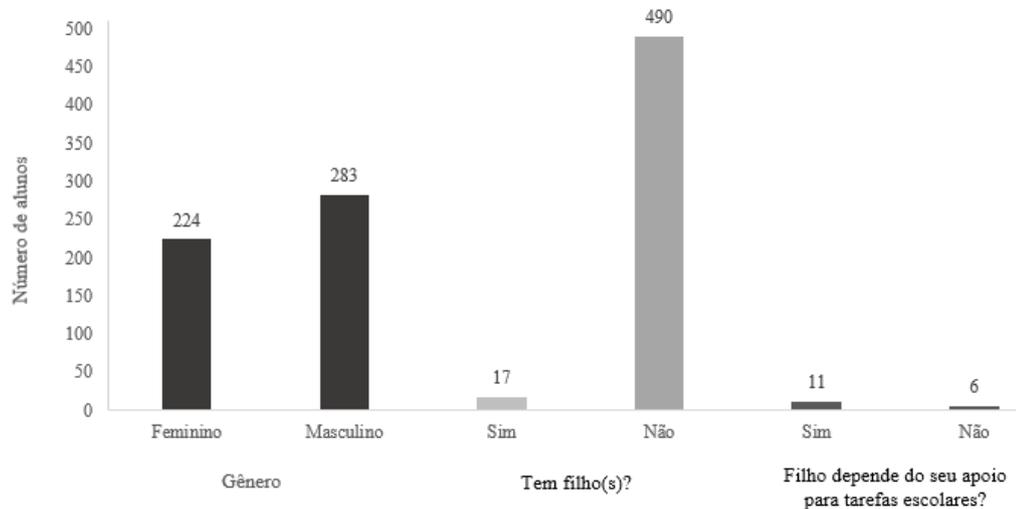


Figura 14 - Características de gênero e família

Fonte: A autora.

Conforme dados da Figura 15, mais de 80% dos alunos têm entre 18 e 24 anos; significativo número de alunos estava cursando Cálculo 2 ainda no 7º período de graduação (Figura 16). Na Figura 17, vê-se que 87% dos alunos estavam em suas residências familiares.

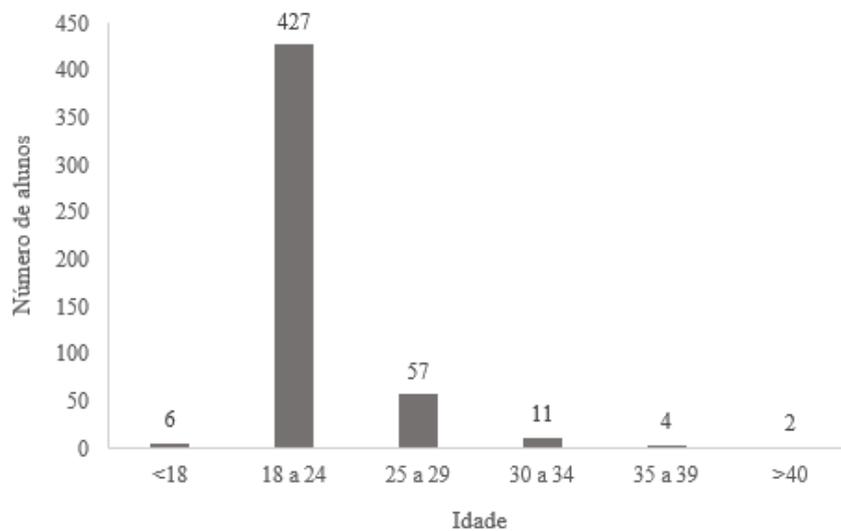


Figura 15- Idade dos alunos

Fonte: A autora.

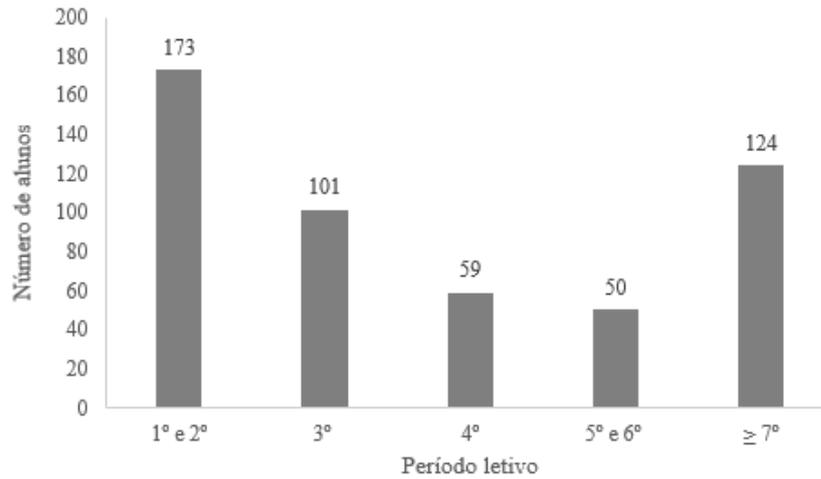


Figura 16 - Período letivo dos alunos

Fonte: A autora.

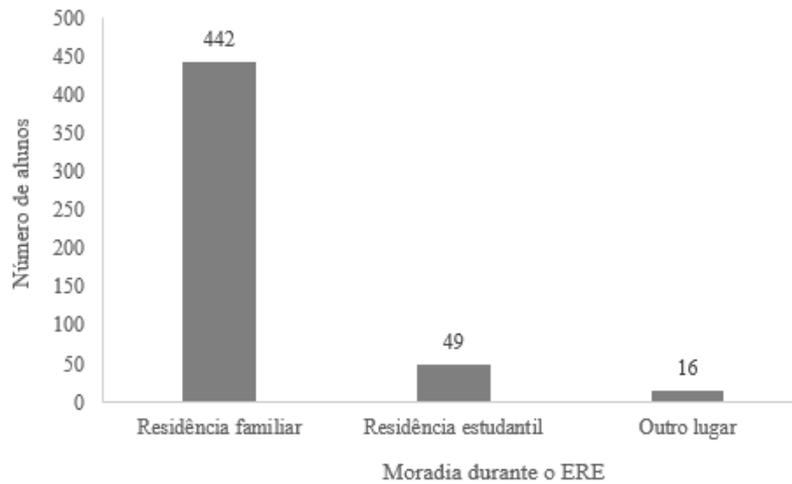


Figura 17 - Estada dos alunos durante o ERE

Fonte: A autora.

A Figura 18 apresenta o agrupamento dos participantes conforme renda familiar. E na Figura 19 são descritas outras características e condições socioeconômicas dos alunos, como status de emprego durante o segundo semestre de 2020.

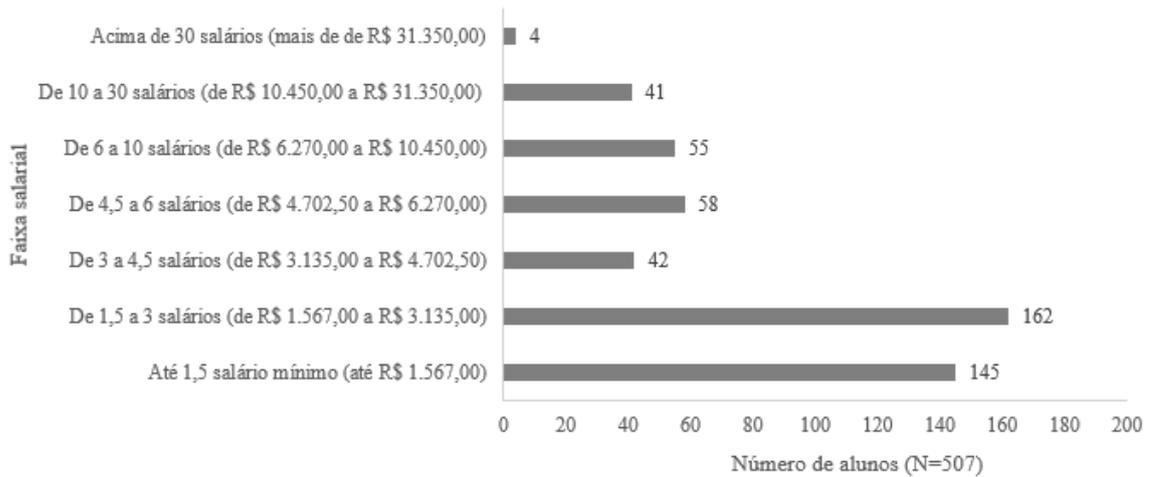


Figura 18 - Renda do grupo familiar dos alunos

Fonte: A autora.

Na Figura 19 também é informado o quantitativo de alunos que recebeu suporte material da Unifei, durante o segundo semestre de 2020, por meio dos programas de assistência estudantil específicos para o período do RTE.

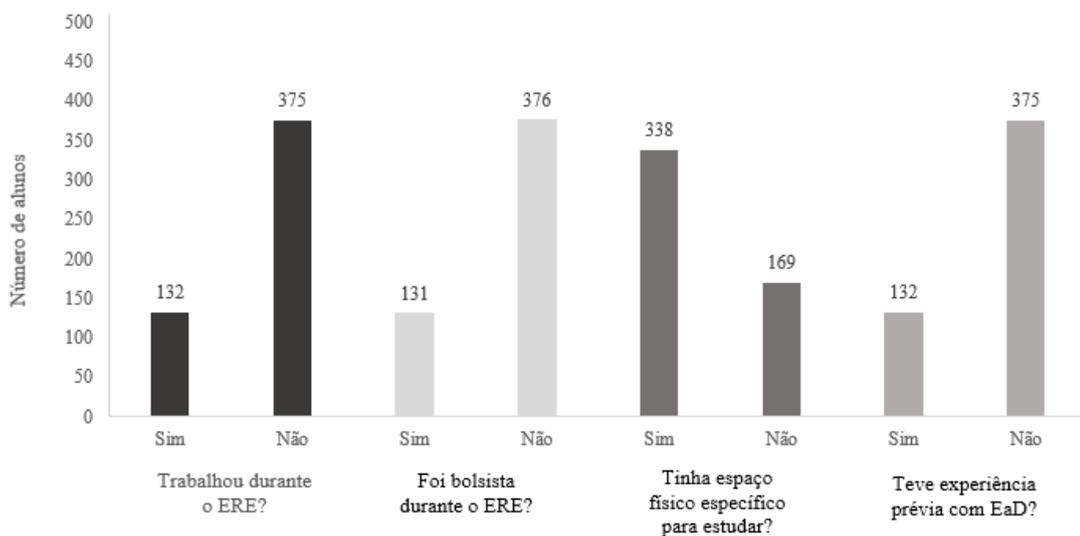


Figura 19 - Condições socioeconômicas e experiências dos alunos

Fonte: A autora.

Em linhas gerais, percebe-se que algumas variáveis apontam que há certa homogeneidade entre os perfis de participantes, como por exemplo o fato de 97% deles não ter filhos, 83% enquadrar-se na faixa etária de 18 a 24 anos, 87% ter retornado à residência familiar durante o RTE e 74% não ter recebido suporte material ou financeiro da instituição. Por fim, a

Figura 20 detalha o quantitativo de alunos por curso e período letivo. Os dados permitem identificar quais cursos apresentavam, à época, maior número de alunos retidos em Cálculo 2.

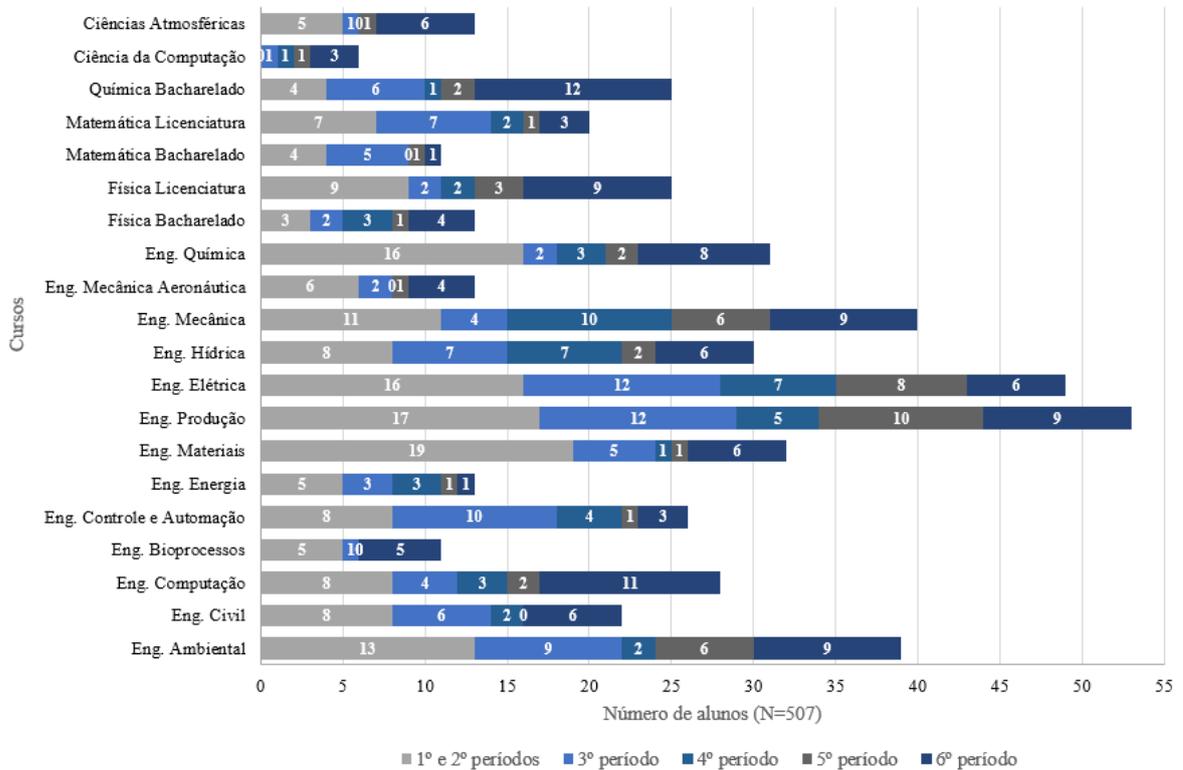


Figura 20 - Quantitativo alunos por curso e período

Fonte: A autora.

No último Apêndice, ao final deste trabalho, os dados apresentados nas Figuras 14 a 19 estão novamente representados, porém, em uma tabela e com indicadores percentuais em cada variável.

5.5 Instrumentos de pesquisa

Os instrumentos de medida utilizados nesta tese são: 1) Um questionário que buscou analisar o perfil acadêmico e socioeconômico dos alunos; 2) A escala *Estratégias de aprendizagem* (UMEKAWA e ZERBINI, 2020); 2) A escala *Reação aos procedimentos instrucionais em EaD* (MARTINS e ZERBINI, 2015); 3) A escala *Ambiente de estudo e procedimentos de interação* (ZERBINI e ABBAD, 2008a). Não serão detalhados os processos de construção de escalas psicométricas porque os objetivos desta tese, com esses instrumentos,

são a adaptação e a (re)validação²⁹ e não a construção deles. Os critérios de composição dos itens foram descritos pelas autoras nas respectivas publicações que validaram, pela primeira vez, a versão inicial de cada escala. As autoras atestam que os instrumentos foram elaborados com base em extensa análise da literatura nacional e internacional, sob rigorosos parâmetros psicométricos e foram culturalmente adaptadas às realidades e necessidades do ensino no Brasil. Ademais, a decisão pelo uso dessas escalas é marcada, sobretudo, pela relevância dos resultados empíricos que elas têm produzido, como se verifica na Tabela 2, que apresenta a estrutura empírica obtida pelas autoras dos instrumentos que serviram de base:

Tabela 2 - Resumo das informações sobre os instrumentos originais

Instrumento	Fatores	Nº de itens	Alfa de Cronbach ³⁰	Cargas fatoriais ³¹	
				Mín	Máx
Estratégias de aprendizagem (Umeaka e Zerbini, 2020)	1. Monitoramento da compreensão	14	0,87	0,30	0,70
	2. Estratégias autorregulatórias	7	0,80	0,35	0,81
	3. Busca de ajuda interpessoal	3	0,82	0,63	0,72
	4. Estratégias cognitivo-comportamentais	7	0,78	0,38	0,80
Reação aos procedimentos instrucionais em EaD (Martins e Zerbini, 2015)	Unifatorial	17	0,96	0,60	0,86
Ambiente de estudo e procedimentos de interação (Zerbini e Abbad, 2008)	1. Contexto de estudo	8	0,85	0,44	0,84
	2. Custos pessoais e profissionais	8	0,84	0,35	0,95
	3. Ferramentas de interação	5	0,83	0,31	0,92

Fonte: Elaborado pela autora.

²⁹ Cita-se (re)validação porque as escalas citadas já foram validadas, anteriormente, em outros estudos.

³⁰ Índice de consistência interna. Os parâmetros de valor do Alfa de Cronbach serão descritos no tópico 5.6.

³¹ Em Análise Fatorial, carga fatorial (variando de -1 a 1) é entendida como o peso que cada variável possui dentro do fator a que pertence. O valor é obtido na matriz de coeficientes de cargas fatoriais, gerada por meio da Análise Fatorial Exploratória (HAIR *et al.*, 2009). No tópico 5.8, esses coeficientes serão melhor detalhados.

Tomando como exemplo a Tabela 2, tem-se que o instrumento *Estratégias de Aprendizagem* apresentou uma estrutura empírica com quatro fatores, em que o Fator 3, por exemplo, denominado “Busca de ajuda interpessoal”, foi composto por três variáveis (ou seja, três itens do instrumento) com cargas fatoriais que variavam de 0,63 a 0,72.

Nos últimos anos, vários autores brasileiros têm checado as evidências de validade dessas escalas em diversos contextos. E os instrumentos têm passado por aprimoramento contínuo. Até este momento, a maioria das pesquisas que aplicaram tais escalas envolvia contextos de cursos presenciais e EaD, em vários níveis (graduação em Gestão, Licenciaturas, cursos técnicos em âmbito nacional como os ofertados pelo Sebrae, educação continuada de professores da rede pública estadual, qualificação profissional em instituições públicas e privadas). Como mencionado no início deste trabalho, nenhum deles foi aplicado em contexto de ensino superior em Engenharia ou Ciências Exatas.

Quanto à aplicação das escalas em estudos anteriores, o instrumento “Estratégias de Aprendizagem” foi testado em diversos contextos: cursos de graduação a distância (GÓES; PAVESI; ALLIPRANDINI, 2013; MORAES, 2016; UMEKAWA, 2013), cursos de qualificação profissional a distância (ZERBINI, CARVALHO e ABBAD, 2006; ZERBINI e ABBAD, 2008; ZERBINI *et al.*, 2015) e ensino superior híbrido (MARTINS e ZERBINI, 2014b).

A escala “Reação aos procedimentos instrucionais em EaD” (MARTINS e ZERBINI, 2015), é uma adaptação da primeira versão construída e validada por Zerbini e Abbad (2009). Desde 2009, então, a escala tem sido utilizada em várias pesquisas nacionais, em âmbito de ensino EaD (BORGES-FERREIRA e ABBAD, 2009; MARTINS e ZERBINI, 2015; MARTINS, ZERBINI e MEDINA, 2018a).

A escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação” já foi adaptada e aplicada em contexto de ensino superior e corporativo (UMEAKA, 2013; MARTINS, 2016). Originalmente, foi validada por Zerbini e Abbad (2008) em contexto de qualificação profissional junto a 1.602 participantes de um curso de abrangência nacional, o *Iniciando um Pequeno Grande Negócio* – IPGN/Sebrae. A estrutura empírica encontrada pelas autoras, em 2008, está descrita na Tabela 2.

Nesta tese, fez-se uma adaptação com base na versão original de Zerbini e Abbad (2008). Escolheu-se esta versão porque ela abrange maior quantidade de itens específicos sobre ferramentas de interação em ensino a distância.

5.6 Adaptação e validação das escalas

Cassepp-Borges, Balbinotti e Teodoro (2010) orientam que a adaptação de escalas³² exige domínio do referencial teórico pertinente e rigor quanto à manutenção do conteúdo dos itens originais. Também se deve atentar às características psicométricas que o instrumento vem apresentando e avaliar se a escala é adequada ao perfil da população a que se destina e aos objetivos do pesquisador.

Borsa, Damásio e Bandeira (2012) consideram que há muitas vantagens no processo de adaptar uma escala já existente, em vez de elaborar nova escala para um contexto específico. Ao optar pela adaptação, o pesquisador é capaz de comparar resultados obtidos em diferentes amostras e contextos, o que permite uma avaliação imparcial e justa, e uma maior capacidade de generalização, dado que se trata de uma mesma medida, que avalia o mesmo construto, com base em uma única perspectiva teórica e metodológica. As perspectivas de sucesso na adaptação e na validação aumentam se o instrumento for (ou se vier a ser) culturalmente apropriado à população-alvo, como citam Kankaras e Moors (2010) e Sireci *et al.* (2006).

Nesse momento, cabe esclarecer a diferença entre “adaptar” e “validar” uma escala. “Adaptação” se refere à adequação cultural, semântica, idiomática ou linguística dos itens de uma escala, com vistas a torná-la apropriada a uma determinada população de estudo. “Validação” é um conceito mais abrangente e diz respeito, de forma resumida, à propriedade de um instrumento medir exatamente o que se propõe (URBINA, 2007). Sendo assim, quando foram selecionadas as escalas para esta tese, consideraram-se aspectos textuais (semântica dos itens), distribuição dos itens em fatores, índices psicométricos apresentados (cargas fatoriais, Alfa de Cronbach, quantidade de pontos das escalas etc).

O Alfa de Cronbach (α) foi o parâmetro adotado para calcular o índice de consistência interna das três escalas e é bastante utilizado, sobretudo, em estudos transversais - quando as medições são realizadas em apenas um único momento (SIJTSMA, 2009). Em geral, as áreas do conhecimento tendem a acatar, de formas diferentes, os valores do Alfa de Cronbach, tendo em vista a natureza e delineamento de cada estudo. Para estudos de natureza semelhante à desta tese, Gliem e Gliem (2003) sugerem que $\alpha > 0,90$ = excelente; $\alpha > 0,80$ = bom; $\alpha > 0,70$ = aceitável; $\alpha > 0,60$ = questionável; $\alpha > 0,50$ = pobre; $\alpha < 0,50$ = inaceitável. Estes serão os parâmetros adotados na interpretação dos índices de consistência interna das estruturas

³² Nesta tese, escala, instrumento e questionário serão utilizados como sinônimos.

empíricas. Uma rápida análise da Tabela 2 indica que os índices Alfa de Cronbach das escalas originais usadas aqui são bons ou excelentes.

Ainda quanto ao processo de adaptação, Borsa, Damásio e Bandeira (2012) afirmam que é essencial aplicar um instrumento-piloto a um grupo de indivíduos da população-alvo a fim de que sejam analisados os aspectos conceituais e linguísticos dos itens. E, sempre que possível, se devem discutir os ajustes e alterações propostos diretamente com os autores das escalas originais. Nesta tese, essas orientações foram acatadas e a autora dos instrumentos originais acompanhou todo o processo de adaptação, que está descrito na Figura 21.

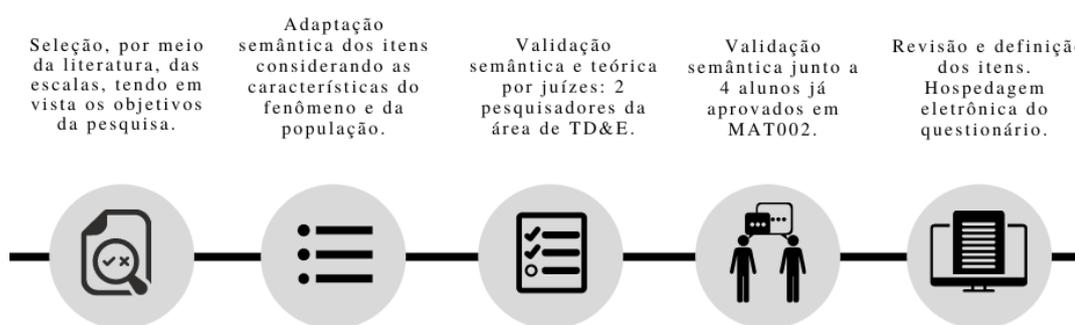


Figura 21 - Procedimentos de seleção e validação das escalas

Fonte: Autoria própria.

Utilizou-se da literatura teórica e empírica de TD&E para fundamentar as propostas de adaptações. As duas juízas que participaram da validação semântica e teórica dos itens foram: uma doutoranda em Psicologia (USP-Ribeirão Preto), com ênfase em TD&E e a própria autora das escalas, Doutora em Psicologia (UnB), professora-pesquisadora vinculada à USP-Ribeirão Preto.

Todas as três escalas originalmente utilizaram formato tipo *Likert* de 11 pontos, que variava de 0 a 10. Esta foi a primeira alteração que se fez. Adotou-se, aqui, a escala de sete pontos, que tem sido mais sugerida na literatura estrangeira nos últimos anos (SIMMS *et al.*, 2019). Simms *et al.* (2019), em estudo que testou o comportamento de diversos tipos de instrumentos, após várias análises estatísticas, encontraram que: a) poucas opções de resposta (entre duas e quatro) levaram a uma considerável diminuição na média dos escores dos participantes, sendo que esse escore mostrou-se consistente entre quatro e sete opções; b) os níveis de fidedignidade reduziam de acordo com o menor número de opções e passaram a ser prejudicados, também, em escalas que adotam mais de sete pontos.

Segundo Lissitz e Green (1975), a quantidade de pontos de uma escala depende dos objetivos do estudo e dos interesses do investigador; os autores indicam que a definição do

número ideal deve levar em conta os efeitos do mesmo na confiabilidade do instrumento. Para os autores, a partir de cinco pontos, não há aumento na confiabilidade – esta pode até mesmo baixar se o número de pontos superar for maior que cinco.

No mesmo sentido, Weijters, Cabooter e Schillewaert (2010) indicam que o uso de escalas de cinco pontos é mais adequado para populações que não apresentam alta capacidade cognitiva, habilidades verbais e/ou experiência prévia com questionários. Em outros casos, como geralmente ocorre em amostras de estudantes com alto nível de escolaridade, as de sete pontos são apropriadas e, acima de sete, poucas melhorias são encontradas (LOZANO *et al.*, 2008). Weijters, Cabooter e Schillewaert (2010) ainda sugerem que as escalas devam ter um ponto central e serem totalmente ancoradas (todos os pontos com seus respectivos nomes) ou, nos casos em que se pretende realizar análises de correlação, regressão ou Modelagem por equações estruturais – MEE, serem nomeadas somente em suas extremidades, como se fez nesta tese.

5.6.1 Adaptação da escala Estratégias de aprendizagem em ensino remoto

Os itens desta escala foram os que passaram por mais adaptações de conteúdo, de ordem semântica, como por exemplo as substituições, em todos os itens, da palavra “curso” pela palavra “disciplina”. O Apêndice D apresenta o questionário finalizado. Sendo assim, neste momento, serão justificadas as mudanças mais cruciais.

A escala usada como base continha 31 itens. Após os processos de adaptação e validação, foram eliminados dois itens. O primeiro destes, “Aprendi conteúdos ao mentalizá-los repetidamente até perceber que havia entendido”, foi excluído por questões de similaridade com o item “Repeti mentalmente os conteúdos do curso que gostaria de aprender”. Para evitar o risco da redundância, manteve-se o segundo item.

O item “Li o conteúdo do curso várias vezes como método para aprender” também foi retirado da escala por dois motivos: 1) ele já vinha apresentando cargas fatoriais baixas (entre 0,35 e 0,42) nos últimos estudos que checaram as evidências da escala (MARTINS e ZERBINI, 2014b; UMEAKA e ZERBINI, 2020); 2) a natureza da disciplina, ser da área de Cálculo (Ciências Exatas), pressupõe menor demanda por “leituras de conteúdos” teóricos e maior ênfase à prática e à realização de exercícios. Ademais, o item “Estudei o material de apoio didático da disciplina (slides, exercícios resolvidos etc) para compreender melhor os conteúdos”, que foi incluído na escala, já guardava semelhanças semânticas com esse item excluído e avaliava as estratégias de consulta aos materiais como forma de aprender.

Por fim, a versão final do instrumento, para esta tese, ficou com 29 itens, associados a uma escala tipo *Likert* de sete pontos, que varia de 1 (Nunca) a 7 (Sempre). Esta escala avaliou a frequência com que o respondente adotou determinada estratégia de aprendizagem.

5.6.2 Adaptação da escala Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto

Como feito na seção anterior, neste tópico também serão descritas as principais alterações feitas na escala utilizada. O Apêndice E apresenta a versão final do instrumento. O primeiro destaque diz respeito à inclusão do item “Variedade no uso de recursos educacionais inovadores, tais como aulas ao vivo, vídeos feitos pelo professor, uso de *softwares* e aplicativos”. Nesse particular, intentava-se observar se foram utilizadas essas tecnologias digitais durante o semestre. Dado o formato exclusivamente *on-line* da oferta das disciplinas, o uso desses recursos seria previsível e, do ponto de vista instrucional, desejável, embora não seja obrigatório para se conduzir uma disciplina a distância. Considerou-se a hipótese de que, à época, muitos professores fizeram a migração de modalidade mantendo-se os mesmos procedimentos tradicionais adotados antes da pandemia, como foi constatado por Loton *et al.* (2020) e Naji *et al.* (2020). Ou seja, talvez não tenham explorado essas ferramentas. Desse modo, buscava-se identificar se, no contexto deste estudo, elas foram utilizadas.

Os itens “Novidades e lembretes divulgados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA)” e “*Links* disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA)” foram retirados. Em relação ao segundo item, a princípio, considerou-se que, embora a Unifei tenha um sistema acadêmico (SIGAA), não se tinha conhecimento se os professores de Cálculo 2 utilizaram-no como um AVA, como ocorre no âmbito da Educação a distância tradicional. Em outras palavras, o AVA em EaD não é apenas um *software* para envio de materiais e tarefas (ABBAD, 2007; SO, 2009); por meio de seus recursos, é possível interagir de forma assíncrona e síncrona com os alunos, acompanhar todo o processo de aprendizagem e, em alguns sistemas, gerar relatórios sobre performance e progresso dos alunos.

Ferramentas que viabilizam a criação de *chats* (salas de bate-papo), enquetes e questionários também são comuns nessas plataformas e estão disponíveis no SIGAA da Unifei. Recursos de *software* para correção automática das questões também estão presentes neste sistema. Porém, segundo informação verbal fornecida por um dos docentes de Cálculo 2, boa parte dos professores desta área utilizavam a plataforma apenas para enviar materiais de estudo ou provas/testes. Alguns adotaram o *Moodle*, com as mesmas finalidades. E a hospedagem de tais materiais era feita por meio de *uploads* de arquivos e não por meio de *links*. Enfim, dado

que na escala havia o item “Leituras recomendadas pelo professor” e, somada a essa informação do professor, optou-se pela retirada do item atinente a links.

Quanto à decisão pela exclusão do item “Novidades e lembretes divulgados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA)”, considerou-se o fato de que, na escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação”, o item “Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral” avaliaria, pelo menos em nível quantitativo, as mensagens do tipo “novidades e lembretes”. Porém, após envio do questionário, verificou-se que não seria necessário ter eliminado esse item. Primeiro porque ele focaria, apenas, a disciplina de Cálculo 2 e não as *disciplinas em geral*, como se mediu na escala “Ambiente de estudo”. Segundo, ele estava mais ligado à mensuração da *qualidade* do conteúdo dessas mensagens do que à frequência delas. E, por último, ao encaminhar materiais e tarefas no SIGAA, o professor tem a opção de “notificar os alunos”. Se ele assim fizer, automaticamente o aluno recebe uma mensagem – dentro do sistema e em seu e-mail, as “Novidades” postadas pelo professor.

Na plataforma, qualquer “movimento” feito pelo professor pode ser conhecido dos alunos se estes autorizarem o recebimento de notificações do sistema em seus e-mails. E os “lembretes” equivaleriam aos sinais simbólicos (pontos de exclamação, em vermelho) que o sistema apresenta para sinalizar ao aluno que ele tem pendências de envio de tarefas e o prazo de envio está na iminência de expirar. Sendo assim, em novas aplicações dessa escala, em contextos como este, esse item não seria retirado.

Os itens “Fóruns de notícias” e “Fóruns de discussão”, pertencentes à escala original, foram excluídos. Tais recursos estão disponíveis no sistema acadêmico. Porém, embora a Administração da Unifei tenha determinado que, durante a pandemia, o SIGAA deveria ser usado como sistema oficial, a possibilidade de os docentes de Cálculo 2 não utilizarem essas funcionalidades fez com que se decidisse por retirar esses itens para não “inflar” o questionário.

Além disso, essas decisões buscaram atender a uma demanda de ordem metodológica. No artigo de Martins e Zerbini (2015), as autoras constataram o fenômeno da multicolinearidade ($r \geq 0,80$) em quatro pares de itens da escala “Procedimentos instrucionais em EaD”: par 1 – item 6 “Novidades e lembretes divulgados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA)” e 7 “Links disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem (AVA)” ($r=0,87, p<0,01$); par 2 – 12 “Fóruns de apresentação” e 13 “Fóruns de dúvidas” ($r=0,80, p<0,01$); par 3 – 13 “Fóruns de dúvidas” e 14 “Fóruns de notícias” ($r=0,86, p<0,01$); e par 4 – 14 “Fóruns de notícias” e 15 “Fóruns de discussão” ($r=0,81, p<0,01$). As autoras alertaram para a análise criteriosa desses itens em validações posteriores.

O fenômeno da multicolinearidade, presente entre variáveis independentes, representa a correlação (não desejável) entre dois coeficientes, apontando uma possível duplicidade de itens por semelhança semântica entre eles. Causa o alargamento dos intervalos de confiança pela inclusão de covariâncias à matriz de variância-covariância dos coeficientes estimados na regressão (HAIR *et al.*, 2009). Nesta tese, bem como no estudo de Martins e Zerbini (2015), a multicolinearidade consistiu na presença de correlações superiores a 0,80 entre pares de coeficientes na matriz de correlações bivariadas de Pearson. Na ocorrência de casos como esses, uma das variáveis que integra o par correlacionado foi retirada da análise. Esses critérios baseiam-se em orientações de Pasquali (2009) e Tabachnick e Fidell (2013).

Então, pelos motivos apresentados, nenhum desses itens foi incluído na versão proposta da escala. Por fim, a versão final do instrumento “Reação aos procedimentos instrucionais” ficou com 12 itens, associados a uma escala tipo *Likert* de sete pontos, que varia de 1 (Muito ruim) a 7 (Muito bom). Pretendeu-se avaliar os aspectos atinentes a planejamento instrucional por meio de medidas referentes aos procedimentos adotados pelo professor e a alguns fenômenos ligados à natureza da disciplina avaliada.

5.6.3 Adaptação da escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Nesta escala, dentre as principais modificações (ver Apêndice F), destaca-se a substituição do item original “Estudo dos conteúdos do curso com a regularidade proposta” para “Meus métodos de organização e planejamento das atividades de estudo”. Alterou-se o item por alguns motivos. A escala tipo *Likert* de sete pontos variava de 1 (Prejudicou bastante meu desempenho) a 7 (Não prejudicou meu desempenho). Por questões semânticas, considerou-se inadequado avaliar se “estudar os conteúdos” prejudicou muito ou pouco o *desempenho*. Ademais, no instrumento original de Zerbini (2008), cujo contexto de pesquisa era um curso de qualificação profissional ofertado em âmbito nacional, os 11 pontos de intensidade da escala da autora mensuravam se o “Estudo dos conteúdos do curso com a regularidade proposta”: 0 - Dificultou muito minha *permanência* no curso a 10 - Não dificultou minha *permanência* no curso. Nesta tese não se buscava associar regularidade de estudo e permanência e, sim, estudo e *desempenho* do aluno.

O novo item, portanto, foi inserido para atender ao contexto da pesquisa, dialogar com estudos anteriores que validaram essa escala em contexto de ensino superior. A elaboração do novo item “Meus métodos de organização e planejamento das atividades de estudo” está em

consonância com a proposta de Martins (2016) em sua escala “Barreiras e facilitadores em EaD”. Tendo em vista o contexto da pandemia, considera-se que avaliar essa variável é de grande valia para explicar o construto dentro do fenômeno desta tese.

Outra novidade na adaptação desta escala foi o desdobramento do item original “Problemas relacionados a minha saúde” em dois itens: “Minha condição de saúde física” e “Minha condição de saúde mental”. A alteração foi validada por juízes e foi considerada essencial porque os indivíduos vivenciavam um cenário pandêmico.

Por motivo semelhante e, também, por questões de clareza textual, justifica-se a mudança do item “Volume de leitura na tela do computador” para “Volume *de tempo de exposição* à tela do computador/celular. Propôs-se essa alteração textual porque se entendeu que a intenção, desde a versão original, era investigar os prejuízos decorrentes do *tempo* de tela para leitura e não do *volume* de leitura. Sendo assim, “volume de tempo de exposição à tela do computador/celular” deixa mais clara essa intenção e ainda expande a análise de duas formas: os prejuízos ao desempenho, conforme o item proposto aqui, podem advir do tempo de tela (que pode ser com leitura de materiais, realização de tarefas, entretenimento etc) e do uso de mais de uma tela (celular conciliado com computador).

Por fim, a versão final do instrumento, disponível no Apêndice E, ficou com 14 itens, associados a uma escala tipo *Likert* de sete pontos, que varia de 1 (prejudicou bastante meu desempenho) a 7 (não prejudicou meu desempenho). Pretendeu-se avaliar o quanto cada fator descrito nos itens dificultou o desempenho do aluno considerando-se variáveis contextuais.

5.7 Procedimentos de coleta de dados

O questionário da pesquisa foi divulgado aos alunos de graduação do *campus* de Itajubá em vários momentos: a) primeiro contato por meio de envio de mala-direta via PRG (dez/2020); b) replicação dessa campanha pelo setor de Comunicação da Unifei no e-mail oficial “Divulgação Unifei”, o qual foi direcionado a todos os alunos de graduação do *campus* de Itajubá (dez/2020 e jan/2021); c) envio de mala-direta aos bolsistas por meio da Diretoria de Assuntos estudantis (fev/2021); d) divulgação do questionário por intermédio de seis docentes que lecionavam disciplinas técnicas no segundo semestre de 2020 aos mesmos alunos público-alvo do estudo. Neste caso, esses professores voluntariamente disponibilizaram o link da pesquisa em suas turmas virtuais no SIGAA (fev/2021).

Por fim, a última campanha decorreu de uma parceria com a Diretoria de Tecnologia de Informação – DTI da Unifei, a qual, com anuência da PRG, hospedou, em março de 2021, o

link do questionário no SIGAA. O aluno de graduação, ao abrir o sistema, era convidado a responder ao questionário naquele momento ou, posteriormente, quando fizesse *login* novamente. Nesse caso, atentou-se para que a DTI permitisse apenas mais uma notificação sobre o questionário, para não prejudicar a experiência do aluno com a interface do sistema. Na Figura 22, apresenta-se um fluxograma em que são descritas as ações de divulgação desta pesquisa após aprovação da versão final de cada escala.

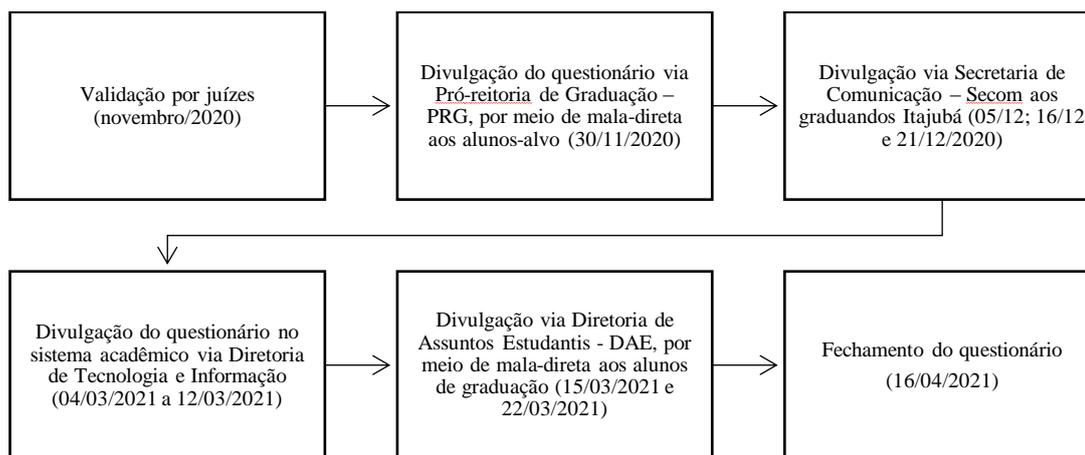


Figura 22 - Sequência de etapas de divulgação do questionário da pesquisa

Fonte: A autora.

Todos esses procedimentos de coleta de dados ocorreram de forma remota. A cada divulgação, os textos que acompanhavam as “chamadas” eram adaptados às mídias a fim de angariar o maior número de respondentes. Atentou-se à linguagem, ao envio em horários e períodos estratégicos. Ademais, preocupou-se com a objetividade na elaboração das mensagens, bem como com a interface do questionário, como por exemplo, a adequação de layouts de textos e questões de acordo com cada tipo de mídia: para *smartphones* e para computadores. Acredita-se que a atenção a esses aspectos permitiu que grande número de alunos participasse da pesquisa, mesmo estando em período de ERE.

5.8 Procedimentos de análise descritiva e análise fatorial das escalas

Inicialmente, cabe esclarecer que não foi necessário realizar tratamento de casos omissos pois o formato do questionário eliminou a possibilidade de células vazias no banco de dados. O primeiro passo desta etapa, então, foi analisar, por meio de estatísticas descritivas de parametrização simples (média, moda, desvio-padrão etc), todos os 55 itens das três escalas, que passarão a ser consideradas variáveis independentes. Em seguida, essas 55 variáveis foram

padronizadas em escores Z. Nesta tese, escolheu-se por padronizar os dados a fim de trabalhar com autovalores e autovetores da matriz de correlações (R), em vez da matriz de covariâncias.

Segundo Tabachnick e Fidell (2013), a transformação em escore Z é essencial para se proceder à identificação de *outliers* (casos extremos) univariados e multivariados. *Outliers* univariados, nesta tese, referem-se a alguma resposta dissonante do conjunto de assertivas em uma única variável (ou item da escala). Para detectá-los, considerou-se este critério: as respostas cujos escores padronizados eram iguais ou superiores a 3,29 ($p < 0,001$, *two-tailed*) foram retiradas. Isso significa que a eliminação de qualquer tipo de *outlier* implicou a exclusão de indivíduos do banco de dados.

Outliers multivariados são valores decorrentes de um arranjo anormal de escores em duas ou mais variáveis (HAIR *et al.*, 2009). Para identificá-los, adotou-se como critério a distância *Mahalanobis* – conceitualizada como a distância de um caso do centro do restante dos casos, considerando tal centro como um ponto criado a partir das médias de todas as variáveis. Tal medida de distância baseia-se nas correlações entre variáveis por meio da matriz de variâncias e covariâncias residuais e é invariante à escala, ou seja, não depende da escala das medições (JOHNSON e WICHERN, 2007).

Considerando a ampla amostra disponível neste estudo e o fato de que se atendeu aos critérios de cálculo amostral necessários para cada técnica adotada – como se verá em cada etapa a ser descrita, estabeleceu-se nível de significância de 99% ($\alpha = 0,01$) para o cálculo da distância de *Mahalanobis*. Assim, com a determinação do número de graus de liberdade (número de variáveis consideradas), chegou-se a um valor de referência a partir do exame da tabela de valores críticos da distribuição qui-quadrado. Valores excedentes ao disposto nessa tabela foram excluídos.

Logo após o tratamento dos casos de *outliers*, deu-se início à preparação para realizar as Análises Fatoriais dos três instrumentos. Não se procedeu a testes de normalidade das distribuições de frequência na etapa de AF, apenas nas análises de Regressões Múltiplas, que serão detalhadas no tópico 5.9. Pasquali (2009), Tabachnick e Fidell (2013) e outros autores pontuam que a robustez da técnica da Análise Fatorial Exploratória – AFE, em específico, suporta desvios da normalidade. Ademais, Abbad e Torres (2002) destacam que o tamanho da amostra interfere nos efeitos da não-normalidade. Utilizando como base o teorema do limite central, estes autores lembram que, quanto maior a amostra, maior a chance de que as distribuições das médias das variáveis envolvidas estejam normalmente distribuídas, apesar de não terem individualmente o formato normal.

Sendo assim, após limpeza do banco de dados, procedeu-se à escolha da técnica de redução da dimensionalidade da matriz de dados. Johnson e Wichern (2007) apontam a AFE como excelente técnica multivariada para esse fim porque ela é capaz de representar, em poucos fatores, a relação de covariância entre diversas variáveis. Segundo Browne (2001), na AFE, cada fator gerado abarca um conjunto de variáveis observadas (no caso desta tese, seriam os itens dos questionários) que partilham uma variância em comum, ou seja, são influenciadas pelo mesmo construto subjacente a cada fator. Hair *et al.* (2009) conceituam a AFE como uma técnica oriunda da análise fatorial que tem como objetivo principal identificar as relações subjacentes entre as variáveis medidas. Para isso, utiliza das correlações entre um grande número de variáveis com o intuito de agrupá-las em fatores e, por conseguinte, reduzir dados e facilitar as análises.

Outra opção para redução de dimensões é o método de Análise de Componentes Principais – ACP ou *Principal Components* – PC. Na ACP tem-se que, embora p componentes sejam necessários para se reproduzir a variabilidade total de uma matriz de dados, é possível, por meio de técnicas computacionais, fazer com que um reduzido número k de componentes principais abranja essa variabilidade. Em outras palavras, em k componentes principais ter-se-ia a quantidade de informação suficiente para explicar as p variáveis originais (JOHNSON e WICHERN, 2007).

Embora a ACP e a AFE assemelhem-se quanto ao potencial de redução dos dados, elas se distinguem em alguns aspectos. Por serem empregadas de forma indiscriminada em muitas áreas do conhecimento, é válido diferenciá-las neste momento (WIDAMAN, 2007). A ACP gera componentes, enquanto a AFE gera fatores. O que distingue componentes de fatores é o modo como as variáveis são retidas. Em ambas técnicas se considera que a variância de uma variável é composta por três aspectos: variância específica, variância comum e variância de erro. A primeira se refere à porção de variância do item que não é compartilhada com nenhuma outra variável. A segunda diz respeito à variância que é compartilhada entre todos os itens que compõem determinado fator ou componente. E a variância de erro indica a parcela do item não explicada pelo componente ou fator (DAMÁSIO, 2012).

Portanto, a retenção dos itens por meio da ACP baseia-se apenas na correlação linear das variáveis observadas e não diferencia a variância comum da variância específica entre os itens. Sendo assim, os componentes são formados por itens cujos índices abarcam tanto a variância comum quanto a variância específica. Já nas AFEs, apenas a variância comum é considerada. A retenção pela técnica de AFE aponta fatores (construtos latentes) que explicam

a covariância entre as variáveis, desconsiderando-se as variâncias específicas (parcelas individuais) destas (BROWNE, 2001).

Como consequência, nos resultados de uma ACP, os itens tendem a apresentar cargas fatoriais e comunalidades mais elevadas, e índices de variância explicada infladas, quando comparadas à AFE (WIDAMAN, 2007). Portanto, pesquisadores alertam para o uso de ambas as técnicas de forma complementar, pois a adoção da ACP como técnica única de extração de fatores é imprecisa (COSTELLO e OSBOURNE, 2005; OGASAWARA, 2003), principalmente para compreensão de construtos latentes que pressupõem a inter-relação entre um conjunto de itens (WIDAMAN, 2007).

Vários autores lembram que, nos processos de decisão de número de fatores, o pesquisador deve se decidir com base em critérios teóricos e metodológicos claros, a fim de obter uma estrutura fatorial adequada (COSTELLO; OSBORNE, 2005. DAMÁSIO, 2012; HONGYU, 2018).

Portanto, nesta tese optou-se por associar as duas técnicas de retenção fatorial: a ACP de forma exploratória e a AFE de forma confirmatória. Como critérios para elaboração da matriz de variância-covariância, os seguintes pressupostos, recomendados por Pasquali (2009), foram considerados:

- a) Tipos de coeficientes de correlação: empregou-se o tipo mais ajustado de matriz de variância-covariância para análise fatorial, ou seja, aquele baseado nas correlações bivariadas de Pearson;
- b) Cálculo do tamanho da amostra: foi adotado o critério que define cerca de 10 casos para cada variável observável;
- c) Linearidade: com base nas correlações bivariadas de Pearson, considerou-se que valores diferentes de zero e significativos sinalizam a existência de uma relação linear entre cada par de variáveis, considerada forte quanto mais próxima de 1 for o coeficiente obtido;
- d) Multicolinearidade e singularidade: correlações superiores a 0,80 indicavam caso de multicolinearidade e correlações superiores a 0,90 sinalizavam singularidade. Na ocorrência de casos como esses, uma das variáveis foi excluída do banco de dados. Esses critérios baseiam-se em Pasquali (2009) e Tabachnick e Fidell (2013);
- e) Critérios de fatorabilidade (constatação da real presença de covariâncias na matriz): foram aplicados os testes Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e esfericidade de Bartlett, conforme descrição a seguir. Antes, analisou-se a intensidade das

correlações – foram consideradas importantes as correlações cujos valores estavam acima de 0,30, positivo ou negativo em mais de 50% dos casos. Posteriormente, realizou-se o teste estatístico de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) – que examina as correlações parciais das variáveis. Neste caso, a matriz é considerada fatorável quanto mais próxima do valor 1 for esta estatística, visto que isso indica que as variáveis guardam muita variância em comum (HAIR *et al.*, 2009). Aplicou-se, também, o teste de esfericidade de Bartlett, o qual avalia a significância geral de todas as correlações em uma matriz de dados e indica em que medida a matriz de covariância é similar a uma matriz identidade, ou seja, não apresentam correlações entre si (FIELD, 2009). Valores deste teste com níveis de significância $p < 0,05$ indicam que a matriz é fatorável (TABACHNICK e FIDELL, 2013).

O índice de KMO indica o quão adequada é a aplicação da AFE para o conjunto de dados. Assim, como critérios para interpretação desse índice, considerou-se que valores menores que 0,5 são inaceitáveis, entre 0,5 e 0,7 são medíocres; valores entre 0,7 e 0,8 são considerados bons; valores maiores que 0,8 e 0,9 são ótimos e excelentes, respectivamente (HUTCHESON e SOFRONIOU, 1999).

Na Figura 23, tem-se um breve resumo ilustrativo dos procedimentos descritos até aqui, acompanhados de seus respectivos objetivos, bem como a indicação dos softwares estatísticos que foram utilizados e dos principais autores que embasaram as decisões.

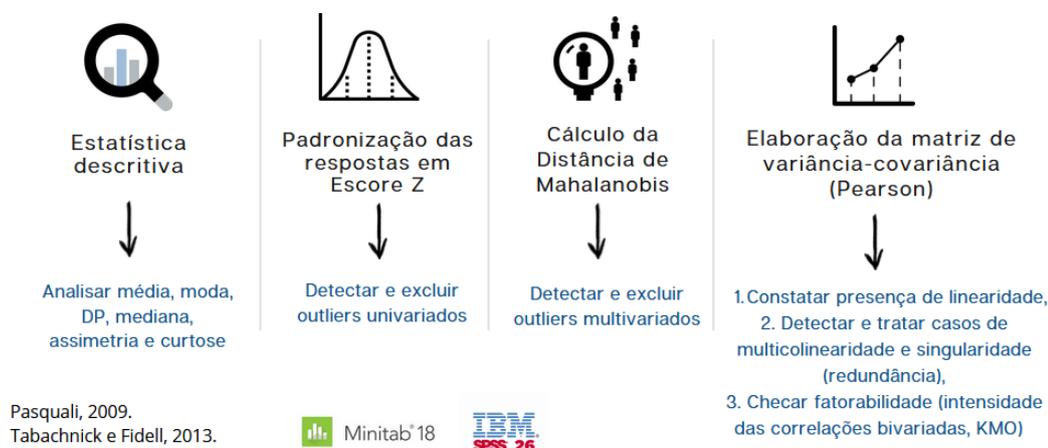


Figura 23 - Etapas de análises exploratórias dos dados

Fonte: A autora.

Quanto à ACP, os critérios adotados nesta tese para intentar descobrir o número de componentes adequado para cada estrutura de dados foram estes:

- 1) Critérios convencionais: critério *Kaiser-Guttman* ($eigenvalues > 1$). Segundo Hair *et al.* (2009), tal critério foi desenvolvido com base em uma matriz de correlação populacional; neste estudo, trabalha-se com amostra. E, para evitar o risco de superestimação do número de fatores, analisou-se, também, a distribuição visual por meio do gráfico *scree plot*;
- 2) Critérios estatísticos (testes de significância): adotou-se o método das Análises Paralelas (HORN, 1965), há alguns anos já utilizado pela literatura internacional (DAMÁSIO, 2012). Nesta pesquisa, considerou-se o intervalo de confiança de 95% obtido nos valores dos *eigenvalues* aleatórios e a matriz aleatória foi fatorada 999 vezes, como se explicará a seguir. A técnica de Análise Paralela – AP consiste em um procedimento estatístico de simulação Monte-Carlo e se baseia na construção aleatória de um conjunto hipotético de matrizes de correlação de variáveis, com a mesma dimensionalidade (o mesmo número p de variáveis e o mesmo número n de sujeitos) do conjunto de dados reais (LAROS e PUENTE-PALACIOS, 2004). Tal análise compara os autovalores empíricos, resultantes da ACP, e os autovalores aleatórios, gerados por meio de recurso computacional. Nesta tese, utilizou-se o *software @FACTOR*, versão 8.02 (LORENZO-SEVA & FERRANDO, 2006) por causa da quantidade de variáveis e do tamanho da amostra. Ao final, essa técnica retira da estrutura os fatores que apresentam valor próprio empírico igual ou menor que os valores aleatórios. Segundo Laros e Puente-Palacios (2004), tal procedimento apresenta índice de precisão de 92% de indicação correta do número de fatores, constituindo-se como o melhor método para estabelecimento de número de fatores de uma matriz de respostas a questionários. O principal motivo é o fato de a técnica de Horn ser baseada em amostra e não em população, como é o caso da técnica de Kaiser-Guttman. Na AP, o critério do $eigenvalue > 1$ continua a valer. O diferencial é que cada $eigenvalue > 1$ permanecerá na estrutura se, e somente se, seu valor for maior do que seu respectivo $eigenvalue$ aleatório.

Após as ACPs, de posse das informações sobre o número de componentes possíveis de serem retidos na matriz de dados de cada escala psicométrica, fez-se a confirmação das três estruturas fatoriais por meio da AFE. Nesse estágio, três etapas foram cumpridas: 1) decisão do

método de estimação das cargas dos fatores; 2) definição do procedimento de rotação; 3) cálculo dos escores fatoriais.

Sobre a primeira etapa, Johnson e Wichern (2007) sugerem diversos métodos de estimação aplicados à análise fatorial, como Máxima Verossimilhança (*Maximum Likelihood*, ML); Eixos Principais fatoriais (*Principal Axis Factoring*, PAF); Componente Principal (CP); Mínimos Quadrados Generalizados; Mínimos Quadrados Não Ponderados e Fatoração Alfa.

Não serão detalhados aqui todos esses métodos, apenas o método de fatoração dos eixos principais (*Principal Axis Factoring - PAF*), que foi o adotado nesta tese. A PAF analisa as covariâncias entre as variáveis, ou seja, a variabilidade que as variáveis possuem em comum. Ela possui um modelo teórico que subsidia as suas análises, ou seja, assume que a covariância entre as variáveis é produto de uma causa comum entre elas: os fatores comuns. Ela foi escolhida, também, por ser comumente aplicada em estudos transversais, como é o caso desta tese (COSTELLO e OSBORNE, 2005).

O próximo estágio da AFE foi a escolha do tipo de rotação dos fatores. Foi adotado o método de rotação oblíqua (*direct oblimin*), o qual atende melhor à natureza deste estudo, se comparado aos métodos de rotações ortogonais como *varimax*, *equimax*. Johnson e Winchern (2007) esclarecem que as rotações ortogonais são apropriadas para um modelo fatorial no qual os fatores comuns são assumidos como independentes e as variáveis estão agrupadas em grupos não sobrepostos. Entretanto, esse pressuposto é raramente obtido nas pesquisas que envolvem comportamentos humanos ou aspectos sociais, resultando em perda de confiabilidade, se os fatores forem correlacionados ou em superestimação de variância explicada (SCHMITT e SASS, 2011).

Na prática, se os fatores, *a priori*, não apontam correlação, a escolha por rotações oblíquas ou ortogonais não traz resultados muito diferentes (COSTELLO e OSBORNE, 2005). Por outro lado, as rotações oblíquas permitem que os fatores sejam correlacionados entre si, que é o caso deste estudo. Sendo assim, em todas as análises fatoriais ACP e AFE, utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Science – SPSS*, versão 26, porque ele permite a aplicação desse procedimento de rotação.

Por fim, para definir o número de fatores é necessário, também, julgar a relevância deles. Esse julgamento é feito após o procedimento de rotação (TABACHNICK e FIDELL, 2013). Com base na orientação dessas autoras, foram adotados três critérios de relevância: pertinência teórica do fator, variância individual e índice de consistência interna. A pertinência teórica foi avaliada pela interpretação da relação entre o fator e o construto; também foram comparados

os fatores obtidos em estudos anteriores. Nessa parte, foi fundamental a colaboração da autora das escalas para compreender as estruturas fatoriais que foram se formando.

Quanto à variância individual, adotou-se o critério de *Harman*, em que se considera como relevante o fator que explica, pelo menos, 3% da variância total explicada das variáveis (TABACHNICK e FIDELL, 2013). O tamanho das cargas fatoriais também foi verificado porque ele expressa a estabilidade do fator, ou seja, quanto maiores elas forem, mais a variável é representativa do fator. Todavia, um fator pode ser válido, mas não consistente, por isso, executou-se, também, análises de consistência interna dos fatores, por meio do cálculo do índice de Alfa de Cronbach.

No que tange aos critérios de análise da (%) de variância explicada, ressalta-se que este é um tópico controverso que divide opiniões entre teóricos dentro de um mesmo campo de conhecimento e, mais ainda, entre ciências com enfoques bastante divergentes. Por esse motivo, é válido tecer algumas considerações. Do ponto de vista psicométrico, vários autores explicam que, em pesquisas que medem comportamento humano, nenhum fenômeno será totalmente explicado por nenhum construto hipotético, ou seja, a variância explicada nunca chegará ao seu valor total (100%) (BENTLER e RAYKOV, 2000).

Quando se busca compreender comportamentos ou opiniões por meio de escalas tipo *Likert*, Gliem e Gliem (2003) destacam que tal forma de avaliação inviabiliza a análise do nível de variância explicada como um indicador único de validação de um dado construto. Segundo o autor, a cega preocupação com a maximização do nível de variância explicada tende a produzir modelos hipotéticos inválidos, com superestimação dos fatores extraídos, resultando em construtos com fragilidade teórica e ínfima aplicabilidade prática. Desse modo, para que haja uma avaliação adequada das medidas de variância explicada em AFEs, em contextos de pesquisa como o desta tese, as análises devem ser guiadas pela parcimônia entre vários elementos: a magnitude do delineamento teórico e metodológico, e os resultados empíricos. Hair *et al.* (2009) orientam que, em ciências naturais, espera-se uma variância acumulada em torno de 95%, mas em ciências sociais é aceito um percentual em torno de 60% ou menos.

Esclarecidas essas questões, dá-se continuidade à descrição dos procedimentos. Após a AFE, verificou-se a estabilidade e interpretabilidade dos itens das escalas. A estabilidade diz respeito à análise do quanto os itens são bons representantes do fator; tal análise leva em conta, em geral, a carga fatorial do item (ou variável-independente). Foram mantidos, apenas, itens com cargas fatoriais maiores ou iguais a 0,4 (TABACHNICK e FIDELL, 2013). A interpretabilidade dos itens e dos fatores aos quais eles se ligavam foi avaliada por meio da análise da literatura da área.

A Figura 24 apresenta um resumo dos critérios psicométricos usados nesta tese para se definir o número de fatores em cada escala.

Critérios psicométricos para decisão sobre estrutura fatorial

- Validade de construto e coerência teórica
- Confiabilidade (consistência interna (Alfa de Cronbach >0,70))
- Estabilidade (carga fatorial do item dentro do fator a que pertence) ($r > 0,40$)

Tabachnick e Fidell, 2013.

Figura 24- Parâmetros psicométricos para retenção de fatores
Fonte: A autora.

Na última etapa, a média dos escores das variáveis originais de cada fator foi utilizada para calcular os escores fatoriais que serão utilizados na etapa seguinte: na regressão múltipla. Na Figura 24 é ilustrado o processo de redução dos dados pela ACP e AFE.

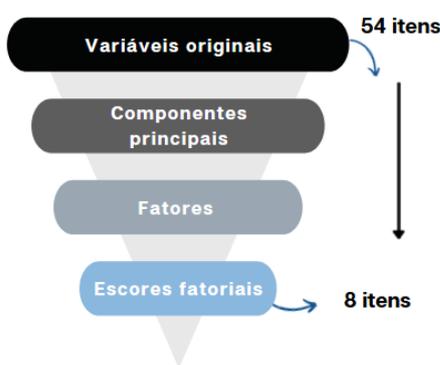


Figura 25 - Etapas de redução da matriz de dados das escalas
Fonte: A autora.

Verifica-se na Figura 25 que, inicialmente, tinha-se um banco de dados com 54 variáveis, as quais abrangiam todos os itens das três escalas aplicadas neste estudo. As técnicas estatísticas multivariadas aplicadas permitiram otimizar essa estrutura e reduzi-la a oito variáveis, o que facilitou as demais análises. A partir de agora, essas oito variáveis serão mais enfaticamente nomeadas como variáveis preditoras, como se mencionou em capítulos iniciais.

5.9 Procedimentos de análise dos testes de Regressão Múltipla

Os escores fatoriais citados acima foram utilizados nas análises de Regressão Múltipla (RM). A RM é definida por Tabachnick e Fidell (2013) como um conjunto de técnicas estatísticas que possibilita a avaliação do relacionamento de uma variável dependente (ou variável-resposta) com diversas variáveis independentes (ou preditoras); é uma técnica adequada, principalmente, a casos em que as variáveis independentes são correlacionadas entre si. Esse método foi escolhido por esses motivos e, também, porque envolve técnicas estatísticas recomendadas para identificar a interação entre preditores, especialmente quando alguns deles são contínuos (HAIR *et al.*, 2009).

Inicialmente, foi feito o cálculo amostral, seguindo estas recomendações de Tabachnick e Fidell (2013): uso de amostra maior ou igual a 50 casos mais oito vezes o número de variáveis antecedentes ($N \geq 50 + 8m$) para testes de correlações múltiplas e $N \geq 104 + m$, para testar preditores individuais. Esta pesquisa atendeu a esses critérios. Em seguida, realizou-se o mesmo tratamento de dados aplicado nas análises fatoriais para identificação de *outliers* univariados e multivariados. Os resultados desses testes serão descritos no tópico 6.2. Para a RM, foram utilizados os *softwares SPSS*, versão 26 e *Minitab*, versão 18.

A RM requer o atendimento de pressupostos, dentre os quais, segundo Tabachnick e Fidell (2013), estão: 1) a multicolinearidade, 2) a singularidade, 3) a linearidade, (4) a normalidade e (5) a homogeneidade nas variâncias. Para os pressupostos 1 a 3, foram aplicadas as mesmas técnicas citadas no tópico 5.8. Os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias foram observados por meio da análise de índices estatísticos como a assimetria (*skewness*) e a curtose (*kurtosis*) conforme orientações de Miles e Shevlin (2001). A Tabela 3 apresenta esses dados:

Tabela 3 - Análise de distribuição de dados dos escores fatoriais das escalas

Variável	Média	DesvPad	Assimetria	Curtose
EA1	4,77	1,12	-0,62	0,11
EA2	4,24	1,32	-0,13	-0,59
EA3	2,80	1,43	0,61	-0,39
EA4	4,40	1,48	-0,37	-0,5
PROC1	4,88	1,22	-0,45	-0,02
PROC2	4,22	1,58	-0,23	-0,69
AMB1	4,38	1,25	0,06	-0,71
AMB2	5,06	1,55	-0,62	-0,54

N=480

Fonte: A autora.

Sobre essa análise, os autores sugerem que se verifique criteriosamente os seguintes aspectos: se o valor da assimetria ou curtose (ignora-se o sinal de menos) é menor do que 1, é irrisório; se está entre 1 e 2, é um pouco preocupante, mas provavelmente a distribuição está bem próxima da normalidade; se é maior do que 2, o caso é preocupante. Cada um desses valores depende do tamanho da amostra: quanto maior a amostra, menor deve ser a preocupação com a normalidade.

É sabido que, quando a variável possui uma distribuição normal, os valores de assimetria e curtose são, em tese, zero. Entretanto, esse fenômeno é inabitual em pesquisas de ciências sociais. Há a recomendação de que variáveis com assimetria e curtose possam sofrer transformações (TABACHNICK e FIDELL, 2013), objetivando a aproximação de uma distribuição normal, tais como: raiz quadrada para assimetria leve; logaritmo para assimetria substancial; inversa para assimetria severa. Entretanto, essas autoras alertam que tais transformações não são recomendadas para todos os tipos de pesquisas, já que dificultam muito a interpretação dos resultados e, mesmo com transformações, não há garantias de que todas as combinações das variáveis serão distribuídas normalmente.

Em alguns estudos brasileiros semelhantes ao desta tese, autores testaram diversos tipos de transformações. Contudo, não foram identificadas diferenças nas análises com e sem transformação das variáveis com assimetria/curtose (CARVALHO e ABBAD, 2006; LACERDA e ABBAD, 2003; TAMAYO, 2002; ZERBINI, 2007). Sendo assim, decidiu-se por não utilizar dados transformados.

No capítulo a seguir são descritos e discutidos os resultados das análises descritivas, fatoriais exploratórias. Em seguida, seguem as regressões e demais análises.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo se divide em três partes para descrever e discutir os resultados desta pesquisa. Serão apresentados os resultados das análises das escalas: as estatísticas descritivas, as fatoriais e as de regressão, conforme protocolo metodológico descrito.

6.1 Análises estatísticas descritivas dos instrumentos de medida

Nesta seção, são apresentados e discutidos o valor das médias, desvio-padrão, modas, mínimo, máximo e a concentração das respostas dadas pelos participantes aos itens das escalas. Com este tópico, atende-se aos objetivos específicos 4, 6 e 8 propostos nesta tese.

6.1.1. Escala Estratégias de aprendizagem em ensino remoto

O questionário *Estratégias de Aprendizagem em ensino remoto* mensura a frequência de uso de capacidades cognitivas, habilidades comportamentais, monitoramento da compreensão e controle da ansiedade e da motivação pelos alunos, para controlar os próprios processos psicológicos de aprendizagem durante o curso. Os 29 itens associavam-se a uma escala de frequência de comportamento que variava de 1 (Nunca) a 7 (Sempre). Os resultados descritivos estão na Tabela 4, cujas médias dos itens estão em ordem decrescente.

Tabela 4 - Resultados descritivos de Estratégias de Aprendizagem – continua

Itens	Média	Desvio Padrão	Moda	Concentração de respostas (%)*		
				1-2	3-5	6-7
14. Consultei os materiais da disciplina para solucionar minhas dúvidas.	5,57	1,61	7	7,1	29,5	63,4
15. Estudei o material de apoio didático da disciplina (slides, exercícios resolvidos etc) para compreender melhor os conteúdos.	5,46	1,66	7	8,3	31,3	60,4
16. Busquei outras fontes de estudo fora da aula remota para me ajudar a aprender.	5,42	1,79	7	10,2	31,5	58,3
17. Busquei conhecer os recursos da web necessários para cursar a disciplina, tais como <i>Google Meet</i> , <i>Softwares</i> específicos, <i>Moodle</i> , entre outros indicados pelo professor de MAT002.	5,28	1,85	7	12,0	30,3	57,7
13. Troquei mensagens com os colegas para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo da disciplina.	5,21	1,95	7	14,4	28,0	57,7

22. Fiz anotações dos conteúdos repassados nas vídeo-aulas ou aulas virtuais de MAT002.	5,02	1,94	7	14,6	35,4	50,0
12. Busquei auxílio de colegas para esclarecer dúvidas gerais.	5,01	1,96	7	16,3	32,1	51,6
27. Associei os conteúdos de MAT002 aos meus conhecimentos anteriores.	4,75	1,71	6	11,8	48,2	40,0
5. Esforcei-me mais quando percebi que estava perdendo a concentração.	4,72	1,62	6	11,2	51,0	37,8
10. Esforcei-me para verificar minha compreensão sobre o que estava sendo ensinado.	4,58	1,61	5	12,2	56,9	30,9
6. Forcei-me a manter atenção mesmo quando me senti desinteressado.	4,55	1,62	5	13,8	54,1	32,1
23. Fiz resumos dos conteúdos de MAT002.	4,53	2,12	7	22,6	36,0	41,3
19. Realizei os exercícios práticos propostos ao longo da disciplina para me ajudar a aprender.	4,52	1,75	5	14,6	52,6	32,9
2. Repeti a mim mesmo, quando me senti ansioso, que tudo daria certo ao final da disciplina.	4,50	1,85	6	17,1	46,5	36,4
25. Tentei dimensionar a ligação entre MAT002 e as matérias aprendidas anteriormente.	4,47	1,84	5	17,9	48,2	33,9
28. Diferenciei, ao analisar os tópicos da disciplina, os aspectos mais importantes dos menos importantes.	4,38	1,77	5	17,1	53,5	29,3
7. Aumentei meus esforços quando percebia que estava perdendo o interesse no assunto.	4,32	1,66	5	15,9	56,7	27,4
20. Revisei os tópicos relativos aos exercícios em que cometi erros.	4,29	1,74	4	17,9	54,3	27,8
3. Mantive a calma com a possibilidade de ter um rendimento em MAT002 abaixo do esperado.	4,28	1,84	5	20,3	50,8	28,9
9. Revisei a matéria para verificar o quanto eu dominava o conteúdo.	4,27	1,79	5	19,9	53,5	26,6
1. Mantive a calma quando tive dificuldades.	4,22	1,62	5	16,9	58,5	24,6
4. Mantive a calma mesmo quando errava na hora de fazer as atividades	4,04	1,63	4	18,1	61,6	20,3
26. Procurei desenvolver uma ideia global sobre como os conteúdos de MAT002 se relacionavam entre si.	3,93	1,86	4	25,2	52,0	22,8
21. Repeti mentalmente os conteúdos que tinha interesse em aprender.	3,89	1,86	5	27,2	50,4	22,4
24. Fiz esquemas do conteúdo da disciplina como método para aprender.	3,80	2,00	1	30,1	46,9	23,0
29. Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina.	2,99	1,76	1	44,5	44,7	10,8
11. Busquei auxílio do professor para esclarecer minhas dúvidas sobre o conteúdo.	2,87	1,85	1	50,6	38,0	11,4
8. Elaborei perguntas para testar minha compreensão sobre os conteúdos de MAT002.	2,79	1,81	1	52,8	37,2	10,0
18. Tentei aplicar o conteúdo de MAT 002 no meu dia-a-dia para compreendê-lo melhor, em vez de dedicar tempo lendo ou pedindo ajuda a alguém.	2,58	1,66	1	56,7	37,0	6,3

N=507.

* 1-2: Aplicou com pouca frequência a estratégia descrita; 3-5: Aplicou com razoável frequência a estratégia descrita; 6-7: Aplicou com muita frequência a estratégia descrita.

Fonte: A autora.

Dentre os resultados da Tabela 4, destacam-se algumas ocorrências: os quatro primeiros itens (14 a 17), ao apresentarem maior média e maior concentração de respostas (mais de 50%) nos pontos mais altos da escala (6 ou 7), apontam que os alunos recorriam constantemente aos materiais didáticos da disciplina ou a outras fontes para aprenderem. Nesse particular, é possível pressupor que os conteúdos “fora da aula remota” podem se referir a vídeo-aulas – amplamente disponíveis na internet em redes sociais como o *YouTube*; também podem ser provas de Cálculo 2 em anos anteriores ou anotações de colegas que já cursaram a disciplina. Ademais, o fato de os alunos estarem em isolamento social “forçou-os” a conduzir seus estudos de forma mais autônoma. Foi necessário, também, conhecer novas ferramentas digitais de comunicação como *Google Meet*, *Zoom* e até algumas funcionalidades do SIGAA que, talvez, antes da pandemia, não eram amplamente utilizadas.

Na sequência, os itens 13 e 22 apontam comportamentos que complementam os itens anteriores: os alunos (mais de 50%) indicaram que, com muita frequência (6 ou 7 pontos na escala), recorrem aos colegas para esclarecer dúvidas.

Os itens 5, 10 e 6, em conjunto, mostram que os alunos, com razoável a muita frequência, monitoravam constantemente a compreensão, atenção e motivação deles diante das demandas da disciplina. A porcentagem de concentração de respostas permite concluir isso.

Boa parte das estratégias cognitivas apresentaram-se com médias em torno de 4,2 na escala de 7 pontos. São exemplos de estratégias cognitivas: “Procurei desenvolver uma ideia global sobre como os conteúdos de MAT002 se relacionavam entre si” – item 26; “Associei os conteúdos de MAT002 aos meus conhecimentos anteriores” – item 27; “Diferenciei, ao analisar os tópicos da disciplina, os aspectos mais importantes dos menos importantes” – item 28; exceção: item 29 – “Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina”. Essas estratégias mostram, em linhas gerais, a frequência com que os alunos associavam ou aplicavam, no dia-a-dia deles, os conteúdos de Cálculo 2.

Por fim, mais de 50% dos respondentes assinalaram os pontos 1 ou 2, que são bem próximos da frequência “Nunca”, para avaliar seus comportamentos em relação a “Buscar auxílio do professor para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo” – item 11 e “Tentar aplicar o conteúdo de MAT002 no dia-a-dia para compreendê-lo melhor” – item 18. Sendo assim, se boa parte dos respondentes não tentou aplicar os conceitos, tal resultado pode decorrer de fatores como: os alunos não compreenderam o conteúdo em um nível suficiente (considerando as Taxonomias de Bloom, por exemplo) a ponto de conseguir aplicá-lo. Em outras palavras, não materializaram os conceitos, os quais ficaram no âmbito da abstração. Outro fator pode ser o

desinteresse dos indivíduos por utilizar essa estratégia, em específico, porque escolheram outras estratégias e por meio delas aprenderam melhor.

6.1.2 Escala Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto

O questionário de *Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto* visa mensurar a satisfação dos alunos com relação ao planejamento instrucional. A escala, de sete pontos, mediu os itens com base em níveis de qualidade, os quais variaram de 1 (Muito ruim) a 7 (Muito boa). O instrumento continha 12 itens e seus resultados descritivos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados descritivos da escala Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto – continua

Itens	Média	Desvio Padrão	Moda	Concentração de respostas (%)*		
				1-2	3-5	6-7
11. Programa da disciplina	5,12	1,54	5	5,7	49,4	44,9
12. Troca de mensagens para interação entre os alunos	5,10	1,80	7	10,4	39,2	50,4
3. Sequência de apresentação do conteúdo da disciplina	5,08	1,59	6	7,5	46,9	45,7
7. Atividades/tarefas propostas ao final de cada unidade	5,03	1,59	6	8,1	47,8	44,1
9. Quantidade de conteúdo para cada unidade	5,00	1,61	5	8,7	48,8	42,5
5. Leituras recomendadas pelo professor	4,89	1,70	7	9,8	48,2	41,9
4. Linguagem utilizada no material de apoio didático	4,87	1,71	5	10,8	48,0	41,1
10. Quantidade de horas de estudo sugerida para cada unidade	4,68	1,62	4	9,8	57,1	33,1
1. Ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do seu curso	4,54	1,72	5	13,8	54,3	31,9
8. Clareza dos feedbacks sobre avaliações de aprendizagem e tarefas	4,52	1,84	4	16,9	48,0	35,0
6. Variedade no uso de recursos educacionais inovadores, tais como aulas ao vivo, vídeos feitos pelo professor, uso de <i>softwares</i> e aplicativos	4,29	1,89	5	21,3	48,2	30,5
2. Ligação entre o conteúdo da disciplina e seus objetivos pessoais	3,85	1,79	5	26,0	55,1	18,9

N=507.

*1-2: Julgou como ruim/muito ruim o procedimento ou a característica descrita; 3-5: Julgou como razoável o procedimento ou a característica descrita; 6-7: Julgou como bom/muito bom o procedimento ou a característica descrita.

Fonte: A autora.

De forma geral, os alunos julgaram a qualidade dos procedimentos instrucionais utilizados ao longo da disciplina em um limiar entre bom e muito bom, uma vez que as concentrações de respostas foram maiores no intervalo de pontos de 3 a 5. Houve concordância de opiniões entre os respondentes quanto aos aspectos avaliados.

Os alunos avaliaram um pouco melhor os aspectos relacionados ao programa da disciplina (M=5,12), sequência de apresentação do conteúdo da disciplina (M=5,08), tarefas propostas ao final de cada unidade (M=5,02). O procedimento “Troca de mensagens para interação entre os alunos” (M=5,10, com apenas 10% das respostas avaliadas como 1 ou 2, ou seja, ruim ou muito ruim) foi bem avaliado. Sobre este item, ressalta-se que: a priori, os alunos poderiam considerar que “Troca de mensagens para interação entre os alunos” poderia se referir a um procedimento adotado por eles mesmos. Contudo, dificilmente essa interpretação foi feita porque, quando se construiu o breve parágrafo descritivo que explicou os objetivos da escala, esclareceu-se que as questões diziam respeito aos procedimentos adotados pelo *professor* durante a disciplina.

Com pontuações menores, aparecem os procedimentos “Clareza dos feedbacks sobre avaliações de aprendizagem e tarefas” – item 8 (M=4,52) e “Variedade no uso de recursos educacionais...” – item 6 (M=4,29).

Os itens “Ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do seu curso” – item 1 (M=4,54) e “Ligação entre o conteúdo da disciplina e seus objetivos pessoais” – item 2 (M=3,85) foram os que apresentaram menores médias.

6.1.3 Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

O instrumento “Ambiente de estudo e procedimentos de interação” é composto por 14 itens e, em linhas gerais, mede variáveis referentes ao contexto de estudo do aluno fora do ambiente virtual e as interações promovidas dentro deste ambiente. A escala do tipo *Likert*, de sete pontos, mediu os itens com base em níveis de intensidade, os quais variaram de 1 (Prejudicou bastante meu desempenho) a 7 (Não prejudicou meu desempenho). A Tabela 6 apresenta os resultados descritivos.

Tabela 6 - Resultados descritivos da escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Itens	Média	Desvio Padrão	Moda	Concentração de respostas (%)*		
				1-2	3-5	6-7
10. Custo financeiro para acessar a internet	5,61	1,87	7	8,9	27,0	64,2
9. Custo financeiro para manutenção do computador	5,40	2,00	7	12,4	26,8	60,8
7. Minha condição de saúde física	5,36	1,90	7	11,2	28,3	60,4
14. Utilização do e-mail para comunicação com professores e colegas	5,16	1,82	7	9,4	38,6	52,0
4. Surgimento de nova atividade profissional durante o semestre em que fiz MAT002	4,90	2,00	7	15,9	38,0	46,1
11. Qualidade da minha conexão à internet	4,79	2,08	7	19,1	35,2	45,7
5. Acesso às atividades da disciplina com a regularidade proposta	4,71	1,74	4	11,2	51,0	37,8
1. Uso do computador/celular em outras atividades, não relacionadas a MAT002, no meu dia-a-dia	4,48	1,98	7	18,1	45,5	36,4
12. Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral	4,45	2,01	7	20,1	43,1	36,8
6. Meus métodos de organização e planejamento das atividades de estudo	4,32	1,86	4	19,7	49,8	30,5
3. Conciliação do meu curso com meus compromissos familiares	3,81	2,04	1	31,9	43,3	24,8
2. Conciliação da disciplina com as demais disciplinas ou com outros cursos que eu estava fazendo	3,79	1,82	3	28,7	49,2	22,0
8. Minha condição de saúde mental	3,62	2,11	1	38,4	36,8	24,8
13. Volume de tempo de exposição à tela do computador/celular	3,57	2,04	1	37,6	39,0	23,4

N=507

*1-2: Julgou como fator bastante ou muito prejudicial ao desempenho; 3-5: Julgou como fator razoavelmente prejudicial ao desempenho; 6-7: Julgou como fator pouco ou quase nada prejudicial ao desempenho.

Fonte: A autora.

Dentre os 14 itens, os 10 primeiros apresentaram maior concentração das respostas nos intervalos 3-5 e 6-7 e houve constante repetição do valor de moda ($M_o=7$). Isso aponta que a maioria dos alunos não considera que os aspectos descritos nos 10 itens foram fatores prejudiciais ao seu desempenho.

O item “Utilização do e-mail para comunicação com professores e colegas” ($M=5,16$) foi um dos que apresentou maior concentração de respostas nos pontos 6-7 da escala, mostrando

que tal ferramenta “não prejudicou o desempenho”. Sobre esse item, tem-se duas interpretações: a primeira seria entender esse resultado como “rápida adaptação” dos alunos ao uso quase exclusivo do e-mail como forma de se comunicar; a segunda seria considerar que os alunos não perceberam que o uso do e-mail trouxe prejuízos ao seu desempenho porque, afinal, o aluno não acessava constantemente seu e-mail e focava mais no acesso ao SIGAA e no uso de aplicativos de comunicação como *WhatsApp* para se manter informado.

Quando se analisa o item “Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral” ($M=4,45$), que teve maior diluição de concentração de respostas entre os pontos da escala, deduz-se que dentre *e-mail* e SIGAA, os respondentes usaram mais o segundo e, por conseguinte, ele prejudicou mais o desempenho dos alunos.

Ter que conciliar a disciplina com compromissos familiares ($M=3,81$; $M_o=1$) ou com outras atividades de estudo ($M=3,79$; $M_o=3$) também se mostraram como prejudiciais ao desempenho. O retorno dos alunos às residências familiares naturalmente exigiu-lhes maior “presença social” ou apoio em casa. Cursar 8 ou 10 disciplinas simultaneamente – que é a média semestral dos alunos nos anos iniciais – deve ter sido bem mais desafiador pelo contexto social e pelo formato de ensino.

Por fim, destacam-se os dois últimos itens. O item “Minha condição de saúde mental” ($M=3,62$; $M_o=1$) apresentou resultados estatísticos significativos que indicaram efeitos negativos do contexto pandêmico sobre a saúde mental dos alunos à época. Igualmente ocorreu com o item “Volume de tempo de exposição à tela do computador/celular” ($M=3,57$; $M_o=1$), que também se mostrou prejudicial ao desempenho dos alunos na disciplina avaliada. Na Figura 26 tem-se um resumo ilustrado dos aspectos do contexto do aluno que mais impactaram sua aprendizagem durante o período investigado nesta tese.



Figura 26- Dificuldades dos alunos em relação ao ambiente de estudo

Fonte: A autora.

Na próxima seção são descritos e discutidos os resultados das análises de componentes principais e fatoriais exploratórias das estruturas empíricas das três escalas utilizadas.

6.2 Análises exploratórias das estruturas empíricas e discussão

Os critérios estatísticos adotados em todas as etapas de ACP e AFE foram descritos no tópico 5.8. Em alguns momentos, poderão ser retomados no decorrer da explicação dos resultados. Contudo, para melhor detalhamento, sugere-se consulta ao tópico 5.8. As análises que serão apresentadas a seguir compreendem o alcance dos objetivos específicos 3, 5 e 7, os quais previam a verificação de evidências de validade das escalas.

6.2.1 Escala Estratégias de aprendizagem em ensino remoto

A Escala *Estratégias de aprendizagem em ensino remoto*, originalmente com 507 respostas, foi reduzida a 490 respostas válidas, por causa da remoção de 17 *outliers* multivariados. Não houve casos de *outliers* univariados.

Segundo Hair *et al.* (2009), relações não-lineares afetam a análise fatorial, uma vez que as correlações consistem em medidas de relações lineares. Para identificar esse fenômeno, procedeu-se conforme descrito no tópico 5.8 (pág. 100). Assim, verificou-se que cada par de variáveis apresentava coeficiente de correlação suficiente para representar adequadamente uma relação linear, ou seja, diferente de zero e significativo. O requisito de linearidade foi atendido.

Dois itens apresentaram multicolinearidade, isto é, estavam altamente correlacionados ($r > 0,80$): item 12 – “Busquei auxílio de colegas para esclarecer dúvidas gerais” e item 13 – “Troquei mensagens com os colegas para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo da disciplina”. Conforme orientação de Pasquali (2009), nessa situação, um dos itens deve ser retirado do banco de dados. Após validação junto a juízes, o item 12 foi excluído.

Acredita-se que o motivo da alta correlação entre tais itens advenha do fato de os respondentes não terem avaliado de forma diferente as situações: “buscar os colegas” e “trocar mensagens com os colegas”. Assim, para não inflar a matriz de dados, dentre as 29 variáveis/itens do questionário, 28 permaneceram.

Em termos de fatorabilidade, foi analisada a intensidade das correlações e a adequação da amostra. Em mais de 60% dos casos foram encontrados valores de correlação superiores a 0,30, indicando que a matriz é fatorável (HAIR *et al.*, 2009). Sendo assim, procedeu-se à extração inicial pela ACP. Tal análise sugeriu uma estrutura empírica com 6 componentes que

explicavam, em conjunto, 64,30% da variância total das respostas dos participantes aos itens do questionário.

Quanto à importância do fator, cada componente deveria explicar, no mínimo, 3% da variância total. Assim, poderiam ser extraídos, no máximo, seis fatores. A análise do *scree plot* indicou a possibilidade de extração de 5 ou 6 componentes, conforme Figura 27.

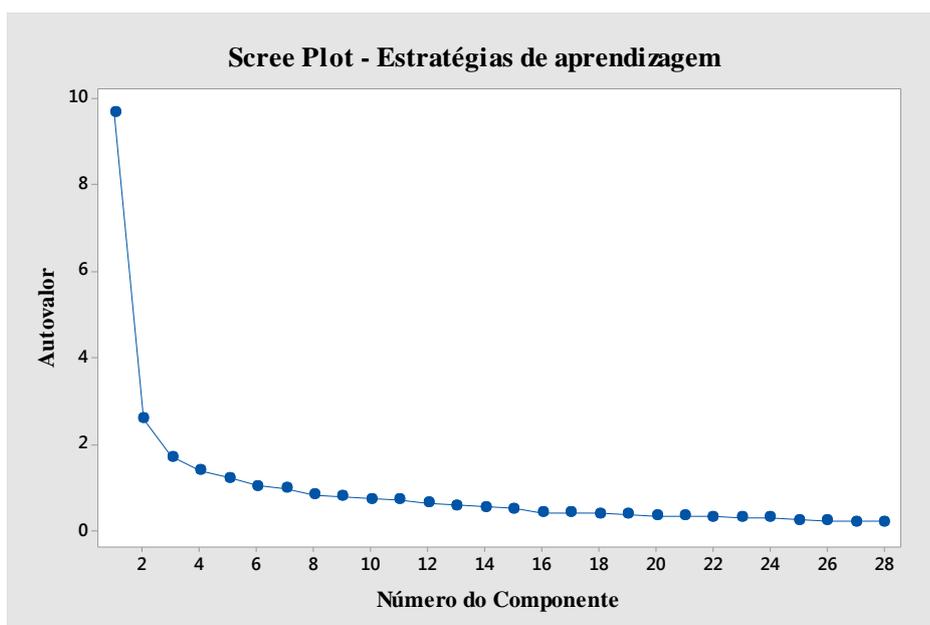


Figura 27- Distribuição dos autovalores da escala de Estratégias de Aprendizagem
Fonte: A autora.

Para confirmar os resultados dessas análises, aplicou-se a técnica de Análise Paralela – AP (LAROS e PUENTE-PALACIOS, 2004). A lógica desta técnica é: apenas os componentes com valores empíricos maiores ou iguais aos valores aleatórios são mantidos na estrutura, como mostra a Tabela 7. Essa análise tem sido bastante empregada em estudos internacionais há alguns anos e auxilia na definição mais acurada do número de componentes a extrair (LIM e JAHNG, 2019). A AP, portanto, apontou 4 fatores para este instrumento.

Tabela 7 - Análise Paralela de Horn - Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete componentes de Estratégias de Aprendizagem

Autovalores	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Empírico	9,65	2,58	1,7	1,37	1,21	1,03	0,98
Aleatório	1,46	1,39	1,34	1,3	1,26	1,22	1,19

Nº de itens (28); N=490

Sendo assim, decidiu-se por utilizar a estrutura com 4 fatores, embora se tenha testado as opções com 5 ou 6, as quais não fizeram sentido teórico e empírico tanto quanto a primeira. Porém, a confirmação final da estrutura fatorial foi realizada por meio da Análise Fatorial exploratória – AFE, extração por eixos principais, com método de rotação oblíqua.

Na análise da estabilidade, observou-se o tamanho das cargas fatoriais. Mantiveram-se na escala apenas os itens com cargas acima de 0,4 (HAIR *et al.*, 2009). Dado este critério, o item 11 – “Busquei auxílio do professor para esclarecer minhas dúvidas sobre o conteúdo” (0,34) e o item 21 – “Repeti mentalmente os conteúdos que tinha interesse em aprender” (0,32) não permaneceram. O item 12 – “Busquei os colegas...” já havia sido retirado por causa da alta correlação com o item 13. A estrutura empírica final ficou com 26 itens (N=490).

A Tabela 8 apresenta a estrutura empírica da escala, as cargas fatoriais, as comunalidades (h^2) dos itens, as médias e desvios-padrão, os índices de consistência interna e os autovalores e percentuais de variância explicada de cada fator.

Tabela 8 - Estrutura empírica da Escala de Estratégias de Aprendizagem – continua

Itens da escala	Fatores				h^2	X	DP
	1	2	3	4			
1. Mantive a calma quando tive dificuldades.		0,77			0,60	4,22	1,62
2. Repeti a mim mesmo, quando me senti ansioso, que tudo daria certo ao final da disciplina.		0,48			0,30	4,50	1,85
3. Mantive a calma com a possibilidade de ter um rendimento em MAT002 abaixo do esperado.		0,79			0,59	4,27	1,84
4. Mantive a calma mesmo quando errava na hora de fazer as atividades.		0,72			0,52	4,04	1,63
5. Esforcei-me mais quando percebi que estava perdendo a concentração.	0,68				0,49	4,72	1,62
6. Forcei-me a manter atenção mesmo quando me senti desinteressado.	0,68				0,49	4,55	1,62
7. Aumentei meus esforços quando percebia que estava perdendo o interesse no assunto.	0,73				0,57	4,32	1,66
8. Elaborei perguntas para testar minha compreensão sobre os conteúdos de MAT002.			0,59		0,38	2,79	1,80
9. Revisei a matéria para verificar o quanto eu dominava o conteúdo.	0,63				0,54	4,26	1,79
10. Esforcei-me para verificar minha compreensão sobre o que estava sendo ensinado.	0,65				0,63	4,58	1,61
13. Troquei mensagens com os colegas para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo da disciplina.	0,44				0,16	5,21	1,95

14. Consultei os materiais da disciplina para solucionar minhas dúvidas.	0,64	0,46	5,58	1,61	
15. Estudei o material de apoio didático da disciplina (slides, exercícios resolvidos etc) para compreender melhor os conteúdos.	0,68	0,47	5,46	1,66	
16. Busquei outras fontes de estudo fora da aula remota para me ajudar a aprender.	0,46	0,26	5,41	1,79	
17. Busquei conhecer os recursos da web necessários para cursar a disciplina, tais como <i>Google Meet</i> , <i>Softwares</i> específicos, <i>Moodle</i> , entre outros indicados pelo professor de MAT002.	0,42	0,23	5,28	1,85	
18. Tentei aplicar o conteúdo de MAT 002 no meu dia-a-dia para compreendê-lo melhor, em vez de dedicar tempo lendo ou pedindo ajuda a alguém.	0,67	0,41	2,58	1,66	
19. Realizei os exercícios práticos propostos ao longo da disciplina para me ajudar a aprender.	0,59	0,52	4,52	1,75	
20. Revisei os tópicos relativos aos exercícios em que cometi erros.	0,50	0,58	4,29	1,74	
22. Fiz anotações dos conteúdos repassados nas vídeo-aulas ou aulas virtuais de MAT002.	0,63	0,44	5,02	1,94	
23. Fiz resumos dos conteúdos de MAT002.	0,60	0,40	4,53	2,12	
24. Fiz esquemas do conteúdo da disciplina como método para aprender.	0,41	0,38	3,80	2,00	
25. Tentei dimensionar a ligação entre MAT002 e as matérias aprendidas anteriormente.		0,60	0,58	4,47	1,84
26. Procurei desenvolver uma ideia global sobre como os conteúdos de MAT002 se relacionavam entre si.		0,59	0,64	3,93	1,86
27. Associei os conteúdos de MAT002 aos meus conhecimentos anteriores.		0,69	0,50	4,75	1,70
28. Diferenciei, ao analisar os tópicos da disciplina, os aspectos mais importantes dos menos importantes.		0,46	0,44	4,38	1,77
29. Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina.	0,68	0,48	2,99	1,77	
	N	490	490	490	490
	Autovalores	10,06	2,62	1,74	1,38
	Variância explicada (%)	35,95	9,38	6,23	4,93
	Nº de itens	11	3	3	4
	Alfa de Cronbach (α)	0,91	0,80	0,79	0,88
	KMO	0,92			
	Variância total explicada (%)		56,5%		

Fonte: A autora.

Quanto ao teste de KMO, obteve-se um valor de 0,92, considerado um excelente índice de adequação da amostra (HAIR *et al.*, 2009). Os quatros fatores foram nomeados tendo como fundamento teórico a “Classificação das Estratégias de aprendizagem”, de Warr e Allan (1998), já apresentada antes e esquematicamente ilustrada na Figura 28 para facilitar a leitura:

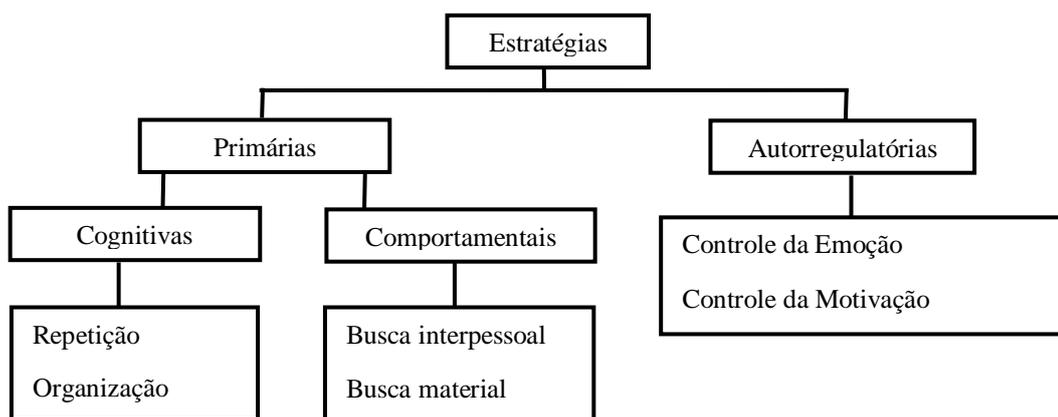


Figura 28 - Classificação de Estratégias de Aprendizagem
Fonte: Warr e Allan, 1998.

A escala *Estratégias de aprendizagem no ensino remoto*, então, apresentou quatro fatores, que explicaram as estratégias usadas pelos alunos para aprender Cálculo 2. Para facilitar o acompanhamento da leitura a partir de agora, elaborou-se o Quadro 5, no qual se verifica, com mais clareza, a relação entre fatores e variáveis/itens dessa escala.

Quadro 5 - Distribuição de fatores e variáveis da escala *Estratégias de aprendizagem em ensino remoto*

Construto	Fatores	Variáveis
Estratégias de aprendizagem em ensino remoto (4 fatores)	1. Estratégias autorregulatórias e cognitivas (15 variáveis)	Itens 5 a 7, 9 a 17 e 19 a 24
	2. Controle da emoção (4 variáveis)	Itens 1 a 4
	3. Aplicação prática e monitoramento da compreensão (3 variáveis)	Itens 8, 18 e 29
	4. Elaboração e associação (4 variáveis)	Itens 25 a 28

Fonte: A autora.

A composição de cada fator e a discussão sobre a influência deles para explicação do construto e do fenômeno serão apresentadas a partir de agora, com base na literatura teórica e

empírica em contexto de Engenharia. Esse mesmo procedimento será feito para as demais escalas nos tópicos posteriores.

Fator 1 – Estratégias autorregulatórias e cognitivas

Composto por 15 variáveis³³, este fator apresentou um bom índice de consistência interna ($\alpha=0,89$). As estratégias autorregulatórias (Ver Figura 22) presentes nesse fator foram: 1) *controle da motivação* (Itens 5 a 7) e 2) *monitoramento da compreensão* (Itens 9 e 10). Essas variáveis indicam que os alunos de Cálculo 2 aplicaram métodos de autorregulação de esforços para se manterem motivados, embora por vezes tenham percebido que perderam a motivação, a concentração ou a atenção em relação aos conteúdos. Também indicam que os alunos checavam o próprio progresso durante a aprendizagem por meio de persistência e metas. Esse achado também foi encontrado em Kramarski e Gutman (2006), no ensino *on-line* de Matemática.

Salas *et al* (2012) orientam que durante o processo de aquisição de conhecimentos, os alunos devem ser instruídos e incentivados a usar as estratégias de aprendizagem mais adequadas e a abandonar aquelas que são ineficazes ao alcance de bons resultados. Para realizar isso, o professor pode, por exemplo, dialogar com os alunos, conhecer suas necessidades, checar os avanços em aprendizagem, esclarecer melhor o que deve ser aprendido e auxiliar os alunos a encontrarem as estratégias mais eficazes conforme as características destes. Essas orientações guardam estreita relação com a teoria dos “Eventos de instrução” de Gagné (rever Figura 4), e ela guiará boa parte das discussões nos próximos tópicos.

O item 13 – “Troquei mensagens com os colegas para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo da disciplina”, embora tenha apresentado baixa carga fatorial (0,44), ao se agrupar a diversas variáveis relacionadas à autorregulação (citadas acima) e a estratégias cognitivas, mostra que a iniciativa de busca aos colegas colaborou em dois sentidos: ajudou os alunos a manterem as relações interpessoais (por meio das quais eles se motivavam e se apoiavam emocionalmente) e auxiliou na compreensão dos conteúdos (suprindo necessidades cognitivas). Em situações de aprendizagem *on-line*, a “busca de ajuda de colegas”, embora teoricamente

³³ A título de esclarecimento, cada escala foi decomposta em fatores, os quais abarcam variáveis que são, no contexto deste estudo, os itens (perguntas) de cada escala. Assim, neste capítulo, itens e variáveis serão citados como sinônimos.

relevante (HU e HUI, 2012; PAECHTER e MAIER, 2010), nem sempre tem sido explicativa de aprendizagem em recentes estudos empíricos (GIRAY *et al.*, 2021).

Tendo em vista o perfil dos participantes da pesquisa, ter acesso aos colegas para esclarecer dúvidas não seria algo difícil, mesmo em período de isolamento social. Os recursos de *Whatsapp* e *Moodle* foram os mais utilizados durante o ano de 2020 por alunos e professores de universidades públicas federais, segundo levantamento feito por Carneiro *et al.* (2020).

Na Turquia, em estudo com 290 alunos de Engenharia, que já estavam imersos em ensino híbrido antes da pandemia, Giray *et al.* (2021) constataram que a interação com os colegas foi menor durante o ensino emergencial em comparação com os períodos anteriores. Porém, na estrutura empírica, ao associar essa variável a outras, ela se mostrou fortemente preditora de satisfação dos alunos com o ERE. No modelo de Martins (2012), em contexto de EaD, a estratégia de aprendizagem menos empregada pelos alunos foi busca de ajuda interpessoal.

Os itens 14 a 17 (ver Quadro 5), por sua vez, se referem, apenas, à busca de apoio que não seja interpessoal. Ao se comportarem conforme descrito nesses quatro itens, os alunos demonstram forte inclinação ao estudo individual. Eles estudavam os materiais da disciplina e, ainda, procuravam materiais “extraclasse”. Tais fenômenos podem decorrer do fato de que a complexidade dos conteúdos de Cálculo 2 exigia maior esforço cognitivo e levava os alunos à busca por materiais em formatos diversificados, principalmente se todos os materiais da disciplina estivessem em um único formato – só em slides, por exemplo. Em outras palavras, a variedade de conteúdos de Cálculo gratuitamente disponíveis na internet, em mídias como vídeos, *podcasts*, áudio-livros, atende aos diversos estilos (preferências) de aprendizagem e serve como estratégia (procedimento) para o aluno melhor aprender. É importante destacar isso porque, ainda que o professor prepare materiais didáticos alinhados com os objetivos instrucionais e com clareza de linguagem, pode ocorrer de os alunos buscarem outras fontes e não há nada de errado nesse sentido.

Na prática, o que se deve investigar, diante de resultados como esse, é se a busca por materiais “fora da aula remota” indica que o aluno está, na verdade, reagindo a um descompasso entre o que se está exigindo dele e o que se tem oferecido a ele como material de apoio. Exemplificando: se o nível de complexidade das provas ou exercícios de fixação aplicados pelo professor não for compatível com o nível de qualidade dos materiais disponibilizados para estudo, o aluno pode perceber a necessidade de buscar materiais adicionais para melhor aprender. Alguns alunos talvez nem se perceberão assim.

Cabe destacar que buscar ou não materiais extras não é determinante de sucesso. Às vezes, o professor não tem conhecimento de que seus alunos estão adotando essa estratégia. Contudo, conhecer esse indicador é importante porque pode sinalizar ao professor a necessidade de: a) rever e atualizar seus materiais; b) diversificar os formatos dos materiais: para além das apostilas e slides, disponibilizar vídeos, *cases*, quadros-resumo, mapas mentais etc; c) checar se o material está alinhado com as necessidades de aprendizagem específicas dos alunos conforme os objetivos dos cursos deles ou seus objetivos pessoais.

Em paralelo à busca por diversos materiais, os alunos usaram outras estratégias cognitivas de *organização* (como os itens “Fiz anotações das vídeo-aulas...” – 22; “Fiz resumos...” – 23; “Fiz esquemas...” – 24) e de *aplicação prática* (como os itens 19 – “Realizei os exercícios práticos propostos na disciplina” e 20 – “Revisei os tópicos relativos aos exercícios em que cometi erros”). No estudo de Anais *et al.* (2012), as estratégias anteriormente descritas foram as mais utilizadas pelos alunos de Engenharia na disciplina de Cálculo.

Em relação aos dois itens (11 e 21) que não permaneceram na escala por baixa carga fatorial, considera-se que: o primeiro – “Busquei auxílio do professor para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo”, além de ter apresentado baixa carga fatorial, não foi significativo na análise descritiva. Mais de 50% dos alunos alegaram “nunca” ou “quase nunca” procuraram o professor durante o semestre. A média dos respondentes a esse item foi 2,87 (escala de 7 pontos). Diversos fatores podem estar associados a esse baixo poder explicativo do item na escala. Considerando que os alunos adotaram diversas estratégias de busca de materiais, estabeleceram contato com os colegas, é possível que não tenham sentido necessidade de contatar o professor. Mais à frente, na análise da escala *Reação a procedimentos instrucionais*, esse resultado será melhor discutido.

O item 21 – “Repeti mentalmente os conteúdos...”, que havia se agrupado ao Fator 1 na AFE, faria sentido teórico, se colocado junto aos demais itens. A repetição mental é, na classificação de Warr e Allan (1998), uma estratégia cognitiva primária que diz respeito à seleção, armazenamento e recuperação de informações aprendidas em aula ou em materiais. Tende a ser comumente usada por alunos em disciplinas cujo enfoque seja teórico-conceitual, que não é o caso de Cálculo 2. Esse pode ser um dos motivos da baixa carga fatorial e, também, o fato de que se mediu se o aluno repetia mentalmente os conteúdos *que tinha interesse em aprender*. Ao propor esta restrição, buscava-se investigar se, mesmo sendo Cálculo 2, a repetição seria uma estratégia usada pelo aluno de Ciências Exatas, ao menos, para auxiliar no armazenamento de conteúdos que despertaram seu interesse. Constatou-se, então, que os alunos parecem não adotar essa estratégia, gostando ou não do conteúdo.

Fator 2 – Controle da Emoção

Composto por 4 itens (1 ao 4), apresenta um bom índice de consistência interna ($\alpha=0,77$). Os 4 itens permaneceram em um mesmo fator, como tem ocorrido em diversos estudos em contexto de ensino superior a distância (ANTONELLI-PONTI *et al.*, 2020; FIGUEIREDO e CORDEIRO, 2020, MARTINS e ZERBINI, 2016; UMEKAWA e ZERBINI, 2020). O Fator 2 elenca estratégias relacionadas ao controle da emoção e prevenção de dispersões de concentração causadas por sentimentos de ansiedade no momento de estudo, conforme classificação de Warr e Allan (1998).

Os quatro itens mostram a forma com que os alunos lidaram com suas emoções durante o ERE. Nas análises descritivas, os itens foram avaliados com uma média de 4,5 pontos na escala. Na validação da escala “Estratégias de Aprendizagem” no estudo de Antonelli-Ponti *et al.* (2020), alunos que tiveram experiência anterior com EaD apresentaram maiores médias em “Mantive a calma diante dos erros que cometi ao realizar atividades do curso”. A idade também foi um fator influente. Os mais novos (18 a 30 anos), em comparação com os mais velhos (31 a 60), mantiveram-se mais calmos diante das dificuldades com a aprendizagem *on-line*. Os autores concluíram que usuários das plataformas virtuais, com maior familiaridade com as tecnologias digitais, por terem maior agilidade no uso dos recursos, tendem a se adaptar mais facilmente ao ensino *on-line*.

Nesta tese, 83% dos respondentes têm entre 18 e 24 anos e 74% da amostra declarou não ter tido nenhuma experiência prévia com cursos a distância. Sendo assim, considera-se que parte da explicação do Fator 2 pode estar relacionada ao estudo acima, mas, também, está ligada aos achados de Cao *et al.* (2020). Ao buscar identificar variáveis preditoras de ansiedade e estresse, esses autores constataram que: alunos que voltaram a morar com os pais e alunos que tinham estabilidade financeira demonstraram maior controle emocional. Nesta tese, 87% dos alunos de Cálculo 2 estavam em suas residências familiares durante o segundo semestre de 2020.

Para melhor compreender esses achados, foram realizados testes de médias (ANOVA e Teste *t*) para identificar possíveis diferenças significativas entre algumas características individuais (sexo, renda, curso) no tocante ao controle da emoção (EA2). A média diz respeito ao escore desse fator, considerando-se a escala do tipo *Likert* de sete pontos (1-Nunca a 7-Sempre). Selecionou-se uma amostra aleatória para comparar dados, conforme descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA2

Sexo*	Média	Desvio-Padrão	IC de 95%	F	gl	P**
Média Estratégias de Aprendizagem – Controle da Emoção (EA2)						
Feminino	3,83	1,26	(3,66; 4,00)	41,6	425	0,00
Masculino	4,61	1,23	(4,44; 4,78)			

*Feminino N=213; Masculino N=213. **Considerando $p < 0,05$.

Fonte: A autora.

Verifica-se que os homens demonstraram uso mais frequente de estratégias de controle da emoção durante o ERE. “Manter-se calmo” foi mais contornável a eles e a explicação para isso pode ser o fato de as alunas terem maior preocupação com o futuro, como foi constatado em Castro (2017). O autor realizou um estudo de caso dentro da Unifei para avaliar fatores de ansiedade, estresse e depressão em alunos de Engenharia Elétrica, em anos finais de graduação.

Foram utilizadas cinco escalas: Inventário de Sintomas de Stress para Adultos de Lipp (ISSL), Inventário de Depressão de Beck (BDI), Inventário de Ansiedade de Beck (BAI), Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) e *Maslach Burnout Inventory* – Student Survey (MBI-SS). Participaram da pesquisa 26 indivíduos, dos quais 15 eram do sexo masculino e 11 do sexo feminino. Com exceção dos questionários IDATE e MBI-SS, em todos os demais as mulheres apresentaram escores bem mais elevados que os homens. Ao final, o autor concluiu que a insegurança em relação ao futuro profissional próximo era o principal aspecto que incomodava as alunas mais do que os alunos.

Na Tabela 10 foram comparados os escores de EA2 entre quatro cursos de Engenharia, dois deles com prevalência de indivíduos do sexo masculino (Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica) e os outros dois, com grande número de indivíduos do sexo feminino (Engenharia Ambiental e Engenharia de Produção). Os alunos de Engenharia Ambiental e de Engenharia de Produção apresentaram os menores escores. Dentre os cursos de Engenharia da Unifei, estes cursos concentram o maior número de mulheres, ao lado da Engenharia Civil e Engenharia Química.

Tabela 10 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA2 entre cursos

Cursos*	N	Média	Desvio-Padrão	IC de 95%	F	gl	P**
Média Estratégias de Aprendizagem – Controle da Emoção (EA2)							
Engenharia Ambiental	38	3,67	1,17	(3,28; 4,07)	5,89	153	0,05
Engenharia de Produção	42	4,39	1,36	(4,02; 4,77)			
Engenharia Mecânica	37	4,56	1,25	(4,15; 4,96)			
Engenharia Elétrica	37	4,82	1,16	(4,42; 5,22)			
Total	153						

*Feminino N=60; Masculino N=93. **Considerando $p < 0,05$.

Fonte: A autora.

No caso do comparativo da Tabela 10, dos 38 indivíduos de Engenharia Ambiental, 24 eram do sexo feminino e dos 42 de Engenharia de produção, 19 eram do sexo feminino. Ou seja, boa parte da amostra de alunas nesse teste (N=60) demonstrou menor frequência de uso de EA2.

Dando destaque à Engenharia Ambiental, cabe ressaltar que, dentre as nove alunas participantes deste estudo, e que declararam ter filhos, três delas são desse curso. Outra possível leitura para esse resultado é o fato de que, na amostra acima, 98 indivíduos são do 6º e 7º períodos. Segundo Marini e Boruchovitch (2014), nos primeiros semestres de graduação, alunos utilizam bastantes estratégias cognitivas. Com o tempo, ao ampliarem o repertório de conhecimentos, passam a utilizá-las com menos frequência e se apoiam mais em estratégias de controle da emoção ou da motivação, principalmente em anos finais.

Fator 3 – Aplicação prática e monitoramento da compreensão

Este fator agrupou 3 itens, com bom índice de consistência interna ($\alpha=0,78$). O Item 8 – “Elaborei perguntas para testar minha compreensão sobre os conteúdos de MAT002” é uma estratégia de *autorregulação* (rever Figura 22) que exprime a busca do aluno por conhecer sua própria cognição e demonstra sua capacidade de controlar e monitorar a própria aprendizagem. Os itens 18 – “Tentei aplicar o conteúdo de MAT002 no meu dia-a-dia para compreendê-lo melhor, em vez de dedicar tempo lendo ou pedindo ajuda a alguém” e 29 – “Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina” descrevem estratégias *cognitivas* ligadas à aplicação prática.

O agrupamento dessas três variáveis em um único fator não é comum nos estudos anteriores que validaram a mesma escala em contexto de EaD (ANDRADE, 2019; ANTONELLI-PONTI *et al.*, 2020; MARTINS, 2012). Isso significa que as modalidades de ensino a distância requerem não apenas o uso de estratégias como estudo dos materiais didáticos, busca por conteúdos adicionais ou realização dos exercícios propostos, como já se viu aqui. Os alunos precisam assumir, com mais disciplina, seu papel como principal responsável pela constante e sistemática análise de seu próprio progresso (CARRASCO e SILVA, 2017; MARTINS e ZERBINI, 2014b).

Alunos autorregulados (emocionalmente e cognitivamente) tendem a ser mais organizados, concentrados, interessados (“Tentei aplicar o conteúdo de MAT002 no meu dia-a-dia...”) e autocríticos (WINNE, 2017). Na aprendizagem de matemática, estudos mostram que quando o aluno aprende a identificar comportamentos que afetam negativamente a própria

aprendizagem e depois disso consegue modificar suas estratégias, quando obtém êxito nesse intento, essa habilidade adquirida passa a influenciar ou modificar positivamente a visão do aluno sobre aprender matemática ou Cálculo. (YILDZLI e SABAN, 2016)

Cabe destacar um aspecto importante sobre os itens 18 – “Tentei aplicar o conteúdo de MAT002 no meu dia-a-dia...”, que obteve média 2,58 (escala de 7 pontos) na análise descritiva e o item 29 – “Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina”, que obteve média 2,99 (concentração de mais de 56% das respostas concentradas nos pontos 1 e 2 da escala). Ao se mostrarem significativas na AFE, essas variáveis reforçam que a aprendizagem de Cálculo 2 requer níveis mais elevados de capacidade de abstração, processamento de informações e aplicação.

Um outro teste comparativo entre indivíduos do sexo masculino e do sexo feminino apontou que os homens aplicaram as EA3 com mais frequência, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Teste de diferença entre médias (ANOVA) de frequência de uso de EA3

Sexo*	Média	Desvio-Padrão	IC de 95%	F	gl	P**
Média Estratégias de Aprendizagem – Aplicação prática e monitoramento da compreensão (EA3)						
Feminino	2,65	1,29	(2,46; 2,84)	7,96	425	0,00
Masculino	3,04	1,57	(2,85; 3,24)			

*Feminino N=213; Masculino N=213. **Considerando $p < 0,05$.

Fonte: A autora.

Contudo, na estatística descritiva, a baixa frequência de uso de estratégias referentes a EA3 mostra que os alunos, independentemente do sexo, não identificaram facilmente qual seria a aplicabilidade dos conteúdos aprendidos. Isso pode decorrer de dois aspectos: 1) o repertório, ainda restrito, dos alunos que estavam no primeiro ano letivo, embora apenas 34% estava nessa condição ou 2) a falta de habilidade ou de hábito dos professores em transmitir o conteúdo de forma contextualizada e aplicada. A segunda possibilidade é uma questão séria e preocupante. O enfoque conteudista no ensino superior em Engenharia dificulta o desenvolvimento dos alunos em níveis mais avançados do domínio cognitivo, como a capacidade de análise, resolução de problemas e criatividade, conforme se viu na teoria de Bloom (CALBINO, 2020; KRAMARSKI e GUTMAN, 2006).

Fator 4 – Elaboração e organização

Este fator apresenta 4 itens e ótimo índice de consistência interna ($\alpha=0,85$). As variáveis se referem às habilidades cognitivas do aluno quanto à organização mental e à elaboração de

conexões entre o conteúdo aprendido e o repertório de conhecimentos que o aluno já possui. Também representa a capacidade de entender como os conteúdos da disciplina se relacionam entre si e quais deles são mais importantes. Mediu-se, então, a frequência com que os alunos aplicaram essas estratégias para melhor aprender.

Por se referirem a processos mais abstratos de aprendizagem (organização mental e elaboração), o uso dessas estratégias demanda maior esforço dos alunos. Assim, alunos que se apoiam ou são estimulados a se apoiar, apenas, em técnicas de memorização de fórmulas matemáticas, por exemplo, terão mais dificuldades em trabalhar em nível de resolução de problemas (KRAMARSKI e GUTMAN, 2006).

Alunos que não conseguem “dimensionar a ligação entre MAT002 e as matérias aprendidas anteriormente” podem apresentar dificuldades em conteúdos subsequentes porque as disciplinas de Cálculo são interdependentes. Isso significa que, se o indivíduo “avança” sem ter os conceitos bem consolidados, ele tende a retroceder ou a paralisar, em algum momento.

Em suma, diante de todas as possíveis estratégias vistas aqui, cabe ressaltar que não existem estratégias melhores ou piores, mas sim estratégias mais ou menos adequadas ao tipo de conteúdo a ser aprendido (ZERBINI e ABBAD, 2008).

Por fim, na Figura 29 tem-se um resumo da estrutura empírica final da escala Estratégias de Aprendizagem. Em seguida, a escala *Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto* será analisada.

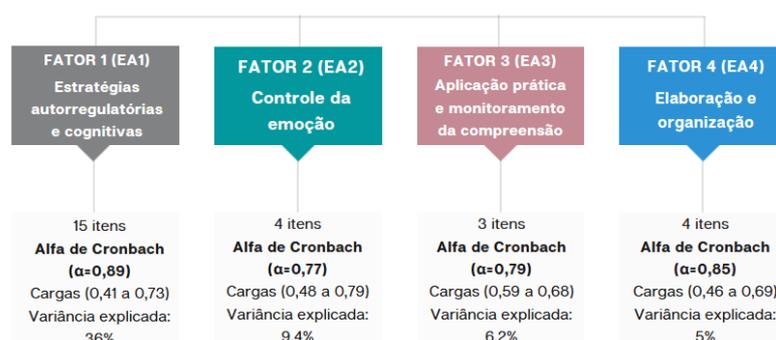


Figura 29 - Distribuição de fatores da Escala Estratégias de Aprendizagem

Fonte: A autora.

6.2.2 Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto

A escala *Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto* contém 12 itens e foi avaliada em uma escala tipo *Likert* de 7 pontos que mensurou critério de qualidade (1 – Muito

ruim a 7 – Muito boa). Antes de proceder às análises fatoriais, foram feitas as análises exploratórias dos dados conforme descrito no item 5.8.

Os resultados destas análises foram: a escala não apresentou *outliers* univariados; oito casos de *outliers* multivariados foram identificados e retirados do arquivo de dados; identificou-se a presença de relações lineares entre variáveis; não houve caso de multicolinearidade. A ACP, graficamente apresentada na Figura 30, sugeriu uma estrutura empírica com dois componentes que explicavam, em conjunto, 60% da variância total das respostas dos participantes aos itens do questionário.

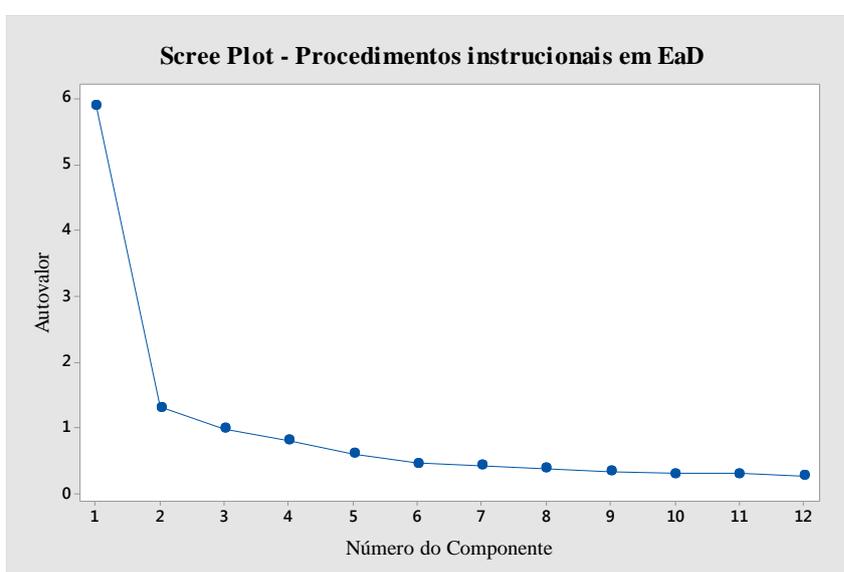


Figura 30 - Distribuição dos autovalores da escala de “Reação aos procedimentos instrucionais”
Fonte: A autora.

Posteriormente, também se analisou o comportamento dos componentes por meio das Análises Paralelas. Os resultados ratificaram a possibilidade de extração de, até, dois componentes, conforme Tabela 12:

Tabela 12 - Análise Paralela de Horn- Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete componentes de Reação aos Procedimentos Instrucionais

Autovalores	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Empírico	5,89	1,3	0,98	0,8	0,59	0,44	0,41
Aleatório	1,32	1,23	1,17	1,12	1,07	1,04	1

Nº. de itens (12); N=499

Fonte: A autora.

Procedeu-se, então, à AFE com extração por eixos principais. Foram testadas as duas possibilidades: a estrutura unifatorial e a bifatorial. Contudo, dado o contexto do estudo e a perspectiva de uma suscitar uma discussão no campo teórico e metodológico da Psicologia instrucional e TD&E, a bifatorial se mostrou mais adequada, segundo dados da Tabela 13.

Tabela 13 - Estrutura empírica da escala “Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto”

Itens da escala	Cargas fatoriais		h ²	X	DP
	Fator 1	Fator 2			
1. Ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do seu curso.		0,81	0,68	4,54	1,72
2. Ligação entre o conteúdo da disciplina e seus objetivos pessoais.		0,83	0,70	3,85	1,79
3. Sequência de apresentação do conteúdo da disciplina.	0,70		0,55	5,08	1,60
4. Linguagem utilizada no material de apoio didático.	0,70		0,54	4,87	1,71
5. Leituras recomendadas pelo professor.	0,75		0,56	4,89	1,70
6. Variedade no uso de recursos educacionais inovadores, tais como aulas ao vivo, vídeos feitos pelo professor, uso de <i>softwares</i> e aplicativos.	0,73		0,51	4,28	1,89
7. Atividades/tarefas propostas ao final de cada unidade.	0,73		0,57	5,03	1,59
8. Clareza dos feedbacks sobre avaliações de aprendizagem e tarefas.	0,78		0,56	4,51	1,84
9. Quantidade de conteúdo para cada unidade.	0,69		0,50	5,00	1,61
10. Quantidade de horas de estudo sugerida para cada unidade.	0,60		0,44	4,68	1,63
11. Programa da disciplina.	0,77		0,61	5,11	1,54
12. Troca de mensagens para interação entre os alunos.	0,43		0,16	5,11	1,80
	N	499	499		
	Eigenvalue (valor próprio)	5,89	1,30		
	Variância explicada (%) PAF	49,08	10,83		
	Nº de itens	10	2		
	Alfa (α)	0,90	0,82		
	KMO	0,91			
	Variância total explicada (%)		60%		

Fonte: A autora.

A escala *Reação aos procedimentos instrucionais* foi aplicada em diversos contextos, como já se mencionou. A título de exemplo, citam-se, no Quadro 6, três estruturas empíricas encontradas nos últimos anos em outras pesquisas:

Quadro 6 - Evidências de validade da escala “Reação aos procedimentos instrucionais”

Autores	Contexto	Estrutura
Mello e Zerbini (2020)	Ensino superior (EaD)	Unifatorial, 16 itens, $\alpha = 0,96$, cargas fatoriais (entre 0,59 e 0,88)
Martins, Zerbini e Medina (2018b)	Qualificação profissional (EaD)	Unifatorial, 9 itens, $\alpha = 0,92$, cargas fatoriais (entre 0,65 e 0,81)
Martins e Zerbini (2015)	Ensino superior (EaD)	Unifatorial, 17 itens, $\alpha = 0,96$, cargas fatoriais (entre 0,60 e 0,86)

Fonte: Elaborado com base nos autores citados.

No estudo de Martins e Zerbini (2015), as autoras constataram a presença de multicolinearidade entre dois itens – “Correspondência entre o conteúdo proposto e os objetivos do curso”) e “Correspondência entre o conteúdo do curso e os seus objetivos pessoais”. Esses itens equivalem, nesta tese, aos dois itens que compuseram, sozinhos, o Fator 2 – “Eventos da instrução” (itens “Ligação entre a disciplina e os objetivos do meu curso” e “Ligação entre a disciplina e meus objetivos pessoais”), com bom índice de consistência interna ($\alpha = 0,82$).

Na pesquisa de Martins, Zerbini e Medina (2018b), o instrumento passou por um refinamento mais rigoroso – a retirada de 8 itens, dentre os 17 da escala de 2015. Os autores se atentaram, também, à multicolinearidade apresentada no estudo de Martins e Zerbini (2015). Uma numerosa amostra de trabalhadores ($N=3.600$) de uma instituição financeira brasileira foi considerada na nova validação. Por fim, a estrutura se manteve unifatorial (com apenas 9 itens, $\alpha=0,92$) e apresentou alto nível de ajuste na Análise Fatorial Confirmatória (*Goodness-of-fit-index* – $GFI=0,95$). Porém, segundo os autores, foi incluída a correlação entre os erros dos itens 1 (“Correspondência entre o conteúdo proposto e os objetivos do curso”) e 2 (“Correspondência entre o conteúdo do curso e os seus objetivos pessoais”).

Martins, Zerbini e Medina (2018b) afirmaram que, com exceção do item “Correspondência entre o conteúdo do curso e os seus *objetivos pessoais*”, os oito itens restantes da escala se referiam a aspectos do *curso* (planejamento) e não do *aluno*. Desse modo, entenderam que isso pode ter levado os respondentes a não avaliar, de forma distinta, “objetivos do curso” e “objetivos pessoais”. Contudo, porque ambos itens apresentam sentido teórico, eles foram mantidos na escala e uma agenda de pesquisa foi proposta: testar novamente esse instrumento, preferencialmente, em contexto diferente dos estudos anteriores.

Para facilitar o acompanhamento da leitura e a identificação das variáveis e fatores da estrutura fatorial encontrada nesta tese para a escala em questão, elaborou-se o Quadro 7.

Quadro 7 - Fatores e variáveis da Escala Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto

Construtos	Fatores	Variáveis
Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto (2 fatores)	1. Planejamento da instrução (10 variáveis)	Itens 3 a 12
	2. Eventos da instrução (2 variáveis)	Itens 1 e 2

Fonte: A autora.

No estudo de Mello e Zerbini (2020), o item “Ligação entre o conteúdo proposto e os objetivos do curso” apresentou multicolinearidade novamente, porém, com outro item: “Linguagem utilizada no material do curso” ($r=0,81$, $p<0,01$).

Em suma, todo esse histórico apresentado tem por objetivo fundamentar a proposta que será feita considerando o comportamento das duas variáveis nas estruturas empíricas e o fato de que elas são teoricamente relevantes para explicar o construto. Destaca-se que, nesta tese, os dois itens em questão (1 e 2) não estiveram altamente correlacionados (que seria, $r>0,8$), conforme dados da Tabela 14:

Tabela 14 - Correlações entre os itens da escala Reação aos procedimentos instrucionais em ensino remoto

Matriz de correlações												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,000	,697*	,377	,359	,309	,282	,349	,281	,297	,331	,349	,140
2		1,000	,341	,328	,308	,278	,353	,273	,292	,339	,295	,098
3			1,000	,613	,566	,522	,565	,516	,511	,465	,564	,303
4				1,000	,672	,514	,535	,479	,470	,440	,580	,263
5					1,000	,593	,573	,547	,458	,419	,540	,259
6						1,000	,551	,630	,420	,354	,513	,348
7							1,000	,603	,552	,478	,557	,285
8								1,000	,490	,437	,572	,373
9									1,000	,711	,620	,228
10										1,000	,636	,204
11	Simétrico										1,000	,270
12												1,00
												0

Fonte: A autora.

Considera-se que os alunos souberam avaliar a diferença entre objetivos do *curso* e objetivos *pessoais*; mais de 50% avaliaram os itens entre os pontos 3 e 5 da escala de 7 pontos, conforme dados da Tabela 15.

Tabela 15 - Comparativo entre itens 1 e 2 da escala

Itens	Média	Desvio Padrão	Moda	Concentração de respostas (%)*		
				1-2	3-5	6-7
1. Ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do seu curso.	4,54	1,72	5	13,8	54,3	31,9
2. Ligação entre o conteúdo da disciplina e seus objetivos pessoais.	3,85	1,79	5	26,0	55,1	18,9

Fonte: A autora.

A correlação entre os fatores 1 e 2 do instrumento foi de 0,45, índice considerado insuficiente para se indicar a existência de um fator geral. A carga fatorial das duas variáveis acima (1 e 2) foi alta (0,81 e 0,83, respectivamente) e ambas apresentaram as maiores comunalidades ($h^2 = 0,68$ e $h^2 = 0,70$), mostrando que são bem explicadas pelo Fator 2, que as agrupou.

Na Figura 31, tem-se o resumo de algumas propriedades psicométricas da estrutura fatorial da escala *Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto*.



Figura 31 - Estrutura fatorial da escala *Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto*

Fonte: A autora.

Há sustentação teórica para essa estrutura bifatorial, como se verá a seguir. Antes, será brevemente discutida a composição do Fator 1.

Fator 1 - Planejamento da instrução

Este fator agrupou 10 itens (Ver Quadro 7), com excelente índice de consistência interna ($\alpha=0,90$). Esses itens medem procedimentos tradicionais que são adotados quando se planeja um curso ou disciplina, como se viu na Figura 5 (escolha da modalidade de ensino, sequência do conteúdo, objetivos, atividades propostas etc).

Os itens 3 a 11 apresentaram boas cargas fatoriais (entre 0,60 e 0,78), apontando que tais variáveis representam bem o Fator 2 (Procedimentos instrucionais). Contudo, quanto aos itens 3 – “Sequência de apresentação do conteúdo da disciplina” e 11 – “Programa da disciplina”, cabe destacar que os professores ou os responsáveis pela elaboração do programa de uma disciplina são majoritariamente responsáveis por julgar a qualidade técnica dos objetivos, métodos de avaliação, sequenciação dos conteúdos etc.

No estudo de Martins e Zerbini (2016), que usou a mesma escala, os alunos também avaliaram satisfatoriamente os procedimentos instrucionais semelhantes aos itens do Fator 1. Em Giray *et al.* (2021), os alunos de Engenharia avaliaram positivamente boa parte dos procedimentos instrucionais dos professores durante o ensino remoto emergencial. Considerando que os autores realizaram entrevistas com os alunos, dados mais específicos foram coletados: 1) alguns professores gravaram vídeos explicativos de conteúdos pontuais e os alunos usaram esses materiais intensamente; 2) aulas ao vivo foram apontadas pelos alunos de Engenharia como melhor formato de aulas; 3) os métodos utilizados para avaliação, segundo os alunos, deveriam ser adaptados ao ensino *on-line*, bem como a linguagem e o formato dos materiais da disciplina; 4) alunos cujos professores interagiram constantemente com a turma se mostraram mais satisfeitos e motivados com o ERE.

O fato de o contexto deste estudo estar em um cenário de pandemia coloca os participantes em uma condição desfavorável para a exploração de todas as possibilidades do ensino *on-line*. Por exemplo, Araújo *et al.* (2017) investigaram a eficácia de recursos educacionais em um curso de extensão totalmente *on-line* na área de Engenharia elétrica em uma IES pública brasileira. Os alunos reagiram satisfatoriamente à – dentre outros recursos – presença de ferramentas de interação intuitiva para facilitar a comunicação com os colegas dentro da plataforma. Contudo, o contexto era bem diferente.

Ainda em relação à comunicação dos professores com os alunos, pesquisas destacam como fatores negativos no ensino *on-line*: interação superficial com os alunos nas aulas síncronas; inabilidade dos professores com as ferramentas digitais; (KEBRITCHI, LIPSCHUETZ, e SANTIAGUE, 2017); baixos níveis de “presença do professor”, de forma

assíncrona, no ambiente virtual; uso de poucas tecnologias interativas que podem efetivamente engajar os alunos no aprendizado *on-line* (BAMBARA *et al.*, 2009; IGLESIAS-PRADAS *et al.*, 2021; JAGGARS e XU, 2016).

Em Naji *et al.* (2020), nas entrevistas com os alunos de Engenharia, estes reagiram satisfatoriamente à constante interação dos professores com as turmas; consideraram esse procedimento essencial para auxiliar os alunos a compreender a necessidade e os benefícios potenciais da mudança para o ERE. Segundo os entrevistados, o contato contínuo com os professores e colegas aumentou a motivação, apreciação pelo aprendizado *on-line* e ajudou a reduzir os sentimentos de solidão.

Conclui-se sobre o *Fator 1 – Procedimentos instrucionais* que, avaliar a “Reação” dos alunos ao planejamento da instrução significou, aqui, medir a satisfação deles quanto a *o quê* (o programa) e ao *como* (métodos, meios de ensino) Cálculo 2 lhes foi ofertado. Em outras palavras, o fato de os alunos terem reagido favoravelmente a quase todos os procedimentos de ensino significa, especificamente, que os alunos ficaram satisfeitos com o *planejamento* instrucional. Entretanto, é essencial destacar: essa medida não é suficiente para atestar a qualidade do programa da disciplina ou a sua adequabilidade aos objetivos dos cursos. Prova disso é a análise do próximo fator que integrou a estrutura empírica da escala em questão.

Fator 2 – Eventos da instrução

Este fator agrupou os itens 1 e 2 da escala, com cargas fatoriais 0,81 (Item 1) e 0,82 (Item 2). A proposta de manter a estrutura bifatorial, ainda que com apenas 2 itens neste segundo fator, foi motivada por uma implicação teórica que pode colaborar com a proposição de novas medidas em Avaliação no nível de reação.

Antes de indicar essa implicação, será importante fazer este breve resumo: a) a escala *Reação a procedimentos instrucionais*, desde sua primeira versão, foi proposta com o intuito de avaliar a satisfação dos alunos com aspectos atinentes ao planejamento instrucional; b) o planejamento instrucional, como já mencionado, envolve definição do conteúdo, da sequência e dos meios pelos quais o conteúdo será transmitido ao aluno (ABBAD *et al.*, 2006); c) medir a reação dos alunos pode significar, também, medir o *desempenho docente* ou a *aplicabilidade/utilidade* do curso ou disciplina (MENESES, ZERBINI e ABBAD, 2010); d) no Brasil, há escalas específicas para medir desempenho de tutores, interface gráfica dos cursos etc, como já se mencionou (rever tópico 4.3); e) a escala usada aqui, *Reação a procedimentos instrucionais em EaD* visa avaliar elementos do sub-sistema *Planejamento e execução*, que

integra o sistema de TD&E³⁴. Este sub-sistema abrange atividades como definição dos objetivos instrucionais e dos conteúdos, das estratégias de ensino (sequência do programa, escolha dos recursos de ensino) e dos critérios de avaliação adequados para se alcançar os objetivos previamente estabelecidos.

Prosseguindo o raciocínio, na teoria de Gagné o autor menciona que, para ocorrência da aprendizagem, é necessário considerar os eventos *internos* e *externos* ao aluno. Os internos dizem respeito ao processo interno de aprendizagem que, embora seja individual, pode e deve ser facilitado pelo professor. Os eventos externos, por sua vez, são as condições propiciadas ao aluno para que a aprendizagem ocorra.

Portanto, os elementos que integram os “Eventos da instrução”, de Gagné (1985), diferem dos que compõem o “Planejamento da instrução”, embora ambos sejam complementares. É nessa distinção que se deseja focar, pois elas deram nome aos fatores da estrutura empírica encontrada nesta tese. No Quadro 8 há um comparativo entre esses conceitos:

Quadro 8- Planejamento e eventos instrucionais

Planejamento da instrução	Eventos da instrução (Gagné, 1985)
Redigir os objetivos instrucionais;	Obter atenção do aluno;
Definir a modalidade de entrega (presencial, remota, híbrida);	Informar o objetivo instrucional;
Estabelecer a sequência do ensino;	Resgatar os conhecimentos prévios do aluno;
Criar/escolher os procedimentos educacionais;	Apresentar estímulos ao aluno;
Definir critérios de avaliação da aprendizagem;	Fornecer material de apoio à aprendizagem;
	Provocar o desempenho
Avaliar e ajustar o planejamento.	Fornecer feedback e avaliar o desempenho;
	Aumentar a retenção e a transferência.

Fonte: Gagné (1985) e Meneses, Abbad e Zerbini (2010).

Nesse sentido, pode-se deduzir que “Planejamento da instrução” engloba *procedimentos* referentes ao desenho da disciplina, enquanto “Eventos da instrução” enumera

³⁴ Relembrando, o Sistema de TD&E é composto pelos sub-sistemas “Avaliação de necessidades”, “Planejamento e execução”, “Avaliação” (BORGES-ANDRADE, 2006).

as *condições* para operacionalização desse desenho. Os eventos parecem apontar um “planejamento em execução”.

Sendo assim, considera-se que as duas variáveis do *Fator 2 – Eventos da instrução* (“Ligação entre a disciplina e os objetivos do seu curso” e “Ligação entre a disciplina e os seus objetivos pessoais”) têm maior aderência à teoria dos “Eventos instrucionais” de Gagné, por isso foram assim nomeadas. Ao mesmo tempo, a composição desse novo fator aponta possibilidade de se pensar em novas medidas baseadas nos demais eventos da instrução.

Avaliar essas duas variáveis à luz de Gagné significa analisar a reação do aluno à forma como os objetivos da disciplina lhe foram apresentados (ou seja, a condição propiciada pelo professor) e não à forma como estão escritos no “papel” (no planejamento). Nesse raciocínio sobre a nova medida, o pesquisador também avaliaria a reação do aluno ao desempenho docente (*Obter atenção do aluno, Informar o objetivo instrucional, Apresentar estímulos ao aluno*) e à aplicabilidade/utilidade da disciplina. Portanto, propõe-se que os eventos de instrução de Gagné sejam mais explorados como base teórica para revisão dos itens da escala original “Reação aos procedimentos instrucionais em EaD” ou para proposição de novos instrumentos que contemplem, especificamente, essa teoria.

6.2.3 Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Na ocasião da aplicação, esta escala continha 14 itens, os quais foram avaliados em uma escala tipo *Likert* de 7 pontos que mensurou intensidade (1 – Prejudicou bastante meu desempenho a 7 – Não prejudicou meu desempenho). Não houve *outliers* univariados, mas 4 *outliers* multivariados foram encontrados e excluídos do banco de dados, resultando em 503 respostas válidas.

Para facilitar a compreensão da relação entre fatores e variáveis dessa escala, elaborou-se o Quadro 9.

Quadro 9 - Distribuição de fatores e variáveis da Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Construto	Fatores	Variáveis
Ambiente de estudo e procedimentos de interação (2 fatores)	1. Contexto de estudo (8 variáveis)	Itens 1 a 8
	2. Custos pessoais (4 variáveis)	Itens 9 a 12

Fonte: A autora.

Após todos os tratamentos estatísticos, conforme realizado nas demais escalas, a matriz de variância-covariância dos itens se mostrou fatorável. Sendo assim, procedeu-se à extração inicial pela ACP, cujo resultado apontou uma estrutura empírica com três componentes que explicavam, em conjunto, 56,4% da variância total das respostas. Posteriormente, a análise do *scree plot*, na Figura 32, indicou a possibilidade de extração de dois componentes:

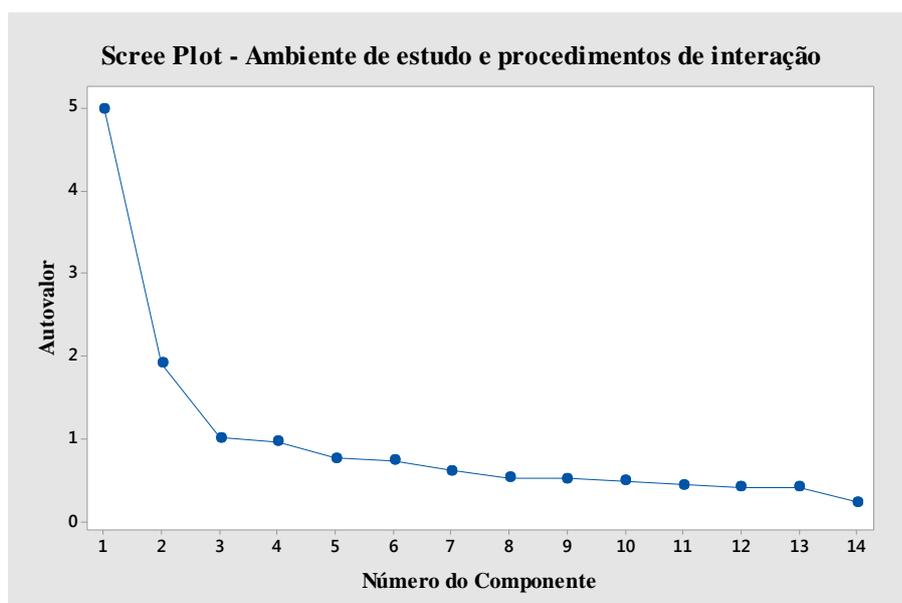


Figura 32 - Distribuição dos autovalores dos itens da escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação
Fonte: A autora.

Para confirmar esse resultado da ACP, realizou-se a análise das paralelas, cujo resultado se encontra na Tabela 16.

Tabela 16- Análise Paralela de Horn- Autovalores empíricos e aleatórios dos primeiros sete componentes de "Ambiente de estudo e procedimentos de interação"

Autovalores	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Empírico	4,98	1,9	1	0,96	0,76	0,73	0,61
Aleatório	1,28	1,22	1,16	1,12	1,08	1,04	1,01

Nº de itens (14); N=503

Fonte: A autora.

Conhecidos esses dois componentes, seguiu-se para AFE com extração por eixos principais e rotação oblíqua (*oblimin*). Foram testadas as estruturas com fixação de um, dois e três fatores, mas a bifatorial se mostrou mais adequada estatisticamente e teoricamente. O item 13 – “Volume de tempo de exposição à tela do computador” apresentou carga nos dois fatores (0,33 e 0,37) e ambas menores que 0,4, que foi o critério mínimo adotado aqui. Portanto, esse item foi eliminado, bem como o item 14 – “Utilização do e-mail para comunicação com professores e colegas” (0,37), pelo mesmo motivo. A Tabela 17 apresenta a estrutura empírica final:

Tabela 17 - Estrutura empírica da escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação”

Itens da escala	Fatores		h ²	X	DP
	1	2			
1. Uso do computador/celular em outras atividades, não relacionadas a MAT002, no meu dia-a-dia	0,48		0,29	4,47	1,97
2. Conciliação da disciplina com as demais disciplinas ou com outros cursos que eu estava fazendo	0,72		0,55	3,79	1,82
3. Conciliação do meu curso com meus compromissos familiares	0,74		0,52	3,8	2,04
4. Surgimento de nova atividade profissional durante o semestre em que fiz MAT002	0,51		0,28	4,89	1,99
5. Acesso às atividades da disciplina com a regularidade proposta	0,65		0,43	4,71	1,74
6. Meus métodos de organização e planejamento das atividades de estudo	0,61		0,41	4,31	1,85
7. Minha condição de saúde física	0,41		0,30	5,35	1,89
8. Minha condição de saúde mental	0,57		0,36	3,61	2,1
9. Custo financeiro para manutenção do computador		0,71	0,59	5,39	2
10. Custo financeiro para acessar a internet		0,78	0,68	5,6	1,86
11. Qualidade da minha conexão à internet		0,71	0,51	4,79	2,07
12. Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral		0,51	0,34	4,45	2,01
	N	503	503		
	Eigenvalue (valor próprio)	1,9	4,98		
	Variância explicada (%)	13,61	35,59		
	Nº de itens	8	4		
	Alfa (α)	0,8	0,8		
	KMO	0,87			
	Variância total explicada (%)		49,2		

Fonte: A autora.

Ao discutir a avaliação da efetividade de cursos a distância, Zerbini (2017) destaca a relação entre desempenho do aluno e características do ambiente familiar. A autora aponta que os locais em que o aluno estuda e as formas de organização da sua rotina tendem a influenciar o seu rendimento. Nesta tese, os aspectos atinentes ao contexto familiar e às condições pessoais dos alunos à época do ERE foram mais influentes do que os elementos referentes à interação em ambiente virtual, como se verá a seguir. Na Figura 33 tem-se a estrutura fatorial obtida nesta tese por meio da escala *Ambiente de estudo e procedimentos de interação*.

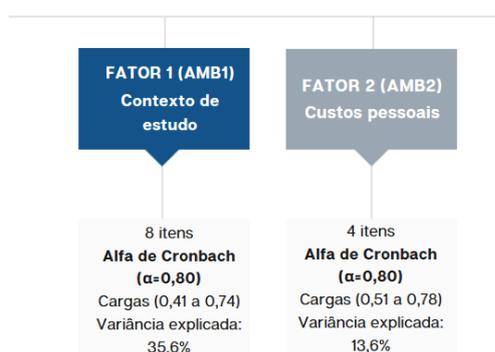


Figura 33 - Distribuição em fatores da Escala Ambiente de estudo e procedimentos de interação

Fonte: A autora.

O *Fator 1 – Contexto de estudo* apresentou um bom índice de consistência interna ($\alpha = 0,80$), com oito itens, cujas cargas fatoriais variaram entre 0,41 e 0,74. Aqui foram medidos aspectos relacionados ao contexto pessoal do aluno, como rotinas de planejamento de estudo, trabalho e condições de saúde. O contexto de estudo apresentou condições do aluno sob duas perspectivas: temporais e pessoais. A primeira diz respeito ao tempo que o aluno dedica ao estudo, atividades profissionais e outras tarefas acadêmicas. A segunda se refere às habilidades (e estado) do indivíduo necessárias ao bom desempenho acadêmico em ensino remoto: saúde física e mental, capacidade de organização e planejamento das atividades de estudo.

Infer-se do Fator 1 que as modalidades de ensino *on-line* exigem que o aluno concilie diversos tipos de ambientes, virtual e físico, para realizar suas tarefas. Nos casos em que não há encontros presenciais, como ocorreu durante a pandemia, as opções de ambiente físico de estudo se reduzem. O aluno torna-se o principal responsável por providenciar seu próprio espaço e recursos, que podem ou não ser adequados às suas necessidades.

Possíveis dificuldades do aluno em conciliar seu curso com compromissos familiares ou com a rotina dos membros da casa podem comprometer o processo de aprendizagem. Em

paralelo, o surgimento de alguma atividade profissional ou alterações no estado de saúde física e mental tendem a dificultar o desempenho nas tarefas.

No citado estudo experimental de Naji *et al.* (2020), os autores identificaram que o uso simultâneo ou compartilhado de computador com outros membros da família, a falta de espaço isolado para estudar e problemas com sinal da internet foram prejudiciais ao aproveitamento dos alunos de Engenharia no contexto de ERE.

Fator 2 – Custos pessoais

Este fator avaliou o quanto aspectos relacionados a custos financeiros dificultaram o aproveitamento dos alunos durante o ERE. O fator apresentou um índice de confiabilidade de 0,80 e quatro itens, com cargas fatoriais variando entre 0,71 e 0,74, com exceção do item 12 (carga: 0,51) que, diferentemente de todos os demais da escala, foi o único que mediu aspectos referentes ao ambiente virtual.

O item 12 – “Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral” foi avaliado com média 4,45 (na escala 1 a 7) apontando que os alunos não consideraram que o número de mensagens trouxe “grandes” prejuízos ao desempenho deles. Após AFE, essa variável se agrupou a itens referentes a custos financeiros para acesso a tecnologias.

Alguns alunos entenderam que as mensagens vindas do SIGAA, embora mais frequentes durante o ERE, eram necessárias para manter a comunicação entre aluno, professor e universidade. Sendo assim, a importância do acesso constante à internet e a um computador para acompanhar as atividades esteve diretamente relacionada a condições financeiras de que o aluno deveria dispor. E tal fato explica o agrupamento dos itens do Fator 2.

O canal oficial de comunicação durante o ERE era o sistema acadêmico. Por meio deste, também, o aluno era notificado dos prazos de entregas de tarefas e agendamento de provas e aulas. Desse modo, estar conectado era imprescindível.

6.3 Síntese dos resultados: evidências de validade dos instrumentos

Na Tabela 18, apresenta-se um resumo das propriedades psicométricas (número de fatores e itens, índice de consistência interna, cargas fatoriais) dos instrumentos utilizados na presente pesquisa para verificação de evidências de validade.

Tabela 18- Resumo das informações sobre os instrumentos utilizados nesta pesquisa

Instrumento	Fatores obtidos	Nº. de Itens	Alfa de Cronbach (α)	Cargas Fatoriais	
				Min.	Max.
Ambiente de estudo e procedimentos de interação	Contexto de estudo	8	0,80	0,41	0,74
	Custos pessoais	4	0,80	0,51	0,78
Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto	Planejamento da instrução	10	0,90	0,43	0,78
	Eventos da instrução	2	0,82	0,81	0,83
Estratégias de Aprendizagem em ensino remoto	Estratégias autorregulatórias e cognitivas	11	0,91	0,41	0,73
	Controle da emoção	3	0,80	0,48	0,79
	Aplicação prática e monitoramento da compreensão	3	0,79	0,59	0,68
	Elaboração e organização	4	0,88	0,46	0,69

Fonte: A autora.

Segundo Pasquali (2009), as evidências de validade de escalas de medida podem ser observadas por meio de diversos indicadores. Entre eles, o incentivo à aplicação da escala em contextos diferentes de onde foram criados e de onde já foram aplicados. Nesse caso, é essencial identificar o quanto tem sido utilizada a escala que se pretende aplicar e, também, é válido comparar as versões anteriores da escala e os indicadores já obtidos em outros estudos. A Tabela 18 indica que as escalas – vale lembrar, aplicadas nesta tese em um contexto de pesquisa não apenas inédito, mas bem diferente dos anteriores – apresentaram ótimos índices psicométricos. Segundo Pasquali (2009), estes índices são percebidos pela evidência de estabilidade das escalas (como número de fatores, itens), cargas fatoriais significativas em quase todas as variáveis (poucas foram excluídas por baixa carga, ou seja, $<0,40$, como se definiu nesta tese), índices bons ou excelentes de consistência interna ($\alpha >0,80$).

Comparações mais detalhadas entre os dados empíricos desta tese e os dados empíricos encontrados por outros pesquisadores foram feitas em vários momentos neste trabalho. As evidências da Tabela 18 também reforçam que as escalas mantiveram suas ótimas propriedades psicométricas ao longo do tempo – boa parte dessas escalas foi construída há, aproximadamente, 12 anos e as estruturas empíricas encontradas (a distribuição de fatores, principalmente) têm se mostrado estáveis e precisas.

No próximo tópico, parte-se para outra etapa de análise multivariada a fim de melhor compreender o fenômeno aqui investigado.

6.4 Análises de regressão múltipla

As regressões múltiplas foram realizadas visando alcançar o objetivo geral e o objetivo específico 9 do presente estudo. Nesta etapa, foram identificadas relações lineares entre as variáveis consideradas nas regressões (pressuposto da linearidade). Tendo em vista os critérios propostos por Pasquali (2009) e Tabachnick e Fidell (2013) quanto à multicolinearidade ($r > 0,8$) e singularidade ($r > 0,9$), nenhuma das escalas apresentou esses fenômenos entre as variáveis.

Após a retirada dos casos extremos uni e multivariados, o arquivo de dados totalizou 480 casos. Esse número de amostra atende os critérios de Tabachnick e Fidell (2013), descritos no tópico 5.9, em relação aos requisitos para realização de análises de regressão: ($N \geq 50 + 8m$) para testar correlações múltiplas e $N \geq 104 + m$ e 40 casos para cada variável previsora para regressão múltipla com estimação *stepwise*.

6.4.1 Critérios de análise dos coeficientes de regressões múltiplas

Hair *et al.* (2009) orientam que, em regressões, é essencial que as medidas sejam confiáveis e que os resultados também façam sentido teórico e prático. Do contrário, tende-se a enfatizar altos índices de coeficientes como B (beta não padronizado), β (beta padronizado) ou R^2 (coeficientes de determinação) obtidos à custa de preditores em excesso que, ao final, tentarão explicar o inexplicável (ANDERSON-SPRECHER, 1994). Tendo em vista essas colocações, serão feitos breves apontamentos sobre o significado desses coeficientes neste estudo.

O coeficiente de determinação (R^2) estima a qualidade do ajustamento da equação de regressão, fornece a proporção da variação-resposta pela variação das variáveis predictoras. Também pode auxiliar a entender em que medida a relação entre as variáveis pode ser descrita por uma função linear. Em um cenário de ajuste perfeito, todas as observações estariam situadas na reta de regressão. Como isso raramente acontece, é comum a ocorrência de erros positivos (observações acima da reta) e negativos (observações abaixo da reta). Quanto menor a distância entre as observações e a reta, maior o R^2 , melhor o ajuste do modelo. Hair *et al.* (2009) afirmam que modelos com R^2 pequenos podem significar que fatores importantes deixaram de ser incluídos, mas não necessariamente quer dizer que estariam correlacionados com os demais preditores.

O coeficiente (B) não padronizado é uma estimativa pautada na *covariância* entre as Variáveis Predictoras – VP e a Variável-resposta – VR. Isso significa que sua magnitude cresce na medida em que escores de VPs acima da média são correspondentes aos escores de VR na mesma condição (HAIR *et al.*, 2009). O (B) também possui a característica peculiar de ser apresentado na mesma unidade de medida da variável original, o que pode dificultar a identificação da magnitude de cada VP em relação à VR, como nesta tese, por exemplo, dado que se tem escalas tipo *Likert* que variam de 1 a 7. O coeficiente não padronizado é o único que fornece informações por unidade de medida.

Já o coeficiente (β) padronizado usa a *correlação* entre VP e VR como base de cálculo. Isso significa que ele cresce na mesma direção da covariância. A literatura aponta que a principal função desse coeficiente é viabilizar a comparabilidade (HUNTER e HAMILTON, 2002). Ele também permite que o pesquisador determine qual preditor teve maior efeito sobre a variável-resposta, bem como que se compare a relação replicada por estudos diferentes. Há possibilidade de o pesquisador ponderar a importância de cada variável independente não somente em termos de unidades da variável, mas de conjunto.

O (β) é interpretado da seguinte forma: quanto mais próximo estiver dos valores extremos -1 e 1, mais forte é a correlação linear. Entende-se que o fato de cada escore de preditor estar padronizado permite que a comparação das magnitudes dos coeficientes (significância) seja mais convincente (COHEN, 1988).

6.4.2 Preparação dos dados

As variáveis do banco de dados completo já estavam padronizadas em escores Z desde a etapa anterior de análises fatoriais. Assim, foi computada a transformação Z de cada variável para se realizar as regressões. O banco era composto das seguintes variáveis: 1 item referente à média de notas dos alunos em Cálculo 2 (variável-resposta), 14 itens do questionário sobre características sociodemográficas (variáveis predictoras), oito escores fatoriais – que nas regressões assumem o papel de variáveis predictoras – extraídos das três escalas. Para facilitar o acompanhamento da leitura nas análises, no Quadro 10 há um resumo dos construtos e das oito variáveis predictoras.

Quadro 10 - Construtos e variáveis predictoras

Construto	Variáveis predictoras
Estratégias de Aprendizagem	1. Estratégias autorregulatórias e cognitivas (EA1) 2. Controle da Emoção (EA2) 3. Aplicação prática e monitoramento da compreensão (EA3) 4. Elaboração e Associação (EA4)
Reação a procedimentos instrucionais em ensino remoto	5. Planejamento da instrução (PROC1) 6. Eventos da instrução (PROC2)
Ambiente de estudo e procedimentos de interação	7. Contexto de estudo (AMB1) 8. Custos pessoais (AMB2)

Fonte: Elaborado pela autora.

Após exame das correlações bivariadas de Pearson, verificou-se a presença de diversas VPs como candidatas aos modelos de regressão, considerando-se o critério de Miles e Shevlin (2001): correlação baixa ($0,1 < r \leq 0,3$) ou moderada ($0,3 < r \leq 0,5$). Contudo, a correlação, sozinha, pouco informa sobre o poder explicativo das variáveis (FIELD, 2009). Sendo assim, um modelo de predição foi proposto e testado por meio de duas técnicas de RM.

6.4.3 Modelo multivariado de predição de aprendizagem no ensino remoto

Este modelo, apresentado na Figura 33, buscou investigar a relação entre duas VPs sociodemográficas (renda e período do curso) e todas as oito VPs individuais.

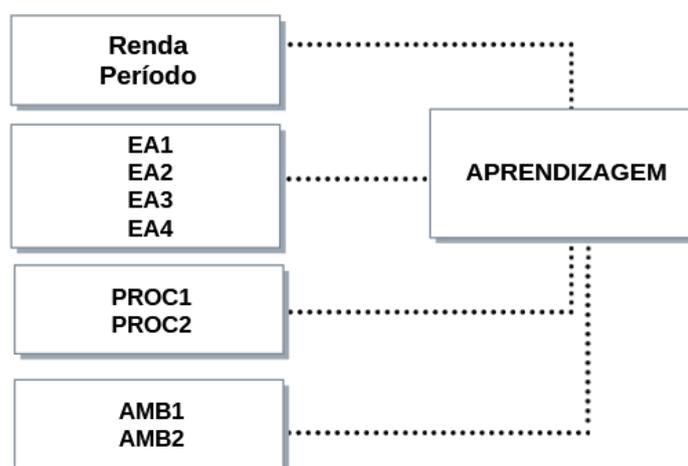


Figura 34 - Modelo multivariado de predição de aprendizagem no ensino remoto emergencial

Fonte: A autora.

Para a RM, o banco de dados completo continha 480 casos. A Figura 33 apresenta o modelo multivariado de predição. Inicialmente, esse conjunto de dados foi submetido à análise de regressão múltipla padrão. Foi utilizado o *software* SPSS, versão 26. A Tabela 19 apresenta o resultado dessa análise por meio da descrição dos coeficientes de regressão padronizados (β), a constante, o R^2 (correlação entre todas as VPs com a VR), o R^2 ajustado (estimativa do R^2 da população) e as contribuições individuais das variáveis (Sr^2).

Tabela 19 - Regressão múltipla padrão

Preditores	Aprend.	Renda	Período	EA1	EA2	EA3	EA4	PROC1	PROC2	AMB1	AMB2
Renda	-0,13**										
Período	-0,10*	-0,12**									
EA1	-0,09*	-0,23**	-0,05								
EA2	-0,05	0,11**	-0,04	0,10*							
EA3	0,03	-0,24**	0,00	0,51**	0,21**						
EA4	0,17	-0,06	-0,08*	0,63**	0,21**	0,54**					
PROC1	-0,05	0,01	-0,07	0,33**	0,31**	0,25**	0,40**				
PROC2	-0,09*	-0,13**	-0,27**	0,37**	0,22**	0,37**	0,43**	0,45**			
AMB1	-0,03	0,10*	-0,01	0,22**	0,50**	0,26**	0,24**	0,33**	0,24**		
AMB2	-0,09*	0,45**	-0,08*	-0,08*	0,27**	-0,08*	0,05	0,20**	0,06	0,48**	
B		-0,04	0,01	0,06	0	0	0	-0,01	-0,05	0	-0,01
β		-0,11	0,04	0,11	0	0	0	-0,02	-0,12	0	-0,02
Sr^2		0,93%	0,17%	0,78%	0,34%	0	0,18%	0,34%	1%	0,03%	0,37%
Constante= 8 $R^2=4\%$ $R^2(aj.)= 2,2\%$ $R=20\%$											

* A correlação é significativa no nível 0,05.

** A correlação é significativa no nível 0,01.

N=480.

Fonte: A autora.

Na Tabela 20 tem-se a ANOVA da regressão múltipla padrão.

Tabela 20- ANOVA dos dados da regressão múltipla padrão

ANOVA					
Variável-resposta	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	<i>p-value</i>
Aprendizagem	7,651	478	0,765	2,033	0,030

Fonte: A autora.

Com o intuito de encontrar um melhor ajuste para esse modelo, testou-se o arranjo por meio de uma regressão múltipla *stepwise backward*. Ela se difere da regressão múltipla padrão e da hierárquica no tocante ao que acontece com a variabilidade sobreposta de preditores correlacionados entre si na explicação da variável-resposta e, além disso, de quem determina (a estatística ou a teoria) a ordem de inserção dos preditores na equação. Enquanto na regressão múltipla padrão os dados são inseridos, computacionalmente, de uma única vez, na *stepwise* (por etapas), esse processo de entrada é gradual (TABACHNICK e FIDELL, 2013).

A regressão *stepwise* disponibiliza ao pesquisador dois tipos de técnica de estimação: 1) *forward* (“para frente”) – quando a equação começa vazia e cada preditor é inserido, um por um, na equação, começando por aquele que tem maior correlação com a variável-resposta; 2) *backward* (“para trás”) – quando todos os preditores são incluídos de uma só vez na equação, e depois são retirados, passo a passo, até que se identifiquem os melhores preditores.

Na *backward*, que se testou neste trabalho, a variável que sai do modelo não tem a oportunidade de voltar a ser testada novamente. Desse modo, pode-se obter um resultado diferente da regressão múltipla padrão. A ANOVA da regressão múltipla *stepwise* apresentou os seguintes indicadores descritos na Tabela 21:

Tabela 21 - ANOVA dos dados da regressão múltipla *stepwise*

ANOVA					
Variável-resposta	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	<i>p-value</i>
Aprendizagem	7,178	3	2,393	6,434	0,000

Fonte: A autora.

Nesta tese, o resultado dessa análise apontou uma significativa melhora no índice de R^2 e as variáveis mais significativas se mantiveram, com alterações em suas contribuições conforme dados da Tabela 22:

Tabela 22 - Regressão múltipla *stepwise backward* para o modelo de predição de aprendizagem

Preditores	Aprend.	Renda	EA1	PROC2
B		-0,04	0,06	-0,05
β		-0,12	0,11	-0,14
Sr ²		1,49%	1%	1,62%
Constante= 7,9 R²=3,8% R²(aj.)= 3,3% R=20%				

* A correlação é significativa no nível 0,05.

** A correlação é significativa no nível 0,01.

N=480.

Fonte: A autora.

A Tabela 22 apontou que três variáveis contribuíram para a explicação da aprendizagem:

- 1) Renda mensal familiar ($\beta= -0,12$): as dimensões dessa medida variavam de 1 a 7, nos seguintes estratos: 1 (até 1,5 salário-mínimo); 2 (de 1,5 a 3); 3 (de 3 a 4,5); 4 (de 4,5 a 6); 5 (de 6 a 10); 6 (de 10 a 30); 7 (>30 salários-mínimos);
- 2) EA1 – Estratégias de aprendizagem cognitivas e autorregulatórias ($\beta= 0,11$): essa medida aferiu a frequência com que os alunos adotaram essas estratégias para aprender. A escala tipo *Likert* de 7 pontos variava de 1 (Nunca) a 7 (Sempre);
- 3) PROC2 – Eventos da instrução ($\beta= -0,14$): aqui o aluno avaliou a qualidade dos eventos instrucionais propiciados pelo seu professor de MAT002. A escala tipo *Likert* de 7 pontos variava de 1 (Muito ruim) a 7 (Muito bom).

Agrupadas, as três preditoras explicam quase 4% (sendo 3,3% ajustado) da variabilidade de aprendizagem medida em notas. Em linhas gerais, esse modelo evidenciou que os alunos com renda em estratos baixos apresentaram maior desempenho em Cálculo 2; os alunos que adotaram estratégias de aprendizagem cognitivas e autorregulatórias com mais frequência alcançaram melhores resultados; os alunos que avaliaram negativamente os procedimentos (eventos) instrucionais do professor, apresentaram maiores notas. No próximo tópico, serão discutidos os significados desses dados.

6.5 Discussão das análises de regressão múltipla

A identificação de um bom ajuste de modelo de regressão para análise de fenômenos de aprendizagem no ensino superior é um desafio a pesquisadores de várias áreas. Quando

Zhang *et al.* (2004) estudaram 87.167 alunos de engenharia de nove universidades norte-americanas, durante 15 anos, eles buscaram identificar preditores de aprendizagem com base em indicadores institucionais. Foi proposto um modelo-base, que foi replicado a cada uma das nove universidades e, ao final, os resultados mostraram ajustes diferentes, a depender da realidade de cada contexto. Os coeficientes de regressão (β) encontrados variaram de 5% a 23%. Em Martins e Zerbini (2016), o modelo testado explicou 17% da variabilidade. Estas autoras utilizaram alguns instrumentos semelhantes aos adotados nesta tese. Isso reforça que as especificidades de cada contexto é que ditarão o comportamento das variáveis e dos modelos. E quanto mais imprevisível o cenário for, mais difícil é compreender o fenômeno.

No estudo conduzido por Alvarenga *et al* (2012) na UFLA, os autores investigaram se o perfil socioeconômico do graduando impactava no desempenho dele. Para isso, coletaram dados institucionais de coeficientes gerais de rendimento acadêmico, aplicaram uma *survey* e realizaram entrevistas com grupo focal. Os autores concluíram que alunos bolsistas, ou oriundos de escola pública ou de baixa-renda tinham melhores rendimentos do que os demais alunos nos cursos presenciais de Administração, Ciência da Computação, em quatro das 10 Engenharias e em cursos de outras grandes áreas.

Matos *et al.* (2012) encontraram dados semelhantes no estudo descritivo realizado com alunos da USP (todos os *campi*). Dos 118 cursos presenciais oferecidos, em 64 deles os alunos de baixa renda, beneficiados pelo Programa de Inclusão Social (Inclusp), tiveram médias iguais ou superiores à média USP, demonstrando que a ampliação no ingresso por meio de cotas não comprometeu a qualidade do conjunto de estudantes selecionados.

Os resultados encontrados nesta tese em relação à variável “Renda” ($\beta = -0,12$) vão ao encontro de diversos estudos como os citados acima, realizados em contexto brasileiro, junto a alunos com perfil semelhante. O fato de os alunos de menor renda ter apresentado maiores notas pode ser, em parte, um efeito positivo dos programas de apoio estudantil conduzidos pela Unifei em 2020.

Contudo, cabe ponderar que, no cenário atual, a perspectiva de retorno obrigatório às aulas presenciais em 2021, por exemplo, pode ser uma decisão que colocaria em risco uma parcela significativa de alunos. Boa parte retornou às casas familiares, como se viu nesta pesquisa e, por conta de duas ou três disciplinas, por exemplo, alunos de graduação teriam que retornar à cidade de Itajubá, recompor suas moradias e custear sua estada até concluir o curso. Essa mudança pode ser uma ameaça ao aumento de taxas de evasão.

Outra questão importante: ficou constatado que o suporte material é imprescindível para garantir condições mínimas de permanência. Também foi mencionado que há grande

número de alunos retidos na disciplina MAT002. Na prática, alunos retidos, que são bolsistas, caso deixem de receber auxílio estudantil, podem passar da condição de retidos para evadidos.

A variável “Renda” deve estar sob constante monitoramento da universidade. Os indicadores a ela associados (taxas de evasão, número de bolsistas, turnos, faixa etária, estada etc) devem ser levantados e comparados para subsidiar decisões administrativas sobre empenho de recursos financeiros para apoio aos alunos. Isso se torna mais crucial caso se decida por ofertar disciplinas que dependam de internet residencial ou de quaisquer outros materiais que o aluno não possa adquirir. Quando se discorreu sobre o Modelo teórico MAIS (Borges-Andrade, 2006), viu-se que a etapa “avaliação de necessidades” antecede a oferta de qualquer atividade educacional e pode influenciar positiva ou negativamente os resultados de aprendizagem.

Para melhor compreender os efeitos de outras variáveis dos indivíduos em relação à aprendizagem (média das notas), fez-se uma análise intergrupos por meio de um gráfico de efeitos principais representado na Figura 35.

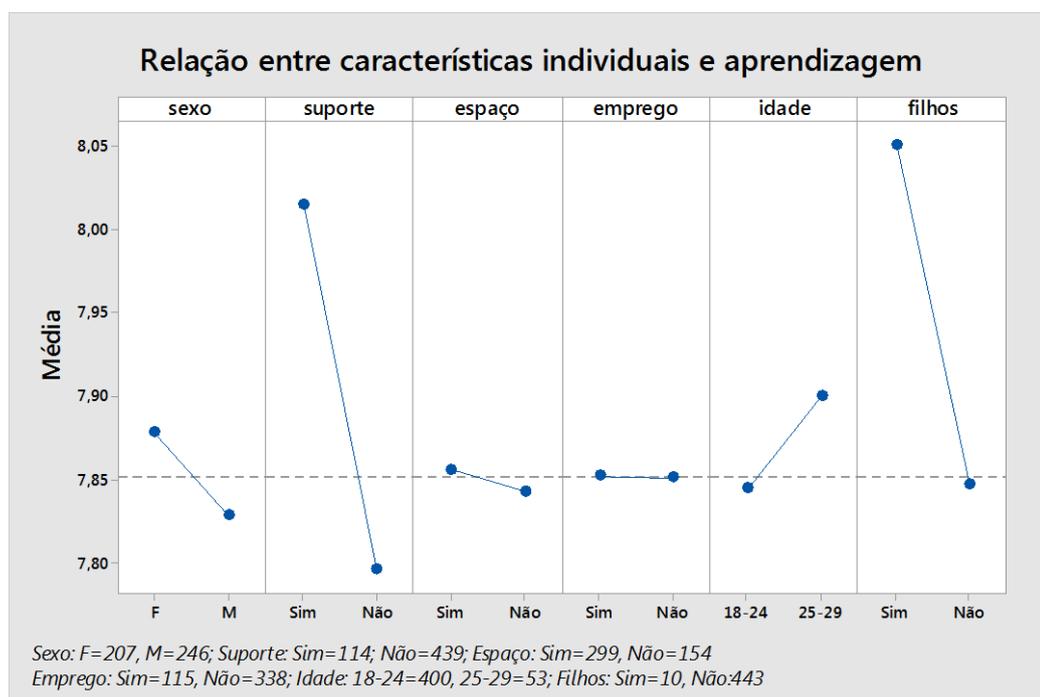


Figura 35- Comparativo de médias intergrupos

Fonte: A autora.

Tendo em vista o procedimento de coleta de dados da variável-resposta, as médias ficaram aproximadas. Contudo, o objetivo é dar destaque ao que sofreu variação de média intergrupos e buscar compreender por quê.

Como ocorreu nesta tese, no estudo de Urbina (2014), envolvendo 258 alunos de graduação presencial em Engenharia, Direito e Humanidades, no Chile, as análises de regressão múltipla e logística apontaram que indivíduos do sexo feminino tinham melhores rendimentos, especificamente nas avaliações relativas às habilidades matemáticas e de linguagens.

Dados oficiais da Unifei indicam que 72% dos alunos de graduação são do sexo masculino e 28% do sexo feminino³⁵. Nesta pesquisa, essa população ficou melhor distribuída porque 44% dos indivíduos da amostra são do sexo feminino. Embora em menor número dentro da universidade e no grupo amostral, em 2020, durante o ERE, as mulheres apresentaram melhores médias em Cálculo 2.

O mesmo resultado foi encontrado por Niquini *et al.* (2015), que investigaram quatro cursos de graduação da Faculdade de Economia e Administração da USP – FEA/USP (n=211) para estimar a associação entre características de trabalho/emprego dos alunos e desempenho acadêmico. Os alunos tinham entre 18 e 26 anos. Os resultados mostraram que alunos do sexo masculino apresentaram menor desempenho. Os cursos eram noturnos e boa parte dos indivíduos trabalhava integralmente. Embora seja um contexto diferente desta pesquisa, é um dado importante para ser comparado: enquanto nesse estudo da USP os alunos que conciliavam trabalho e estudo demonstraram menor rendimento, nesta tese ocorreu o contrário com os alunos da Unifei.

Conforme a Figura 35, a variação de notas entre as duas faixas de idade também pode ser um desdobramento do resultado positivo dos alunos que trabalhavam em relação aos que não trabalhavam. Dentre os 115 indivíduos que conciliaram emprego e estudo, apenas 25 eram dos cursos do turno noturno. Ou seja, boa parte eram alunos de Engenharia, cujo turno é integral. Acredita-se que a necessidade de desempenhar alguma atividade remunerada advenha do fato de que muitas moradias estudantis se desfizeram e, por isso, alguns alunos precisaram se reorganizar em outros locais. A “flexibilidade” do ensino remoto pode ter levado os alunos a aproveitarem parte de suas horas diárias para trabalhar e aumentar a renda.

Em relação à variável “suporte material”, ela foi medida por uma questão dicotômica em que se perguntou se o aluno recebeu auxílio estudantil durante o ERE. Verifica-se, na Figura 35, que as notas dos alunos bolsistas foram maiores, corroborando o resultado da regressão sobre a variável “Renda”. Em paralelo, alunos que declararam que tinham espaço próprio para

³⁵ <https://unifei.edu.br/unifei-em-numeros/>

estudar obtiveram melhores notas que os indivíduos que afirmaram não ter esse espaço. Contudo, a diferença foi ínfima.

Quanto à variável “filhos”, dos 507 respondentes, apenas 17 declararam ter filhos. Desse número, extrai-se: 12 são do sexo feminino e cinco são do sexo masculino. Dentre os 17, nove tem dois filhos, os demais, apenas um. A Figura 35 apontou, então, que os 10 indivíduos que têm filhos apresentaram melhor desempenho em aprendizagem. O questionário sociodemográfico também analisou se os filhos dos alunos dependiam destes para realizar tarefas escolares. Desses 10 respondentes, cinco afirmaram que precisavam dar assistência aos filhos; os outros cinco tinham alguém para dar apoio.

Quanto à variável EA1 ($\beta=0,11$), ela abarcou itens que descreveram comportamentos e usos de estratégias cognitivas de aprendizagem usadas pelos alunos para monitorar a compreensão sobre os conteúdos de Cálculo 2 (realizar os exercícios, fazer resumos, tomar nota nas vídeo-aulas, rever os erros em provas e testes, estudar o material do professor e buscar outros materiais complementares...) e de estratégias de autorregulação da motivação (continuar se esforçando mesmo quando se sentir desinteressado) e da atenção.

Esse conjunto de variáveis ilustra o que mais frequentemente os alunos fizeram para aprender Cálculo 2 e, enfim, cumprir os créditos. A natureza e a complexidade dos conteúdos de MAT002, bem como o perfil dos cursos – predominantemente Engenharia, conduz a resultados como esse, ou seja, o intenso uso de estratégias de monitoramento da compreensão e aplicação prática para conseguir aprender os conceitos. Ademais, a maior frequência de uso das estratégias EA1 e sua capacidade de explicar uma parcela da aprendizagem em 2020 mostraram que tais escolhas dos alunos parecem bastante eficazes para se ter sucesso nessa disciplina.

Figueiredo e Cordeiro (2020) validaram a mesma escala utilizada aqui – a “Estratégias de Aprendizagem” (ZERBINI e ABBAD, 2008), em um estudo junto a 177 estudantes de um curso de graduação em Gestão, em Belo Horizonte, ofertado em dois formatos. Após análises fatoriais exploratórias, confirmatórias e demais testes, quando os autores compararam os alunos das turmas híbridas com os da EaD, concluíram que os alunos que estudavam totalmente *on-line* adotaram, mais do que os demais, as seguintes estratégias: “Estudo Individualizado”, “Estratégias de Automotivação” e “Associação com a Prática”. Igualmente ocorreu com os alunos no contexto desta tese.

A EA1 também mediu a frequência com que os alunos “realizaram os exercícios práticos propostos ao longo da disciplina...” e “estudaram o material da disciplina...”. Na pesquisa experimental dos espanhóis Gonzalez *et al.* (2020), os autores identificaram que houve um

efeito positivo do confinamento nas estratégias de aprendizagem usadas pelos alunos de Engenharia. No ensino emergencial, foi significativamente maior o número de acessos aos “testes adaptativos” – que já eram aplicados, há alguns anos, a todos os alunos da universidade no início de cada semestre. Eram testes do tipo “nivelamento”, não-obrigatórios, e sempre eram disponibilizados na plataforma virtual da universidade.

Ao compararem dados de anos anteriores, os autores concluíram que os alunos estudaram mais e melhor durante a pandemia. No contexto do estudo, os referidos testes eram os mesmos do ano anterior, de 2019; e os alunos os acessaram com mais constância, em 2020, e apresentaram melhor desempenho. Segundo os autores, melhores pontuações na avaliação dos alunos são esperadas, também, em virtude de novos comportamentos desenvolvidos durante o período de confinamento.

Sobre esse aspecto, nesta tese não foi possível identificar se os alunos de Cálculo 2 foram mais “aplicados” no ano de 2020 em comparação com anos anteriores. Este não foi o escopo do estudo. Entretanto, pode-se dizer que o resultado em notas, obtido pelos 507 alunos aqui avaliados, decorreu, em parte, do uso recorrente das estratégias cognitivas e regulatórias elencadas neste trabalho. E tal evidência pode sinalizar o mesmo fenômeno detectado pelos pesquisadores espanhóis, ou seja, os alunos de MAT002 desenvolveram novas estratégias para aprender cálculo de forma mais autônoma. A autorregulação da motivação e da atenção também integram o fator EA1. O fato de os alunos terem utilizado essas estratégias mostrou que, embora afetados pelas emoções da pandemia e pelos desafios do formato de ensino remoto, eles conseguiram se regular e isso é muito positivo porque significa aprimoramento de competências como resiliência e autodisciplina, tão desejadas para atuação no mercado de trabalho (NAJI *et al.*, 2020).

Quanto à variável PROC2 ($\beta = -0,14$), inicialmente cabe lembrar que ela equivale ao fator “Eventos da instrução”, que foi medido por meio da resposta dos alunos a dois itens da Escala “Procedimentos instrucionais em ensino remoto”:

Item 1: “Ligação entre o conteúdo de Cálculo 2 e os objetivos do curso do aluno” e

Item 2: “Ligação entre o conteúdo e os objetivos pessoais do aluno”.

O aluno avaliou dentre (1) muito ruim a (7) muito bom essas duas ocorrências. A variável PROC2 está diretamente relacionada ao planejamento realizado pelo professor, em seu papel de prover condições externas favoráveis para que a disciplina produza efeitos positivos.

Como foi explicado, a composição do fator PROC2 é uma iniciativa seminal. No capítulo dedicado às análises fatoriais exploratórias, foi apresentado que as análises de redução de dimensionalidade (PC e AFE) apontaram a viabilidade estatística de se adotar ou uma

estrutura unifatorial ao construto “Procedimentos instrucionais em ensino remoto” ou uma estrutura bifatorial, como se fez, ao dividi-lo em: PROC1 (Planejamento da instrução) e PROC2 (Eventos da instrução).

Ao optar por essa estrutura bifatorial, o que se deseja é suscitar novas discussões no campo teórico da avaliação da aprendizagem, em especial, nas Ciências Exatas. A partir do fator PROC2, que contribuiu com parte da explicação da aprendizagem no contexto desta tese, propõe-se uma nova medida de aprendizagem que seja denominada como “Eventos da instrução” ou “Condições de aprendizagem” (baseada na teoria de Robert Gagné). Sabe-se que, para compor uma medida com tamanha dimensionalidade teórica, dois itens não são suficientes. Porém, o agrupamento deles, isoladamente dos demais itens que permaneceram no fator PROC1 na AFE e, depois, o surgimento de PROC2 como preditor em todos os modelos de regressão que se testou, foram as duas maiores motivações para se provocar essas implicações de ordem teórica que não serão aprofundadas aqui neste momento.

Dito isso, é necessário compreender, então, qual a relevância dessa “nova medida” e o que ela significou nesta tese. Os dois itens presentes, embora poucos, apontaram tendências. Na regressão, a presença de PROC2 ao lado de EA1 reforça que as estratégias de aprendizagem utilizadas por alunos – isso tende a ocorrer em qualquer contexto – para aprender determinado conteúdo não são reflexo, apenas, da natureza ou do nível de complexidade de uma disciplina, mas também das condições de aprendizagem propiciadas pelo professor a esse aluno. Quando não adequadas, tais condições reduzem a possibilidade de ocorrência da aprendizagem. Como consequência, o aluno precisará compensar esse desajuste.

Nos resultados das regressões, ficou constatado que: *alunos que avaliaram negativamente os eventos instrucionais do professor (PROC2) apresentaram notas melhores* ($\beta=-0,11$). À primeira vista, esse resultado parece incoerente. Porém, no campo teórico e, principalmente, no campo prático do ensino de Cálculo 2, esses achados fazem muito sentido e, se melhor analisados, podem promover muitas melhorias no ensino de Engenharia, como será explicado agora.

O ponto de partida desse raciocínio é a teoria de Gagné sobre “Eventos da instrução”. Resumidamente, nela se viu que o sucesso da aprendizagem está relacionado a um conjunto de episódios/eventos, provocados pelo professor, durante a condução de sua disciplina, tais como: 1) obter atenção do aluno; 2) informar o objetivo instrucional; 3) resgatar os conhecimentos prévios do aluno; 4) apresentar estímulos ao aluno; 5) fornecer material de apoio à aprendizagem; 6) provocar o desempenho; 7) fornecer *feedback*; 8) avaliar o desempenho; 9) aumentar a retenção e a transferência.

Nas análises de regressão, a relação negativa entre PROC2 e a *Aprendizagem* é preocupante. Depreende-se desse resultado que os alunos talvez não sejam provocados ou motivados a fazer esses “nexos” e, por isso, acabam cursando a disciplina com o objetivo de, apenas, cumprir os créditos exigidos e não com o objetivo de, por exemplo, adquirir as competências exigidas por um futuro profissional em sua área. Desse modo, o fato de ser ou não estimulado a perceber a aplicabilidade de Cálculo 2 torna-se indiferente para os alunos. Mesmo sem esse estímulo, eles irão se esforçar, estudar, “aprender” e “passar”, porque este é o único intuito deles. Assim, a relação inversa entre PROC2 e *Aprendizagem* parece ser normal.

Porém, é importante considerar que a ausência de informações claras sobre os objetivos de uma disciplina e sobre a ligação entre ela e os demais conteúdos e o campo de atuação dos alunos é prejudicial em qualquer estágio do curso em que um aluno estiver. Os resultados negativos que podem recair sobre os alunos podem ser: a) desmotivação; b) dificuldade de utilizar estratégias de aprendizagem como Aplicação prática (EA3) e Elaboração e associação (EA4) – já que o aluno não conseguirá identificar situações diárias para aplicar conceitos referentes à disciplina, nem fazer nexos entre a disciplina estudada e as disciplinas anteriores e futuras; c) perda de foco; d) pouco envolvimento com as atividades do seu curso e, no longo prazo, e) aumento da retenção e evasão ou, até, f) prejuízos à saúde mental, porque o aluno pode chegar a um nível em que ele já reprovou uma ou duas vezes em MAT002, daí não consegue dar seguimento em várias disciplinas, acumula pendências e isso pode, em alguns casos, trazer sofrimento e desgaste emocional (FREITAS, COSTA e COSTA, 2017).

A temática “saúde mental” tem sido amplamente estudada e discutida em periódicos e em diversos fóruns no mundo (CONLEY, DURLAK e KIRSCH, 2015; DANTAS *et al.*, 2021; ROYAL COLLEGE PSYCHIATRISTS, 2011). Aqui nesta tese, “saúde mental” foi investigada junto aos alunos na escala “Ambiente de estudo e procedimentos de interação” e os resultados descritivos mostraram que 75% dos participantes responderam que a condição de saúde mental deles, à época, prejudicou consideravelmente o desempenho deles.

Em um estudo longitudinal sobre saúde mental e bem-estar dos estudantes de Engenharia nos EUA, Danowitz e Beddoes (2018) constataram que tais alunos sofrem problemas de saúde mental a uma taxa mais alta do que alunos de outros cursos. A pesquisa foi desenvolvida durante um ano na Universidade Estadual Politécnica da Califórnia e abrangeu 11 disciplinas de Engenharia. Os autores criaram e aplicaram um questionário (com base em escalas já validadas) para análise de variáveis perceptuais relacionadas a depressão, ansiedade, abuso de drogas e álcool e a outras doenças mentais graves.

A amostra abrangeu 800 respondentes. Os dados mostraram que alunos de Engenharia da Computação e de Engenharia Elétrica apresentaram escores mais elevados de problemas de saúde mental. Igualmente, disciplinas do ciclo básico, ofertadas nos primeiros anos, se mostraram negativamente mais influentes ao bem-estar da maior parte dos alunos em comparação com as disciplinas específicas posteriores.

Recentemente, o curso de Engenharia Eletrônica, da Unifei, divulgou seu novo projeto pedagógico para os próximos anos e, neste, foram mencionadas as inquietações e dificuldades apontadas pelos egressos e graduandos desse curso. A equipe responsável pela composição do documento realizou entrevistas com tais alunos. No texto, a equipe mencionou que boa parte das alterações feitas no projeto levou em conta os relatos coletados. O projeto foi lido na íntegra e nele se viu que a disciplina Cálculo 2 não mais comporá a grade curricular como disciplina obrigatória desse curso. No Anexo 2 há um trecho da entrevista com os alunos; os depoimentos apontam uma clara dicotomia entre a aprendizagem acadêmica e a formação profissional.

As questões levantadas pelos alunos de Engenharia Eletrônica estão intimamente relacionadas à ausência das condições externas citadas por Gagné. Se tais condições não forem satisfeitas, o aluno dificilmente entenderá a ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do curso e os seus objetivos pessoais. Como consequência, a falta de atenção a esses aspectos pode comprometer os ganhos de aprendizagem. Nesta tese, não houve impacto estatisticamente negativo sobre a aprendizagem. Contudo, cabe ressaltar a possibilidade de haver alunos que gostariam de entender, com maior clareza, a relevância de Cálculo 2 dentro do universo acadêmico e profissional deles. Não satisfeitos e desestimulados, podem desistir de prosseguir, o que implicará aumento dos índices de retenção e, no longo prazo, prejuízos à formação profissional dos indivíduos.

Colocar em prática os eventos da instrução, em especial as ações sugeridas pelo fator PROC2, torna-se desafiador diante deste fenômeno: as turmas de Cálculo, em diversas universidades públicas brasileiras, tendem a ser compostas, na maior parte dos casos, por 90 a 120 alunos ou mais (SILVEIRA e SANTOS, 2015). A superlotação pode comprometer a qualidade do *feedback* do professor aos alunos porque as dificuldades individuais raramente serão percebidas. Pode resultar, também, em deficiências nas formas de avaliar – seja pela quantidade reduzida de provas, talvez uma ou duas por semestre, seja pela sobrecarga docente com as correções das inúmeras avaliações. Como consequência, podem ocorrer possíveis descompassos entre o que se ministrou em aula, o que o aluno entendeu e o que efetivamente foi cobrado do aluno na prova.

Outro aspecto importante é a variabilidade de cursos dentro de uma mesma turma. Esse fenômeno não é totalmente prejudicial. A depender do perfil e da disposição do professor, deve ser possível proporcionar boas experiências de aprendizagem a uma turma de Cálculo 2 composta por alunos de três diferentes áreas de Engenharias e alunos de Bacharelado em Matemática, por exemplo.

No caso desta tese, verificou-se que há tentativas incipientes de “padronizar” algumas turmas em áreas. No segundo semestre de 2020, houve uma turma composta por 65 alunos dentre os quais, 85% eram de Bacharelado e Licenciatura em Física e Matemática.

Ensinar Cálculo 2 a uma mesma turma composta por indivíduos de Engenharia Elétrica, Administração, Licenciatura em Matemática ou Bacharelado em Física, por exemplo, decerto, é um grande desafio. Nesse caso, fica claro que os enfoques se diferenciam bastante entre as áreas e o uso de uma única forma de ministrar aulas e de avaliar o conteúdo não favorece o aluno. De igual maneira ocorre em turmas com diversos alunos repetentes duas ou três vezes em Cálculo 2, junto a alunos ingressantes – Cálculo 2 é ofertado aos alunos, pela primeira vez, no primeiro ano de graduação. Não se elimina aqui a possibilidade de que alunos veteranos e calouros, juntos, possam se ajudar. O que se indaga é: a forma com que a disciplina terá que ser planejada (tipos de atividades, linguagem dos materiais, método de avaliação) conseguirá atender, simultaneamente, aos objetivos pessoais e de aprendizagem de alunos em anos iniciais e alunos em anos finais?

O resultado do modelo desta tese suscita outra importante discussão referente à oferta de Cálculo 2 na Unifei. Como citado em outro momento, há mais de uma disciplina de “Cálculo 2” vigente (MAT002 no *campus* de Itajubá e MATI03 no *campus* de Itabira). Em tese, elas devem ofertar o mesmo conteúdo aos cursos de seus respectivos *campi*. Porém, comparando-se os dois programas de ensino (ver Anexos 1 e 3), percebe-se um descompasso entre eles quanto à ementa e às unidades temáticas. Elas se distinguem em quantidade e complexidade de conteúdo. As duas disciplinas possuem a mesma carga-horária (64h/semestrais). Contudo, Cálculo 2 em Itabira abarca todos os componentes de Cálculo 2 de Itajubá e alguns elementos constantes no programa de Cálculo 3 (MAT003) de Itajubá (Anexo 4). Embora a disciplina ofertada no *campus* de Itabira não seja o alvo desta pesquisa, o fenômeno descrito é preocupante, tendo em vista que a elaboração de um programa de curso ou disciplina deve estar coerente com a carga-horária proposta, os objetivos dos cursos, a modalidade de ensino adotada etc.

Desse modo, cabe refletir sobre a importância de se rever constantemente os programas de todas as disciplinas tendo em vista que a etapa de planejamento instrucional é um sub-

sistema que integra um sistema muito maior: a oferta de um curso inteiro de graduação, com aproximadamente 3.000 horas e 5,5 anos, em média, para ser concluído. Isso significa, também, que o planejamento de cada disciplina deve estar alinhado com as demais disciplinas que, juntas, prepararão o indivíduo para atuação no mercado de trabalho.

6.5 Síntese dos resultados das análises de regressão

Os resultados do modelo de regressão múltipla indicam que há outras variáveis, não abordadas neste estudo, que poderiam explicar maior parcela da variabilidade de aprendizagem³⁶. Para estudos futuros, portanto, será necessária a inclusão de novas variáveis antecedentes, bem como desenvolver diferentes medidas de aprendizagem, como será citado ao final do texto desta tese. Mesmo utilizando-se escalas confiáveis que têm demonstrado altos índices de consistência interna em pesquisas anteriores, o ineditismo do contexto e as mudanças vivenciadas em todo o sistema educacional dificultaram a extração de relações mais claras e fortes entre as variáveis.

Considerando-se as notas como único parâmetro, com base nos resultados apresentados, seria possível concluir que, para Cálculo 2, o ensino *on-line* é mais eficaz que o presencial, pois foram comparadas as notas atuais (no regime de ERE) com as de anos anteriores. Contudo, como se tem comentado desde o início desta tese, as notas, por si só, são medidas frágeis e considerá-las como única fonte de informação para tomar decisões didáticas ou administrativas, por exemplo, torna-se um risco.

Em paralelo à análise das notas de uma disciplina, por exemplo, deve-se analisar indicadores que medem o *processo* de aprendizagem, o *procedimento* adotado pelo docente no planejamento de sua disciplina, as *condições* de ensino, as *necessidades* dos alunos, como se fez nesta tese. Aqui se buscou identificar o que levou os alunos a aprenderem Cálculo 2 no contexto em questão.

Fazendo um comparativo entre cenários – o antes, o agora e o depois desta tese, tem-se que: em 2020, por causa da deflagração da pandemia de COVID-19, um significativo número de alunos de Engenharia de uma universidade pública federal brasileira foi submetido a um formato de ensino emergencialmente concebido para garantir, pelo menos, a continuidade das aulas. À época, não se sabia quais seriam os efeitos dessa decisão no curto prazo. Ao final do semestre, pouco se conhecia acerca do que realmente funcionou ou não funcionou; se as

³⁶ As propostas de variáveis para inclusão em estudos futuros serão apresentadas no Capítulo 7.

iniciativas da administração beneficiaram os alunos; de quais estratégias de aprendizagem os alunos lançaram mão para realizar suas atividades acadêmicas, em especial, as da disciplina de Cálculo 2. Não foi investigado se os procedimentos instrucionais adotados viabilizaram a aprendizagem. Impactos decorrentes de custos pessoais relacionados à saúde e às finanças dos alunos eram desconhecidos.

No cenário atual, esta tese trouxe respostas a essas e a outras questões, como se viu no decorrer deste trabalho. Constatou-se que, no ensino remoto emergencial, as formas de avaliar e de atribuir notas foram modificadas para se amoldarem a diversas condições, como: o tempo, as habilidades com o uso de tecnologias e a disposição dos professores e alunos. Como resultado, alguns professores consideraram plausível o uso de vários testes assíncronos conciliados a provas síncronas, para avaliar seus alunos. Isso ocorreu com as turmas de Cálculo 2 e com boa parte das universidades em todo o mundo (HODGES *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2021).

No contexto estudado, duas turmas de Cálculo 2 tiveram quatro atividades avaliativas no semestre; as demais, de seis a oito, e nestas turmas os alunos alcançaram melhores médias que as primeiras. Em contrapartida, nos anos anteriores (2018 e 2019), 80% das turmas eram avaliadas com apenas duas provas presenciais durante todo o semestre. Hoje, considerando os resultados encontrados, é possível inferir que o reduzido número de atividades avaliativas não deve ser a única causa das altas reprovações em Cálculo 2 em anos anteriores, mas esse fator parece ter forte influência sobre o desempenho dos alunos.

Hoje, possíveis dúvidas tais como “o ensino remoto emergencial deu certo ou não?”, já começaram a ser discutidas a partir desta tese. E sobre esta questão, conclui-se que houve ganhos em aprendizagem, não só em notas, na disciplina avaliada. Os resultados apontaram que os alunos demonstraram intenso uso de estratégias cognitivas e autorregulatórias e competências como autonomia e disciplina foram oportunamente desenvolvidas. Tais ganhos sugerem que o ensino *on-line* ou híbrido pode ser viável para ofertar Cálculo 2 em outros momentos.

Procedimentos instrucionais dos professores, referentes ao planejamento da disciplina, foram bem avaliados pelos alunos. E vale lembrar que o planejamento foi muito conturbado, pela urgência do contexto. Se realizado com tranquilidade e com bons fundamentos teóricos, pode ser ainda melhor em futuras ofertas de disciplinas a distância.

Por outro lado, ficou evidenciada a insatisfação dos alunos para com a ausência ou má qualidade das iniciativas do professor em levar o aluno a entender a aplicabilidade de Cálculo 2. Nesse caso, é importante destacar: para além do que está escrito no plano de ensino, os alunos

parecem necessitar de mais esclarecimentos sobre como os conteúdos de Cálculo 2 se interligam, quais conexões estabelecem com as demais disciplinas que ainda virão, como os conceitos se aplicam à prática. Foi constatado, também, que boa parte das dificuldades de acesso à internet e a equipamentos, por parte dos alunos de baixa-renda, foram atendidas pela universidade por meio de programas emergenciais de assistência estudantil realizados durante o RTE. Uma parcela do resultado positivo de predição da variável “Renda” sobre a “Aprendizagem” pode ser atribuído a essas intervenções da administração.

Porém, em outros momentos, possíveis dificuldades financeiras decorrentes da ausência de suporte material ou por causa das precárias condições de renda familiar dos alunos podem dificultar a adoção de estratégias citadas em EA1, como “esforçar-se para não perder a concentração”, “se manter motivado quando não tiver mais interesse pelo conteúdo”, “conseguir entender o que estava sendo ensinado”. Diante de limitações financeiras, torna-se mais difícil, para o aluno, prosseguir.

7. CONCLUSÃO

A experiência do ERE descrita nesta tese evidenciou a urgente demanda por atualização de professores sobre novas ferramentas, técnicas, métodos e taxonomias de ensino-aprendizagem presencial e *on-line*. Essa conclusão adveio não apenas dos resultados empíricos desta pesquisa, bem como da revisão de literatura que se fez. A partir de agora, é possível que o ensino *on-line* passe a compor – de forma complementar ao formato presencial, no caso de cursos híbridos, ou de forma autônoma, no caso da criação de novos programas específicos de Educação a distância – os futuros planejamentos pedagógicos dos cursos de Engenharia em todo o mundo.

Para que, na prática, as instituições consigam planejar suas ações educacionais e ou avaliá-las, o modelo proposto nesta tese e os instrumentos utilizados podem ser replicados em outros contextos, considerando outras disciplinas, inclusive de outras áreas do conhecimento para além das Ciências Exatas. No caso dos instrumentos, eles devem ser submetidos à validação semântica e técnica (por especialistas em pesquisas na área de avaliação de sistemas educacionais) para garantir parte da confiabilidade exigida em estudos que utilizam questionários. Quanto ao modelo, as variáveis presentes são construtos e, como tal, são multidimensionais, de modo que outras dimensões, não contempladas nesta pesquisa, poderão integrar novos modelos derivados da proposta aqui desenhada.

Nesse sentido, esta tese cumpriu seus objetivos porque: a) adaptou e verificou as evidências de validade das três escalas, as quais foram construídas com base na realidade da educação no Brasil e abarcaram medidas de diversas naturezas (individuais e contextuais) para entender com maior abrangência o cenário estudado; b) caracterizou diversos construtos aplicados à aprendizagem em Engenharia: Estratégias de aprendizagem, Reação aos Procedimentos Instrucionais, Ambiente de estudo e Aprendizagem (em Cálculo 2); c) identificou, por meio das regressões, quais foram os principais preditores de aprendizagem em Cálculo 2 durante o ensino remoto emergencial em 2020, que foram: 1) renda familiar do aluno, 4) estratégias de aprendizagem autorregulatórias e cognitivas, 3) eventos da instrução.

Quanto às novas discussões teóricas suscitadas sobre os eventos da instrução, algumas conclusões foram delineadas, de forma esquemática, em um diagrama de árvore de decisão. Esse resultado está disponível no Apêndice H.

Por fim, espera-se que este estudo contribua com futuras intervenções no campo da Educação em Engenharia a fim de promover a melhoria dos processos de ensino nessa área.

Espera-se, também, que as novas implicações teóricas aqui suscitadas colaborem para o avanço da pesquisa nacional e estrangeira em avaliação de ações educacionais.

7.1 Implicações teórico-metodológicas da pesquisa

Ao eleger a aprendizagem de Cálculo 2 como variável-resposta e ao estudá-la em IES pública, este trabalho promoveu avanços na literatura de Educação em Engenharia porque poucos estudos se propõem a investigar o construto aprendizagem. É possível que isso ocorra por causa da fragilidade da medida utilizada pelas universidades para medir aprendizagem (as notas) ou, então, por causa da multidimensionalidade do construto, que requer do pesquisador a interface com vários campos do conhecimento para tentar explicar os fenômenos, como foi feito nesta tese.

Ao mesmo tempo, ao escolher a modalidade de ensino remoto emergencial, motivou-se não apenas pela urgência e pela novidade do tema, mas também pela necessidade de ampliação de discussões teóricas sobre o paradigma da oferta de atividades educacionais a distância em cursos de Engenharia no Brasil, sobretudo em IES públicas federais. Nesse caso, o intuito foi contribuir, também, com os estudos sobre ensino a distância em Engenharia.

Nos campos teórico e metodológico da área de TD&E, essa tese investigou os conceitos relacionados aos eventos instrucionais de Gagné (1985) e testou duas variáveis que abrangem parte dessa teoria. O objetivo, com isso, é amadurecer essas propostas teóricas e avançar metodologicamente com a proposição de novos itens diretamente associados aos nove “Eventos da instrução”, a fim de compor novas escalas psicométricas que poderão aprimorar as pesquisas sobre medidas de avaliação de ações educacionais no campo das Engenharias e de outras áreas do conhecimento.

7.2 Contribuições sociais do estudo

A temática desta tese exemplifica o impacto social de uma pesquisa em nível de pós-graduação na área de Engenharia de Produção. Os dados levantados e analisados apresentam uma parcela significativa de universitários que vivenciaram as primeiras experiências de ensino remoto emergencial. Por meio deste estudo, foram conhecidas as barreiras e os ganhos resultantes desse formato de ensino em uma comunidade de estudantes. Resultados como esses podem embasar decisões futuras que, em outro momento, poderiam ser tomadas sem conhecimento dos dados aqui apresentados. A leitura feita sobre o fenômeno já permite prever

cenários e gerenciar riscos referentes à tomada de decisão sobre os rumos da educação em Engenharia.

O conhecimento dos preditores de aprendizagem de Cálculo 2 apontou indicadores úteis às equipes pedagógicas e administrativas das IES, bem como aos próprios professores e alunos. A partir dos resultados desta tese, é possível atuar corretivamente e preventivamente com vistas à melhoria da qualidade do ensino em cursos de graduação em Ciências Exatas.

Em busca de resultados que fomentem intervenções, os órgãos responsáveis pela avaliação e pelo monitoramento dos índices de qualidade dos cursos *stricto sensu* esperam, cada vez mais, que as produções científicas apresentem contribuições que promovam transformações sociais em esfera mais abrangente.

7.3 Contribuições práticas desta tese

A experiência do ERE evidenciou que os próximos passos do ensino *on-line* precisam valorizar a educação centrada no aluno. Na prática, isso significa: elaborar currículos focados nos objetivos de aprendizagem e não nos objetivos do professor; propor contextos de aprendizagem baseados em ensino interativo (laboratórios virtuais, por exemplo), por meio dos quais se pode estimular a internacionalização via intercâmbio entre instituições brasileiras e estrangeiras; utilizar recursos educacionais diversificados para atender aos vários estilos e ritmos de aprendizagem. Para isso, é preciso identificar as necessidades e as condições dos alunos, planejar as ações e inovar na prática, a fim de que as IES públicas federais estejam preparadas para dialogar com quaisquer outros sistemas de ensino no mundo.

7.4 Agenda para estudos futuros

É necessário continuar a busca por preditores de resultados de aprendizagem em Cálculo 2, dada a relevância desse componente curricular. É essencial, também, delinear estudos que abarquem outras disciplinas. O primeiro item que integra esta agenda de pesquisa é a continuidade dos estudos sobre os “Eventos da instrução” de Gagné (1985) para, enfim, propor medidas de avaliação extraídas desse referencial teórico. Em pesquisas futuras focadas em disciplinas de Cálculo, as seguintes variáveis podem ser incluídas:

- a) autoeficácia para aprendizagem em Cálculo (independentemente da modalidade de ensino). A autoeficácia é compreendida da seguinte forma: mesmo que um aluno reconheça que a conclusão de uma disciplina de Cálculo é necessária para cumprir os

requisitos da sua graduação, ainda pode ser difícil para o aluno se motivar sem a confiança de que ele é capaz de aprender Cálculo. (BANDURA, 1986)

- b) carga-horária de aula do aluno no semestre avaliado;
- c) saúde mental: ansiedade, estresse, *burnout* (esgotamento);
- d) percepção do aluno sobre o valor instrumental de Cálculo;
- e) dados institucionais sobre os egressos;
- f) taxas de evasão, retenção e trancamento de disciplinas ou cursos;
- g) opiniões dos professores sobre ensino de Cálculo;
- h) indicadores institucionais sobre a atuação dos professores, tais como os estudos conduzidos pela Comissão Própria de Avaliação – CPA;
- i) autoeficácia dos professores para uso de tecnologias digitais e para condução de aulas *on-line*.

É viável replicar o modelo desta tese para avaliação de outras disciplinas em uma ou mais IES, públicas ou não. É possível, também, que a abrangência seja ampliada e que o estudo alcance o *status* de pesquisa em âmbito nacional, com o intuito de subsidiar decisões no campo das políticas públicas do Ministério da Educação.

Por fim, sempre que possível, é importante associar técnicas qualitativas para coleta de dados, tais como entrevistas ou grupos-focais. Pode-se, ainda, utilizar mais de uma fonte humana; daí os participantes do estudo não seriam apenas os alunos, mas professores, coordenadores de curso e outros indivíduos.

7.5 Limitações da pesquisa

A principal limitação deste estudo foi a ausência de informação da nota individual do aluno. Optou-se por um questionário totalmente anônimo, com o intuito de abranger ampla amostra e coletar informações fidedignas. Considerou-se que, caso fossem solicitados dados individuais acadêmicos, como número de matrícula, a participação dos alunos não seria satisfatória. Entretanto, para estudos acadêmicos futuros, a inserção de um campo solicitando o número de matrícula, acompanhado de um breve texto explicativo acerca da relevância dessa informação e do tratamento ético para utilizá-la, talvez seja uma opção que não prejudicaria a coleta de dados e, portanto, pode ser uma estratégia de sucesso.

O uso da nota – praticamente inevitável, porque é a forma de avaliação adotada pelas IES – comprometeu uma parcela da compreensão do fenômeno aprendizagem, pois os critérios

de avaliação, durante o ERE, foram bem diferentes dos anos anteriores e as notas pouco se divergiram entre as turmas e entre os alunos de uma mesma turma no contexto avaliado.

Quanto às escalas, não foram feitas análises fatoriais confirmatórias das estruturas empíricas. Destaca-se, também, o uso de, apenas, uma fonte de informação humana: o aluno. Porém, sabe-se que para envolver outros indivíduos e coletar informações de professores e coordenadores, por exemplo, grandes esforços seriam necessários, principalmente porque o contexto era de pandemia e de distanciamento social. Estudos longitudinais poderiam viabilizar a inclusão desses dados no desenho de pesquisa.

REFERENCIAS

ABBAD, Gardênia da Silva. *Um modelo integrado de avaliação de impacto de treinamento no trabalho*. Tese Doutorado. Brasília: Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília. 1999.

ABBAD, G. S.; GAMA, A. L.; BORGES-ANDRADE, J. E. Treinamento: análise do relacionamento da avaliação nos níveis de reação, aprendizagem e impacto no trabalho. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 14, n. 3, p. 25-45, 2000.
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552000000300003&script=sci_arttext

ABBAD, G., BORGES-ANDRADE, J. E. Aprendizagem humana em organizações de trabalho. In: J.C. Zanelli, J. E. Borges-Andrade, & A. V. B. Bastos (Orgs.), *Psicologia, organizações e trabalho no Brasil* (pp. 237-275). Porto Alegre: Artmed. 2004.

ABBAD, G.; BORGES-FERREIRA, M. F.; NOGUEIRA, R. Medidas de aprendizagem em avaliação de TD&E. In J. E. Borges-Andrade, G. Abbad, L. Mourão (Orgs.). *Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas* (pp. 469-488). Porto Alegre: Artmed, 2006.

ABBAD, G., CARVALHO, R. S., ZERBINI, T. Evasão em curso via *internet*: explorando variáveis explicativas. *Revista de Administração de Empresas – RAE- eletrônica*, 5(2), 2006.
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482006000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

ABBAD, G., NOGUEIRA, R., WALTER, A. M. Abordagens instrucionais em planejamento de TD&E. In J. E. Borges-Andrade, G. Abbad, L. Mourão (Orgs.). *Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas* (pp. 255- 281). Porto Alegre: Artmed, 2006.

ABBAD, G.; CORRÊA, Vinícius Pinto; MENESES, Pedro Paulo Murce. Avaliação de treinamentos a distância: relações entre estratégias de aprendizagem e satisfação com o treinamento. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, v. 11, n. 2, p. 43-67, 2010.
<https://www.redalyc.org/pdf/1954/195414298003.pdf>

ABBAD, G.; MOURÃO, Luciana. A avaliação de necessidades de TD&E: proposição de um novo modelo. *Rev. Administração Mackenzie*, v. 13, n. 6, Edição Especial. São Paulo: 2012.
https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/14111/1/ARTIGO_AvalicaoNecessidadeTDE.pdf

ABBAD, G.; PILATI, Ronaldo; PANTOJA, Maria Júlia. Avaliação de treinamento: análise da literatura e agenda de pesquisa. *Revista de Administração & Cedeil; ão da Universidade de São Paulo*, v. 38, n. 3, 2003. <http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/V3803205.pdf>

ABBAD, G. S. *et al.* Projeto instrucional, aprendizagem, satisfação com o treinamento e autoavaliação de impacto do treinamento no trabalho. *Revista Psicologia: Organizações e Trabalho*, Santa Catarina, v. 1, n. 2, p. 129-161, jul./dez. 2001.
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/1277>

ABDULLAH, F.; WARD, R. Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning(GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Comput. Hum. Behavior.* 2016, 56, 238–256.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S074756321530251X>

ABREU, Valquíria de França; OLIVEIRA-MELO, Felipe Guilherme. Tecnologias educacionais utilizadas por monitores dos cursos de engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 39, 2020.

<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1636>

ADNAN, Muhammad; ANWAR, Kainat. Online Learning amid the COVID-19 Pandemic: Students' Perspectives. *Online Submission*, v. 2, n. 1, p. 45-51, 2020.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED606496.pdf>

AGUINIS, Herman; KRAIGER, Kurt. Benefits of Training and Development for Individuals and Teams, Organizations, and Society. *Annual Review of Psychology*, v. 60, 451–474, 2009.

<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.60.110707.163505>

AICHOUNI, Mohamed; BENCHICOU, Soraya; NEHARI, Dris. Knowledge management through the e-learning approach—a case study of online engineering courses. *European Journal of Engineering Education*, v. 38, n. 3, p. 316-328, 2013.

<https://www.learntechlib.org/p/131752/>

ALKHATIB, O. J. An interactive and blended learning model for engineering education. *Journal of Computers in Education*, 2018, 5(1), 19-48.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-018-0097-x>

ALLIGER, G. M.; JANAK, E. A. Kirkpatrick's levels of training criteria: Thirty years later. *Personnel Psychology*, v. 42, n. 2, p. 331-342, 1989. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1989.tb00661.x>

ALQURASHI, Emtinan. Predicting student satisfaction and perceived learning within online learning environments. *Distance Education*, v. 40, n. 1, p. 133-148, 2019.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01587919.2018.1553562>

ALSABAHI, Mokhtar Abdulhakim; *et al.* The influence of personal characteristics and workplace learning on information technology competency among external auditors: The role of organisational culture as a moderator. *Cogent Business & Management*, v. 8, n. 1, p. 1899625, 2021. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2021.1899625>

ALVARENGA, Carolina Faria *et al.* Desafios do ensino superior para estudantes de escola pública: um estudo na UFLA. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*, v. 6, n. 1, p. 55-71, 2012. <https://www.redalyc.org/pdf/4417/441742844005.pdf>

ALVAREZ, Kaye; SALAS, Eduardo; GAROFANO, Christina M. An integrated model of training evaluation and effectiveness. *Human resource development Review*, v. 3, n. 4, p. 385-

416, 2004.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.933.3850&rep=rep1&type=pdf>

AMARAL, Eliana; POLYDORO, Soely. Os desafios da mudança para o ensino remoto emergencial na graduação na Unicamp–Brasil. *Linha Mestra*, n. 41a, p. 52-62, 2020.

<http://lm.alb.org.br/index.php/lm/article/view/392>

AMORIM, Mario Lopes. Qual engenheiro? Uma análise dos projetos político-pedagógicos dos cursos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTPR). *Revista de ensino de engenharia*, v. 35, n. 1, 2016.

<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/370>

ANAIS, M. J., *et al.* Motivational and Cognitive Learning Strategies Used by First-Year Engineering Undergraduate Students at Universidad Católica in Chile. *Creative Education*, 3, 811-817. 2012. <https://www.scirp.org/html/23537.html>

ANDERSON, Roy M. *et al.* How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *The lancet*, v. 395, p. 931-934, 2020.

<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2930567-5>

ANDERSON-SPRECHER, R. Model comparisons and R 2. *The American Statistician*, 48(2), 113-117. 1994. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00031305.1994.10476036>.

ANDERSON, L.W.; *et al.* *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, 2001.

ANDRADE, J. M.; LAROS, J. A. Fatores associados ao desempenho escolar: estudo multinível com dados do SAEB/2001. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(1), 33-42. 2007. <https://www.scielo.br/j/ptp/a/yRZ9Jqbv6zjFKqCj3LDvJRr/abstract/?lang=pt>.

ANTONELLI-PONTI, Mayra *et al.* Uso de estratégias de aprendizagem em cursos oferecidos à distância. *Revista PSICOLOGIA*, v. 34, n. 1, p. 1, 2020. doi:10.17575/psicologia.v34i1.1681

ARAÚJO, Regia Talina Silva *et al.* A statistical analysis of the learning effectiveness in online engineering courses. *IEEE Latin America Transactions*, v. 15, n. 2, p. 300-309, 2017. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7854626>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Reconhecimento do engenheiro de produção*. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. <http://portal.abepro.org.br/a-profissao/>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DIRIGENTES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR – Andifes. Reitores fazem relatos sobre as experiências de ensino remoto em seminário da Andifes. Brasília, DF: Portal ANDIFES. 2020.

<https://www.andifes.org.br/?p=84875>

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DIRIGENTES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR - Andifes. V Pesquisa do Perfil Socioeconômico e Cultural dos Estudantes de Graduação das Instituições Federais de Ensino Superior Brasileiras. Brasília, 2019. <https://www.andifes.org.br/wp-content/uploads/2019/05/V-Pesquisa-do-Perfil-Socioecon%C3%B4mico-dos-Estudantes-de-Gradua%C3%A7%C3%A3o-das-Universidades-Federais-1.pdf>

ASSUMPCÃO, Georgia; HAMADA, Priscila Carneiro; CASTRO, Alexandre. Análise do perfil dos alunos do primeiro curso de EaD em Engenharia de Produção em instituição de ensino superior pública. *Revista Produção Online*, v. 18, n. 2, p. 404-423, 2018. <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/2757>

AUSUBEL, David Paul *et al.* *Educational psychology: A cognitive view*. 1968.

BAMBARA, C. S. *et al.* Delicate engagement: The lived experience of community college students enrolled in high-risk courses. *Community College Review*, 2009, 36(3), 219–238. <https://eric.ed.gov/?id=EJ823181nanda>

BANDURA, A. *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*, Prentice-Hall, Englewood Clis, NJ. 1986. https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EY0MsG8ZHUC&oi=fnd&pg=PA94&dq=Social+Foundations+of+Thought+and+Action:+&ots=8RDpBxG0sV&sig=Am4RS9ANDcWynW_uGZYyqERDt34#v=onepage&q=Social%20Foundations%20of%20Thought%20and%20Action%3A&f=false

BARDAGI, M. P.; HUTZ, C. S. ‘Não havia outra saída’: percepções de alunos evadidos sobre o abandono do curso superior. *Psico-USF*, Itatiba, v.14, n.1, p.95-105, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-82712009000100010>

BARTALO, Linete. Mensuração de estratégias de estudo e aprendizagem de alunos universitários: learning and study strategies inventory (lassi) adaptação e validação para o Brasil. 2006. 199 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2006. <http://hdl.handle.net/11449/102215>.

BELL, B. S. *et al.* 100 Years of Training and Development Research: What We Know and Where We Should Go. *Journal of Applied Psychology*. Advance online publication, 2017. https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/74878/Bell104_100_years_of_training_and_development_research.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BELUCE, Andrea Carvalho; OLIVEIRA, KATYA LUCIANE DE. Escala de estratégias e motivação para aprendizagem em ambientes virtuais. *Revista Brasileira de Educação*, v. 21, p. 593-610, 2016. <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/zw7yZYVb9mWpCkJGYGhKt3j/abstract/?lang=pt>

BENTLER, Peter M.; RAYKOV, Tenko. On measures of explained variance in nonrecursive structural equation models. *Journal of Applied Psychology*, v. 85, n. 1, p. 125, 2000. <https://psycnet.apa.org/record/2000-03754-013>

BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., & KRATHWOHL, D.R. *Taxonomia dos objetivos educacionais – domínio afetivo*. Porto Alegre: Editora Globo. 1972a.

BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., & KRATHWOHL, D.R. *Taxonomia dos objetivos educacionais – domínio cognitivo*. Porto Alegre: Editora Globo. 1972b.

BLOOM, B. S., KRATHWOHL, D. R., & MASIA, B.B. *Taxonomia de objetivos educacionais, compêndio primeiro: domínio cognitivo*. Porto Alegre: Globo. 1972.

BOKOR, O., & HAJDU, M. The use of eLearning in teaching construction management core subjects. *Procedia Engineering*, 85, 75-83. 2014.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814018979>

BORGES-ANDRADE, J. E. Avaliação integrada e somativa em TD&E. In J. E. Borges-Andrade, G. Abbad, L. Mourão (Orgs.). *Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas* (pp. 343-358). Porto Alegre: Artmed. 2006.

BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G. S.; MOURÃO, Luciana. Modelos de avaliação e aplicação em TD&E. In: ABBAD, Gardênia *et al* (Org). *Medidas de Avaliação em treinamento, desenvolvimento e educação*. Porto Alegre: Artmed, 2012.

BORSA, Juliane Callegaro; DAMÁSIO, Bruno Figueiredo; BANDEIRA, Denise Ruschel. Adaptación y validación de instrumentos psicológicos entre culturas: Algunas consideraciones. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, v. 22, n. 53, p. 423-432, 2012.

<https://www.scielo.br/j/paideia/a/cbRxjMqmbZddKpwywVM8mJv/?format=pdf&lang=pt>

BOTELHO, Vitor et al. Monitoria de componentes curriculares de cálculo diferencial e integral na Unipampa-Campus Itaquí. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 7, n. 1, 2015.

<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/80084>

BRAGHIROLI, Lynceo Falavigna *et al*. Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. *Computers in Human Behavior*, v. 58, p. 315-324, 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563215303344>.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução Nº 2 de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília-DF. 2019. <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Nº 329, de 11 de março de 2020. Institui o Comitê Operativo de Emergência do Ministério da Educação - COE/MEC, no âmbito do Ministério da Educação. Brasília-DF. 2020a. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-329-de-11-de-marco-de-2020-247539570>

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. Brasília-DF. 2020b.
<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Nº 395 de 15 de abril de 2020. Prorroga o prazo previsto no § 1º do art. 1º da Portaria nº 343, de 17 de março de 2020. Brasília-DF. 2020c.
<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-395-de-15-de-abril-de-2020-252725131>

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Nº 544 de 16 de junho de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus – COVID-19. Brasília-DF. 2020d.
<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP nº 9/2020, aprovado em 8 de junho de 2020. Reexame do Parecer CNE/CP nº 5/2020, que tratou da reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Brasília-DF. 2020e.
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=147041-pecp009-20&category_slug=junho-2020-pdf&Itemid=30192

BRASIL. Ministério da Educação. Coronavírus: monitoramento nas instituições de ensino. Brasília, DF: MEC, 2020f. <http://portal.mec.gov.br/coronavirus/>

BROADBENT, J. Comparing online and blended learner's self-regulated learning strategies and academic performance. *The Internet and Higher Education*, v. 33, p. 24-32, 2017.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751617300398?casa_token=FquGwhHxlb8AAAAA:dwWS0PaqLaVtWTXVvIms8BK8Tfx5T3R0wzkRNrqoEtFPAXgO4ueZNDy0MUdTexBzYBoaCxboAZM

BROWNE, M. W. An overview of analytic rotation in exploratory factor analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 36(1), 111-150. 2001.
https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3601_05

CALBINO, Daniel *et al.* Evaluation of graduates of engineering: A study from the insertion and challenges in the market of the first classes of the UFSJ (2013-2017). *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, v. 25, n. 2, p. 477-500, 2020.
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772020000200477&script=sci_arttext&tlng=pt

CALVO, Isidro *et al.* Building complex remote learning laboratories. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 18, n. 1, p. 53-66, 2010.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.20239?casa_token=L0ikFh498nUAAAAA:LA5UdiGZDMexpvjGd5pFLT42PWSmnwdsgO6fMezzt2Y-eZU139zHUXubHxBeD4HBjYl-RNKuFr6k5N4

CAO, Wenjun *et al.* The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China. *Psychiatry research*, v. 287, p. 112934, 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7102633/>

CARLISLE, Joanna; BHANUGOPAN, Ramudu; D'NETTO, Brian. Enhancing task performance through effective training: The mediating role of work environment and moderating effect of non-mandatory training. *Journal of Business Research*, v. 104, p. 340-349, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.033>

CARNEIRO, Leonardo *et al.* Uso de tecnologias no ensino superior público brasileiro em tempos de pandemia COVID-19. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e267985485-e267985485, 2020. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5485>

CARRASCO, T. S.; SILVA, F. M. Informal learning at work context: a meta-study of brazilian scientific production. *Revista de Administração Mackenzie-RAM*, 18(4), 137-163. 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-69712017/administracao>.

CARROL, N.; BURKE, M. Learning effectiveness using different teaching modalities. *American Journal of Business Education*, 3(12), 65-76. 2010. doi: [org/10.19030/ajbe.v3i12.966](https://doi.org/10.19030/ajbe.v3i12.966)

CARVALHO, Renata Silveira; ABBAD, Gardênia. Avaliação de treinamento a distância: reação, suporte à transferência e impactos no trabalho. *Revista de Administração contemporânea*, v. 10, p. 95-116, 2006. <https://www.scielo.br/j/rac/a/vzNZjG54nNmnLB85KzckYWz/?format=pdf&lang=pt>

CASAGRANDE, S. M.; ZANETTE, E. N. A monitoria online na disciplina de cálculo diferencial e integral II no curso de Engenharia de Produção da UNESC. *Revista Iniciação Científica*, v. 12, n. 1, p. 109-122, 2014. <http://periodicos.unesc.net/iniciacaocientifica/article/view/1645/1556>

CASSEPP-BORGES, V., BALBINOTTI, M. A. A., TEODORO, M. L. M. Tradução e validação de conteúdo: Uma proposta para a adaptação de instrumentos. In L. Pasquali, *Instrumentação psicológica: Fundamentos e práticas* (pp. 506-520). Porto Alegre: Artmed. 2010.

CASTIONI, Remi *et al.* Universidades federais na pandemia da Covid-19: acesso discente à internet e ensino remoto emergencial. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, n. AHEAD, 2021. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40227>

CASTRO, Vinícius Rennó. Reflexões sobre a saúde mental do estudante universitário: estudo empírico com estudantes de uma instituição pública de ensino superior. *Revista gestão em foco*, v. 9, n. 1, p. 380-401, 2017. https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/043_saude_mental.pdf

CATALANO *et al.* A Case Study in Creative Problem Solving in Engineering Design. *Journal of Engineering Education*. vol. 82 (N. 4). 1993.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.2168-9830.1993.tb01079.x>

CHAKA, C. Higher education institutions and the use of online instruction and online tools and resources during the COVID-19 outbreak - an online review of selected U.S. and SA's universities. 2020. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-61482/v1>

CHAVES, Rafael Oliveira *et al.* Experimental evaluation of a serious game for teaching software process modeling. *IEEE Transactions on Education*, v. 58, n. 4, p. 289-296, 2015.

CHUN-HSIN, Chang; TSAI, Chi-Ruei. Comparing the Learning Progress of Creating and Using QR Codes in a Vehicle Maintenance Course. *Jiaoyu Kexue Yanjiu Qikan*, v. 64, n. 3, p. 119, 2019. <https://search.proquest.com/docview/2299633099?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>

CLÍMACO, J. C. T. S. *UABEng: educação a distância na graduação de Engenharia pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil - CAPES*. Brasília: CAPES, 2015.
http://www.abenge.org.br/noticias/a-hrefhttp-www-abenge-org-br-figuras-uabeng-teatini-pdf-target_blankuabeng-educacao-a-distancia-na-gra

COELHO JUNIOR, Francisco Antonio; BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo. Efeitos de variáveis individuais e contextuais sobre desempenho individual no trabalho. *Estudos de Psicologia (Natal)*, v. 16, p. 111-120, 2011.
<https://www.scielo.br/j/epsic/a/7WxgvLzFMLs4vGccWC9TGxD/?lang=pt&format=pdf>

COHEN, Jacob. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2 ed. Taylor and Frace, 1988.

CONLEY, Colleen S.; DURLAK, Joseph A.; KIRSCH, Alexandra C. A meta-analysis of universal mental health prevention programs for higher education students. *Prevention Science*, v. 16, n. 4, p. 487-507, 2015. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11121-015-0543-1>

CORTER, James E. et al. Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, v. 57, n. 3, p. 2054-2067, 2011.
<https://www.tc.columbia.edu/faculty/jec34/faculty-profile/files/operatedsimulatedandhandsonstudentlaboratories.pdf>

COSTELLO, Anna B.; OSBORNE, Jason. Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical assessment, research, and evaluation*, v. 10, n. 1, p. 7, 2005. <https://scholarworks.umass.edu/pare/vol10/iss1/7/>.

COTTA, T. C. Avaliação educacional e políticas públicas: a experiência do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb). *Revista do Serviço Público (RSP)*, 52, n. 4, 2001. 89-111. <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/316>

CRAWFORD, Joseph *et al.* COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Learning & Teaching*, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2020. <https://eprints.utas.edu.au/34123/>

DANOWITZ, Andrew; BEDDOES, Kacey. Characterizing mental health and wellness in students across engineering disciplines. In: *2018 The Collaborative Network for Engineering and Computing Diversity Conference Proceedings*. 2018. <https://www.asee.org/public/conferences/113/papers/24138/view>

DAMÁSIO, Bruno Figueiredo. Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. *Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment*, v. 11, n. 2, p. 213-228, 2012. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-688385>

DANTAS, Iverson Lima *et al.* Relação entre saúde mental e vivência acadêmica dos estudantes de Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil de uma universidade pública da região Nordeste. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, 2021. <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13585>

DAVOK, D. F.; BERNARD, R. P. Avaliação dos índices de evasão nos cursos de graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. *Avaliação (Campinas)*, Sorocaba, SP, v. 21, n. 2, p. 503-521, jul. 2016. <https://www.scielo.br/j/aval/a/5VJRg7PrXDTQ5mYXK95rh8r/abstract/?lang=pt>

DE FREITAS, S.I., MORGAN, J. & GIBSON, D. Will. MOOCs transform learning and teaching in higher education? Engagement and course retention in on-line learning provision, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 46, No. 3, 2015, pp. 455-471. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12268>

DERNTL, Michael; MOTSCHNIG-PITRIK, Renate. The role of structure, patterns, and people in blended learning. *The Internet and Higher Education*, v. 8, n. 2, p. 111-130, 2005. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.5964&rep=rep1&type=pdf>

DESHWAL, Pankaj; TRIVEDI, Ayush; HIMANSHI, H. L. N. Online learning experience scale validation and its impact on learners' satisfaction. *Procedia computer science*, v. 112, p. 2455-2462, 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917315351>

DIAZ, Maria Dolores Montaya. Efetividade no ensino superior brasileiro: aplicação de modelos multinível à análise dos resultados do exame nacional de cursos. *Revista Economia*, v. 8, n. 01, p. 93-120, jan/abr., 2007. http://www.anpec.org.br/revista/vol8/vol8n1p93_120.pdf

DIBENEDETTO, Maria K.; ZIMMERMAN, Barry J. Construct and predictive validity of microanalytic measures of students' self-regulation of science learning. *Learning and Individual Differences*, v. 26, p. 30-41, 2013. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041608013000514?via%3Dihub>

DÖÖS, Marianne; WILHELMSON, Lena. Collective learning: interaction and a shared action arena. *Journal of Workplace learning*, 2011. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13665621111174852/full/pdf?title=collective-learning-interaction-and-a-shared-action-arena>

DOLCH, Carina; ZAWACKI-RICHTER, Olaf. Are students getting used to learning technology? Changing media usage patterns of traditional and non-traditional students in

higher education. *Research in Learning Technology*, Oxfordshire, v. 26, p. 2038, 2018.
<https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2038>

EBNER, C., & GEGENFURTNER, A. Learning and satisfaction in webinar, online, and face-to-face instruction: a meta-analysis. *Frontiers in Education*, 4, 92-98. 2019.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2019.00092/full>

EOM, Sean B.; ASHILL, Nicholas J. A system's view of e-learning success model. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, v. 16, n. 1, p. 42-76, 2018.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dsji.12144>

FELDER, R.M. e SILVERMAN, L.K. Learning and Teaching Styles. *Engineering Education*, 78(7), 674-681, 1988. http://acmd615.pbworks.com/f/LS,TS_Felder.pdf

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. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>>

FERREIRA, Danielle Mello; MOURÃO, Luciana. Panorama da educação a distância no ensino superior brasileiro. *Revista Meta: Avaliação*, v. 12, n. 34, p. 247-280, 2020. <http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v12i34.2318>

FIELD, Andy. Descobrimo a estatística usando o SPSS. Lorí Viali (trad.). 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIGUEIREDO, Cleideni Alves; CORDEIRO, Henrique. Estratégias de aprendizagem em cursos de gestão: um estudo comparativo entre os alunos dos cursos presenciais e a distância. *Paidéia*, p. 67-88, 2020.

FREITAS, B. A. COSTA, E. C. A. C., & COSTA, C. P. Fatores da evasão discente no curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba. *Revista Principia*. 34, 69-76. 2017. <///C:/Users/Cliente/Downloads/1340-3621-1-PB.pdf>.

FURLANETTO, Egidio Luiz; NETO, Henri Geraldo Malzac; NEVES, Cleiber Pereira. Engenharia de Produção no Brasil: reflexões acerca da atualização dos currículos dos cursos de graduação. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, n. 04, p. 38-50, 2006.

FURTADO, Julio *et al.* An Experimental Evaluation of a Teaching Approach for Statistical Process Control in Computer Courses. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, v. 17, n. 1, p. 154-171, 2021. <https://www.igi-global.com/pdf.aspx?tid=267730&ptid=253933&ctid=4&oa=true&isxn=9781799859369>

GAGNÉ, R. M. Mastery learning and instructional design. *Performance Improvement Quarterly*, 1(1), 7-18. 1988. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1937-8327.1988.tb00003.x>

GAGNÉ, R. M. *The conditions of learning and theory of instruction (4ª ed.)*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 1985.

GAGNÉ, R. M.; MEDSKER, K. L. *The conditions of learning training applications*. San Diego, CA: Harcourt Brace College Publishers. 1996.

GEROLAMO, Mateus Cecílio; GAMBI, Lillian do Nascimento. How can engineering students learn leadership skills? The leadership development program in engineering (PROLIDER) EESC-USP, Brazil. *The International journal of engineering education*, v. 29, n. 5, p. 1172-1183, 2013.

GIRAY, Görkem. An assessment of student satisfaction with *e-learning*: An empirical study with computer and software engineering undergraduate students in Turkey under pandemic conditions. *Education and Information Technologies*, p. 1-23, 2021.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10454-x>

GLIEM, Joseph A.; GLIEM, Rosemary R. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. *Scholar Works*.
<https://scholarworks.iupui.edu/handle/1805/344>

GONZALEZ, M. A. de La Rubia *et al.* Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PloS one*, v. 15, n. 10, 2020.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7546684/>

GUSSO, Hélder Lima *et al.* Ensino superior em tempos de pandemia: diretrizes à gestão universitária. *Educação & Sociedade*, v. 41, 2020.
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302020000100802&tlng=pt

HADWIN, A. & OSHIGE, M. *Self-regulation, co-regulation, and socially shared regulation: exploring perspectives of social in self-regulated learning theory*, Teachers College Record, Vol. 113 No. 2. 2011.
<https://static1.squarespace.com/static/5480b2d5e4b09257c9233e2d/t/562f755be4b0cadd1ab4f5a8/1445950811762/Self-Regulation,+Coregulation,+and+Socially+Shared+Regulation-+Exploring+Perspectives+of+Social+in+Self-Regulated+Learning+Theory.pdf>

HALAWI, L. A., PIRES, S., & MCCARTHY, R. V. An evaluation of e-learning on the basis of Bloom's taxonomy: an exploratory study. *Journal of Education for Business*, 84(6), 374-380. 2009. <http://dx.doi.org/10.3200/JOEB.84.6.374-380>

HAIR, Joseph F. *et al.* *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora, 2009.

HAMBLIN, A.C. *Avaliação e controle do treinamento*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.

HANAYSHA, Jalal *et al.* Testing the effects of employee empowerment, teamwork, and employee training on employee productivity in higher education sector. *International Journal of Learning and Development*, v. 6, n. 1, p. 164-178, 2016.
https://econpapers.repec.org/article/mthijld88/v_3a6_3ay_3a2016_3ai_3a1_3ap_3a164-178.htm

HE, Wenliang *et al.* Implementing flexible hybrid instruction in an electrical engineering course: The best of three worlds? *Computers & Education*, v. 81, p. 59-68, 2015.
<https://www.learntechlib.org/p/200510/>

HELLENO, A. L. *et al.* Integration university–industry: Laboratory model for learning lean manufacturing concepts in the academic and industrial environments. *The International journal of engineering education*, v. 29, n. 6, p. 1387-1399, 2013.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384049>

HEW, Khe Foon; CHEUNG, Wing Sum. Attracting student participation in asynchronous online discussions: A case study of peer facilitation. *Computers & Education*, v. 51, n. 3, p. 1111-1124, 2008. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131507001364>

HO, Chun-Ling; DZENG, Ren-Jye. Construction safety training via *e-Learning*: learning effectiveness and user satisfaction. *Computers & Education*, v. 55, n. 2, p. 858-867, 2010. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.compedu.2010.03.017>

HODGES, Charles *et al.* The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause review*, v. 27, p. 1-12, 2020. https://socialscience.msu.edu/_assets/docs-online-teaching/remote-teaching-vs-online-learning.pdf

HONGYU, Kuang. Análise Fatorial Exploratória: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, v. 7, n. 4, p. 88-103, 2018.

<https://core.ac.uk/download/pdf/229932526.pdf>

HORN, John L. A rationale and test for the number of factors in factor analysis.

Psychometrika, v. 30, n. 2, p. 179-185, 1965.

<https://link.springer.com/article/10.1007/bf02289447>

HORZUM, Mehmet Barış. Interaction, structure, social presence, and satisfaction in online learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 11, n. 3, p. 505-512, 2015. <https://www.ejmste.com/article/interaction-structure-social-presence-and-satisfaction-in-online-learning-4395>

HU, Paul Jen-Hwa; HUI, Wendy. Examining the role of learning engagement in technology-mediated learning and its effects on learning effectiveness and satisfaction. *Decision support systems*, v. 53, n. 4, p. 782-792, 2012.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016792361200125X>

HUNG *et al.* Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers & Education*, 55(3), 1080-1090. 2010.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.004>

HUNTER, John E.; HAMILTON, Mark A. The advantages of using standardized scores in causal analysis. *Human Communication Research*, v. 28, n. 4, p. 552-561, 2002.

<https://psycnet.apa.org/record/2002-08026-006>

HUTCHESON, Graeme D.; SOFRONIQU, Nick. *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models*. Sage, 1999.

IBM SPSS. *IBM SPSS Advanced Statistics 21*. IBM Corporation. 2012.

IGLESIAS-PRADAS, Santiago *et al.* Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. *Computers in Human Behavior*, v. 119, p. 106713, 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563221000352>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. Sinopse estatística do censo da educação superior: edição 2019. Brasília, DF, 2020. <https://bit.ly/3chZI4g> .

ISLAM, A. N. Investigating e-learning system usage outcomes in the university context. *Computers & Education*, 69, pp. 387-399. 2013. <https://oaa.osu.edu/sites/default/files/uploads/nfo/2020/Investigating-e-learning-system-outcomes.pdf>

JAGGARS, Shanna Smith; XU, Di. How do online course design features influence student performance? *Computers & Education*, v. 95, p. 270-284, 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131516300203>

JAN, S. K. The relationships between academic self-efficacy, computer self-efficacy, prior experience, and satisfaction with online learning. *American Journal of Distance Education*, 29(1), 30–40. 2015. doi:10.1080/08923647.2015.994366

JÄRVELÄ, S.; HADWIN, A.F. New frontiers: regulating learning in CSCL, *Educational Psychologist*, Vol. 48 No. 1, pp. 25-39. 2013. <https://psycnet.apa.org/record/2013-02115-003>

JASTI, Naga Vamsi Krishna; KOTA, Srinivas; VENKATARAMAN, P. B. An impact of simulation labs on engineering students' academic performance: a critical Investigation. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 2020. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-03-2020-0108/full/pdf?title=an-impact-of-simulation-labs-on-engineering-students-academic-performance-a-critical-investigation>

JIMÉNEZ, J., *et al.* Factores determinantes del rendimiento académico universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Innovar*, 25(58), 159–175, 2015. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/52440>

JOHRI, Aditya; OLDS, Barbara M. (Ed.). E-book. *Cambridge handbook of engineering education research*. Cambridge University Press, 2014. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139013451>

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.

JUPP, Victor. *The Sage Dictionary of Social Research Methods*. London: Sage. 2006.

KAIZER, B. M.; SANCHES DA SILVA, C. E.; ZERBINI, Thaís; PAIVA, A. P. E-learning training in work corporations: a review on instructional planning. *European Journal of Training and Development*, v. 44, p. 615-636, 2020. https://www.researchgate.net/profile/Betania-Kaizer/publication/341790620_E-learning_training_in_work_corporations_a_review_on_instructional_planning/links/5f04da6c92851c52d61eb35d/E-learning-training-in-work-corporations-a-review-on-instructional-planning.pdf

KANE, S., LEAR, M., DUBE, C. M. Reflections on the role of metacognition in student reading and learning at higher education level, *Africa Education Review*, 11(4), 512-525. 2014. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/18146627.2014.935001>

KANKARAŠ, M., MOORS, G. Researching measurement equivalence in cross-cultural studies. *Psihologija*, 43(2), 121-136. 2010. doi:10.2298/PSI1002121K

KASHEFI, Hamidreza; ISMAIL, Zaleha; YUSOF, Yudariah Mohammad. Supporting engineering students' thinking and creative problem solving through blended learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 56, p. 117-125, 2012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812041006>

KATSIKAS, Elias; PANAGIOTIDIS, Theodore. Student status and academic performance: Accounting for the symptom of long duration of studies in Greece. *Studies in Educational Evaluation*, v. 37, n. 2-3, p. 152-161, 2011. <http://aphrodite.uom.gr/econwp/pdf/dp042011.pdf>

KEBRITCHI, Mansureh; LIPSCHUETZ, Angie; SANTIAGUE, Lilia. Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education: A literature review. *Journal of Educational Technology Systems*, v. 46, n. 1, p. 4-29, 2017. <https://doi.org/10.1177/0047239516661713>

KEENGWE, Jared; KIDD, Terry T. Towards best practices in online learning and teaching in higher education. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, v. 6, n. 2, p. 533-541, 2010. https://jolt.merlot.org/vol6no2/keengwe_0610.pdf

KIRKPATRICK, D. L. Evaluation of training. In: R. L. Craig (Org). *Training and Development Handbook* (pp. 18.1-18.27). 1976. New York: Mc Graw-Hill.

KRAIGER, K., FORD, J.; SALAS, E. Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to methods of training. *Journal of Applied Psychology*, 1993, Nº 78, 311- 328.

KRAMARSKI, Bracha; GUTMAN, Mary. How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 22, n. 1, p. 24-33, 2006. <https://www.learntechlib.org/p/98861/>

LACERDA, Érika Rodrigues Magalhães; ABBAD, Gardênia. Impacto do treinamento no trabalho: investigando variáveis motivacionais e organizacionais como suas predictoras. *Revista de Administração contemporânea*, v. 7, p. 77-96, 2003. <https://www.scielo.br/j/rac/a/KxWtphwCn6VshWLqJp8DSN/abstract/?lang=pt>

LAM, Paul *et al.* Disciplinary difference in students' use of technology, experience in using eLearning strategies and perceptions towards eLearning. *Computers & Education*, Oxford, v. 73, p. 111-120, 2014. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.compedu.2013.12.015>

LAROS, Jacob A.; PUENTE-PALACIOS, Katia E. Validação cruzada de uma escala de clima organizacional. *Estudos de Psicologia (Natal)*, v. 9, p. 113-119, 2004. <https://www.scielo.br/j/epsic/a/sHJHbfPwTF7YKrmrMw8CyPC/?lang=pt>

LEE, M.C. Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: an extension of the expectation-confirmation model, *Computers and Education*, Vol. 54 No. 2, 2010, pp. 506-516. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131509002425?via%3Dihub>

- LI, Nai *et al.* Online learning experiences of new versus continuing learners: a large-scale replication study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, v. 42, n. 4, p. 657-672, 2016. <https://doi.org/10.1080/02602938.2016.1176989>
- LIAW, Shu-Sheng; HUANG, Hsiu-Mei. Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education*, v. 60, n. 1, p. 14-24, 2013. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2397199.2397291>
- LILIENFELD, S. O., FOWLER, K. A. The self-report assessment of psychopathy: Problems, pitfalls, and promises. In C. J. Patrick (Ed.), *Handbook of Psychopathy* (pp. 107-132). New York: Guilford Press. 2006.
- LIM, Sangdon; JAHNG, Seungmin. Determining the number of factors using parallel analysis and its recent variants. *Psychological methods*, v. 24, n. 4, p. 452, 2019. <https://doi.org/10.1037/met0000230>
- LISSITZ, Robert W.; GREEN, Samuel B. Effect of the number of scale points on reliability: A Monte Carlo approach. *Journal of applied psychology*, v. 60, n. 1, p. 10, 1975. <https://www.proquest.com/openview/2497c2d2f2f31169c1b276f724d76019/1?pq-origsite=gscholar&cbl=60903>
- LISTER, Meaghan. Trends in the design of e-learning and online learning. *Journal of Online Learning and Teaching*, v. 10, n. 4, p. 671, 2014. https://jolt.merlot.org/vol10no4/Lister_1214.pdf
- LITTO, F. M. As interfaces da EAD na educação brasileira. *Revista USP*, (100), 57-66. 2014. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i100p57-66>
- LOPES, Maisa Soares dos Santos *et al.* Web environment for programming and control of a mobile robot in a remote laboratory. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 10, n. 4, p. 526-531, 2016. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7740908>
- LOTON, Daniel *et al.* Remote learning during COVID-19: Student satisfaction and performance. *EdArXiv*, 2020. <https://edarxiv.org/n2ybd/>
- LOZANO, Luis M.; GARCÍA-CUETO, Eduardo; MUÑIZ, José. Effect of the number of response categories on the reliability and validity of rating scales. *Methodology*, v. 4, n. 2, p. 73-79, 2008. <https://econtent.hogrefe.com/doi/abs/10.1027/1614-2241.4.2.73>
- LU, H. P.; CHIOU, M. J. The impact of individual differences on e-learning system satisfaction: a contingency approach. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 307-323. 2010. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8535.2009.00937.x>
- MAGANA, Alejandra J.; SILVA COUTINHO, Genisson. Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 25, n. 1, p. 62-78, 2017.
- MAMEDE, Walner; ABBAD, Gardênia S. Objetivos educacionais de um mestrado profissional em saúde coletiva: avaliação conforme a taxonomia de Bloom. *Educação e*

Pesquisa, v. 44, 2018. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022018000100309&script=sci_arttext&tlng=pt

MARINI, Janete Aparecida da Silva; BORUCHOVITCH, Evely. Estratégias de aprendizagem de alunos brasileiros do ensino superior: Considerações sobre adaptação, sucesso acadêmico e aprendizagem autorregulada. *Revista Eletrônica de Psicologia, Educação e Saúde*, v. 4, n. 1, p. 102-126, 2014. <https://revistaepsi.com/wp-content/uploads/artigos/2014/Ano4-Volume1-Artigo5.pdf>

MARTÍNEZ-ARGÜELLES, M. J., *et al.* Dimensions of perceived service quality in higher education virtual learning environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 10(1), 268–285. 2013

MARTINS, L. B. Aprendizagem em ações educacionais a distância: fatores influentes no desempenho acadêmico de universitário. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo). 2012.

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís. Educação a distância em instituições de ensino superior: uma revisão de pesquisas. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, v. 14, n. 3, p. 271-282, 2014a. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-66572014000300003

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís. Escala de estratégias de aprendizagem: Evidências de validade em contexto universitário híbrido. *Psico-USF*, v. 19, n. 2, p. 317-328, 2014b. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-82712014000200014&script=sci_arttext&tlng=pt

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís. Evidências de validade de instrumentos de reações no ensino superior a distância. *Estudos e Pesquisas em Psicologia*, v. 15, n. 1, p. 116-134, 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/4518/451844503008.pdf>

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís. Fatores influentes no desempenho acadêmico de universitários em ações educacionais a distância. *Estudos de Psicologia (Natal)*, v. 21, p. 317-327, 2016. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-294X2016000300317&script=sci_arttext

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís; MEDINA, Francisco J. Learning strategies scale: adaptation to Portuguese and factor structure. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 31, 2018a. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722018000103107

MARTINS, Lara Barros; ZERBINI, Thaís; MEDINA, Francisco José. Course reaction scale in E-Learning: Adaptation and factor structure. *Psicologia: teoria e prática*, v. 20, n. 1, p. 223-234, 2018b. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1516-36872018000100012&script=sci_abstract&tlng=en

MATOS, Mauricio dos Santos *et al.* O impacto do Programa de Inclusão Social da Universidade de São Paulo no acesso de estudantes de escola pública ao ensino superior público gratuito. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 93, n. 235, p. 720-742, 2012. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2176-66812012000400010&script=sci_arttext&tlng=pt

MAYER, R. E. Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 152-159. 2019. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/acp.3482>

MCCAULLEY, M.H., Psychological Types of Engineering Students—Implications for Teaching. *Engineering Education*, vol. 66, no. 7, Apr. 1976, pp. 729-736

MELLO, C. G.; ZERBINI, T. Reações aos procedimentos instrucionais: relação com as estratégias de aprendizagem em ações educacionais a distância. *Revista Educação a Distância*, v. 10, p. 29-48, 2020.

MÉNDEZ, Juan A.; GONZÁLEZ, Evelio J. A reactive blended learning proposal for an introductory control engineering course. *Computers & Education*, v. 54, n. 4, p. 856-865, 2010. <https://eric.ed.gov/?id=EJ875174>

MENESES, Pedro Paulo Murce. Treinamento e desempenho organizacional: contribuição dos modelos lógicos e do método quase-experimental para avaliações de ações educacionais. *Análise—Revista de Administração da PUCRS*, v. 18, n. 1, 2007. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/face/article/view/365>

MENESES, ZERBINI e ABBAD. Planejamento de ação de treinamento, desenvolvimento e educação de pessoas. *In: Manual de treinamento organizacional*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MERRILL, M. D. The component display theory. *In: C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional design theories and models: an overview of their current status*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983.

MEZZARI, Adelina; *et al.* Estratégias para detecção precoce de propensão à evasão. *Revista Iberoamericana de Educação a Distância*. V. 16, n. 2, p. 147-175, 2013. <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/9910>

MILES, J. & SHEVLIN, M. *Applying regression & correlation: a guide for students and researchers*. London: SAGE Publications. 2001.

MITTAL, Amit *et al.* A unified perspective on the adoption of online teaching in higher education during the COVID-19 pandemic. *Information Discovery and Delivery*, 2021. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IDD-09-2020-0114/full/html>

MTEBE, Joel S.; RAPHAEL, Christina. Key factors in learners' satisfaction with the e-learning system at the University of Dar es Salaam, Tanzania. *Australasian Journal of Educational Technology*, v. 34, n. 4, 2018. <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/2993>

MURPHY, M.P.A. COVID-19 and emergency eLearning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemp. Secur. Policy*, 2020. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13523260.2020.1761749>

NAJI, Khalid Kamal *et al.* Engineering students' readiness to transition to emergency online learning in response to COVID-19: Case of Qatar. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 16, n. 10, 2020. <https://www.ejmste.com/download/engineering-students-readiness-to-transition-to-emergency-online-learning-in-response-to-covid-19-8474.pdf>

- NAUMAN, Shazia *et al.* How training at work influences employees' job satisfaction: roles of affective commitment and job performance. *International Journal of Training Research*, p. 1-16, 2020. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14480220.2020.1864444>
- NEISSE, A. C.; HONGYU, K. Aplicação de componentes principais e análise fatorial a dados criminais de 26 estados dos EUA. *E&S Engineering and Science*, v.6, n.2, 2016. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/4354>
- NIQUINI, R. P. et al. Características do trabalho de estudantes universitários associadas ao seu desempenho acadêmico. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 31, n. 1, p. 359-381, jan./mar. 2015. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-46982015000100359&script=sci_arttext
- NOE, Raymond A.; SCHMITT, Neal. The influence of trainee attitudes on training effectiveness: Test of a model. *Personnel psychology*, v. 39, n. 3, p. 497-523, 1986. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-6570.1986.tb00950.x>
- NOTA, L., SORESI, S., & ZIMMERMAN, B. J. Self-regulation and academic achievement and resilience: A longitudinal study. *International Journal of Educational Research*, 41(3), 198-215. 2004. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0883035505000443>
- NOUBY, Ahmed; ALKHAZALI, Tayseer. The effect of designing a blended learning environment on achievement and deep learning of graduate students at the Arabian Gulf University. *Open Journal of Social Sciences*, v. 5, n. 10, p. 248-260, 2017. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=80065>
- NGUYEN, K. D., *et al.* Opportunities for education during the COVID-19 pandemic. *JAAD International*, 1(1), 21–21. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jdin.2020.04.003>
- NUERE, S.; MIGUEL, L. The Digital/Technological Connection with COVID-19: An Unprecedented Challenge in University Teaching. *Technol. Knowl. Learn.* 2020, 1–13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10758-020-09454-6>
- NUNES, A. O. *et al.* Validation of the academic management evaluation instrument based on principal component analysis for engineering and technological courses, *Ingeniería e Investigación*, vol. 35, no. 2, pp. 96-101, 2015. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012056092015000200015&script=sci_arttext&tlng=en
- OLIVEIRA, K. C., BORUCHOVITCH, E., & SANTOS, A. A. A. Estratégias de aprendizagem e desempenho acadêmico: evidências de validade. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25(4), 531-536. 2009. doi: 10.1590/S0102-37722009000400008
- PAECHTER, M.; MAIER, B. Online or face-to-face? Students' experiences and preferences in e-learning, *The internet and higher education*, Vol. 13 No. 4, 2010. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1096751610000692>
- PAPANIKOLAOU, Stefanos. E-Learning And Assessment in the Cloud: Engineering Courses. *Asse's Virtual Conference*. American Society for Engineering Education, 2020. <https://jee.org/e-learning-and-assessment-in-the-cloud-engineering-courses.pdf>

- PARK, Sung Youl et al. Comparing learning outcomes of video-based e-learning with face-to-face lectures of agricultural engineering courses in Korean agricultural high schools. *Interactive Learning Environments*, v. 22, n. 4, p. 418-428, 2014. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2012.680967>
- PARK, Ji-Hye; CHOI, Hee Jun. Factors influencing adult learners' decision to drop out or persist in online learning. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 12, n. 4, p. 207-217, 2009. https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.12.4.207.pdf?_=1459005475270
- PASQUALI, L. (Org.). *Teoria e métodos de medida em ciências do comportamento*. Brasília: Inep, 1996.
- PASQUALI, Luiz. Psicometria. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 43, n. SPE, p. 992-999, 2009. <https://www.redalyc.org/pdf/3610/361033301002.pdf>
- PEERI, Noah C. et al. The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? *International journal of epidemiology*, v. 49, n. 3, p. 717-726, 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7197734/>
- PEIMANI, N., KAMALIPOUR, H. Online Education and the COVID-19 Outbreak: A Case Study of Online Teaching During Lockdown. *Education Sciences*, 11(2), 72. 2021. <https://doi.org/10.3390/educsci11020072>
- PHILLIPS, Jean M.; GULLY, Stanley M. Role of goal orientation, ability, need for achievement, and locus of control in the self-efficacy and goal-setting process. *Journal of applied psychology*, v. 82, n. 5, p. 792, 1997. <https://www.proquest.com/openview/f77762b9b6cf0c2f9becbb4877bd0d6a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=60903>
- PILATI, R., & BORGES-ANDRADE, J. E. Construção de medidas e delineamentos em avaliação de TD&E. In: Borges-Andrade, Abbad & Mourão (Orgs.), *Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas* (pp.359-384). Porto Alegre: Artmed, 2006.
- PINHEIRO, Plácido Rogério; MACHADO, T. C. S.; TAMANINI, I. Verbal decision analysis applied on the choice of educational tools prototypes: a study case aiming at making computer engineering education broadly accessible. *International Journal of Engineering Education*, v. 30, n. 3, p. 585-595, 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7372818>
- POTKONJAK, Veljko et al. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, v. 95, p. 309-327, 2016. <http://repository.essex.ac.uk/16065/1/Manuscript%20final%20-%20submitted%20-%20after%20revision1.pdf>
- ROPER, Alan R. How students develop online learning skills. *Educause Quarterly*, v. 30, n. 1, p. 62, 2007. <https://commons.hostos.cuny.edu/ctl/wp-content/uploads/sites/26/2020/09/OnlineSkillLearning.pdf>
- QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves et al. Engineering education and the development of competencies for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2019. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJSHE-07-2018->

0125/full/pdf?title=engineering-education-and-the-development-of-competencies-for-sustainability

RAMIREZ, Tatyana V. On pedagogy of personality assessment: Application of Bloom's taxonomy of educational objectives. *Journal of personality assessment*, v. 99, n. 2, p. 146-152, 2017. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00223891.2016.1167059>

RAMOS, C.; YUDKO, E. "Hits" (not "discussion posts") predict student success in online courses: a double cross-validation study. *Computers & Education*, 50(4), 1174-1182. 2008. doi: [org/10.1016/j.compedu.2006.11.003](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.003)

RAMOT, R.; DONITSA-SCHMIDT, S. COVID-19: education policy, autonomy and alternative teacher education in Israel. *Perspectives in Education*, 39(1), 372–389. <https://doi.org/10.18820/2519593X/pie.v39.i1.23>. 2021.

RAMPASSO, I. S. *et al.* An analysis of the difficulties associated to sustainability insertion in engineering education: Examples from HEIs in Brazil. *Journal of cleaner production*, v. 193, p. 363-371, 2018. <https://e-space.mmu.ac.uk/621473/>

RAMPASSO, Izabela S. *et al.* Developing in engineering students a critical analysis about sustainability in productive systems: Empirical evidences from an action research experience. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2019b. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJSHE-03-2018-0048/full/html>

RAMPASSO, Izabela Simon *et al.* Some of the challenges in implementing education for sustainable development: perspectives from Brazilian engineering students. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, v. 26, n. 4, p. 367-376, 2019a.

RAPANTA, C., *et al.* On-line university teaching during and after the covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 1–23. 2020. <https://doi.org/10.1007/s42438-020-00155-y>

RAUD, Zoja; VODOVOZOV, Valery. Advancements and restrictions of e-assessment in view of remote learning in engineering. In: *IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*. IEEE, 2019. p. 1-6. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8982349>

REIGELUTH, Charles M. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, v. 2. London: Routledge Taylor and Francis, 1999.

REIO, Thomas G. *et al.* A critique of Kirkpatrick's evaluation model. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, v. 29, n. 2, p. 35-53, 2017. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/nha3.20178>

REYES, Denise L. *et al.* The state of higher education leadership development program evaluation: A meta-analysis, critical review, and recommendations. *The Leadership Quarterly*, v. 30, n. 5, p. 101311, 2019. <https://psycnet.apa.org/record/2019-53652-001>

RIZUN, Mariia; STRZELECKI, Artur. Students' acceptance of the Covid-19 impact on shifting higher education to distance learning in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 18, p. 6468, 2020. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/18/6468>

ROCHA, Elizabeth Matos. A produção de material didático para a Educação a Distância e os impactos na formação docente: entre práticas e reflexões. *Educação em Perspectiva*, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 319-341, jul./dez. 2013.

<https://periodicos.ufv.br/ojs/educacaoemperspectiva/article/view/6629>.

ROCHA, Elizabeth Matos; HERRMANN, Ivan Claudino. Institucionalização da educação a distância no ensino superior federal: causas e efeitos. *Horizontes-Revista de Educação*, v. 7, n. 14, p. 5-18, 2019. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/view/10455>

RODRIGUES JR, José Florêncio. Taxonomias de objetivos em TD&E. In: BORGES-ANDRADE, Jairo Eduardo; ABBAD, Gardênia da Silva (Org.). *TD&E em organizações e trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 282-288.

ROULLIER, J.Z. & GOLDSTEIN, I.L. The relationship between organizational transfer climate and positive transfer of training. 1993. *Human Resource Development Quarterly*, 4(4), 377-390. <https://doi.org/10.1002/hrdq.3920040408>

ROYAL COLLEGE OF PSYCHIATRISTS. *Mental health of students in higher education – College report CR166*. Londres, set. 2011. https://www.rcpsych.ac.uk/docs/default-source/improving-care/better-mh-policy/college-reports/college-report-cr166.pdf?sfvrsn=d5fa2c24_2

SADE, Priscila Meyenberg Cünha et al. Assessment of continuing education effects for nursing in a hospital organization. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2020. https://acta-ape.org/wp-content/uploads/articles_xml/1982-0194-ape-33-eAPE20190023/1982-0194-ape-33-eAPE20190023-en.pdf

SALAS, Eduardo *et al.* The science of training and development in organizations: What matters in practice. *Psychological science in the public interest*, v. 13, n. 2, p. 74-101, 2012. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.942.2000&rep=rep1&type=pdf>

SALAS, Eduardo; CANNON-BOWERS, Janis A. The science of training: A decade of progress. *Annual review of psychology*, v. 52, n. 1, p. 471-499, 2001. <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.psych.52.1.471>

SALEHEEN, F., *et al.* Efficacy of a virtual teaching assistant in an open laboratory environment for electric circuits. *Advances in Engineering Education*, 2018, pp. 1-27. <https://www.learntechlib.org/p/190014/>

SANTOS, N. A. *Determinantes do desempenho acadêmico dos cursos de ciências contábeis*. 2012. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) - Departamento de Contabilidade e Atuária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, Daniel Domingues; BERLINGERI, Matheus Mascioli; CASTILHO, Rafael Braga. Habilidades socioemocionais e aprendizado escolar: evidências a partir de um estudo em larga escala. 2017. https://www.anpec.org.br/encontro/2017/submissao/files_I/i12-5b3bec770ff9458b47ef17a5a6605d0f.pdf

SANTOS, Ronaldo Rodrigues; SANTOS, Polyane Alves; IANO, Yuzo. Monitoria de Cálculo Diferencial e Integral e o Uso de Ferramentas Tecnológicas para o Progresso Educacional no Instituto Federal da Bahia-Campus de Vitória da Conquista. *Proceeding Series of the*

Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, 2018.

<https://proceedings.sbmac.emnuvens.com.br>

SANTROCK, John W. *Educational Psychology*. 5 ed. New York (NY): McGraw-Hill, 2011. 584 p.

SCHMITT, Thomas A.; SASS, Daniel A. Rotation criteria and hypothesis testing for exploratory factor analysis: Implications for factor pattern loadings and interfactor correlations. *Educational and Psychological Measurement*, v. 71, n. 1, p. 95-113, 2011. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0013164410387348?casa_token=G4poewl1S-gAAAAA:qArAgFFjf8duwZTUD51yILQgN3XnYLC91hXaB0oJ3nUXx0KIEqWjDa8kBhGQPDOUHXLOGm09pIORRg

SCHNEIDER, M., & PRECKEL, F. Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological bulletin*, 143(6), 565. 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28333495/>

SEAMAN, J. E., *et al.* *Grade level: Tracking online education in the United States*. Babson Park, MA: Babson Survey Research Group. 2018. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED580852.pdf>

SHAPIRO, Heather B. *et al.* Understanding the massive open online course (MOOC) student experience: An examination of attitudes, motivations, and barriers. *Computers & Education*, v. 110, p. 35-50, 2017. <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/15672/Shapiro%20et%20al%202017%20Computers%20and%20Education.pdf?sequence=1>

SHUMAN, Lee S. Knowledge and teaching: Foundations of New Reform. *Havard Education Review*, 57, 1 – 23, 1987. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

SILVA, M. L.; *et al.* Uma análise da evasão discente em cursos de Engenharia de uma Universidade Pública Brasileira. *Research, Society and Development*, v.9, n.8, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5159>

SILVEIRA, Renata Feuser; SANTOS, Antonio José dos. Desempenho Acadêmico na Disciplina de Cálculo em Cursos de Engenharia. *Revista ESPACIOS* | Vol. 36 (Nº 18), 2015. <http://www.revistaespacios.com/a15v36n18/153618E2.html>

SIMMS, Leonard J. *et al.* Does the number of response options matter? Psychometric perspectives using personality questionnaire data. *Psychological assessment*, v. 31, n. 4, p. 557, 2019. <https://www.proquest.com/openview/4ae1a9f7cb8472f04b4e1e09c04365e3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=60979>

SIRECI, S. G., YANG, Y., HARTER, J., EHRLICH, E. J. Evaluating guidelines for test adaptations: A methodological analysis of translation quality. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 37(5), 557-567. 2006. doi:10.1177/0022022106290478

- SITZMANN, Traci et al. The comparative effectiveness of web-based and classroom instruction: A meta-analysis. *Personnel psychology*, v. 59, n. 3, p. 623-664, 2006. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.509.1668&rep=rep1&type=pdf>
- SIJTSMA, Klaas. Correcting fallacies in validity, reliability, and classification. *International Journal of Testing*, v. 9, n. 3, p. 167-194, 2009. https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/1109845/Correcting_Fallacies_in_Validity.pdf; Tilburg
- SO, H. When groups decide to use asynchronous online discussions: Collaborative learning and social presence under a voluntary participation structure. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2009. 25: 143-160. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2729.2008.00293.x>
- SOUZA, Gustavo Henrique Silva de *et al.* Educação Remota Emergencial (ERE): Um estudo empírico sobre Capacidades Educacionais e Expectativas Docentes durante a Pandemia da COVID-19. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, 2021. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11904/10624>
- SPITZER, D., & CONWAY, M. *Link training to your bottom-line*. Infoline. Alexandria, VA: ASTD. 2002. https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=dDNgeE7FhbL8C&oi=fnd&pg=PP5&ots=MNc5bBGVcv&sig=mADpC2GJ8FC65Twx7SFwHQ04mS4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- STEVENSON, Michael Eric; HEDBERG, John Gordon. Mobilizing learning: a thematic review of apps in K-12 and higher education. *Interactive Technology and Smart Education*, Bingley, v. 14, n. 2, p. 126-137, 2017. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1146203>
- STUFFLEBEAM, Daniel L. The CIPP model for program evaluation. In: *Evaluation models*. Springer, Dordrecht, 1978. p. 117-141.
- STUFFLEBEAM, D. L., & ZHANG, G. *The CIPP evaluation model: How to evaluate for improvement and accountability*. Guilford Publications. 2017. https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=Y1LgDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=pV6jgTjcg&sig=Gz2ofiVWu1TFc0CirM_J_ASMDdU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- SUN, Anna; CHEN, Xiufang. Online education and its effective practice: A research review. *Journal of Information Technology Education*, v. 15, 2016. <https://hagamoshistoria.pe/uploads/file/OnlineEducationAndEffectivePractice.pdf>
- TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. *Using multivariate statistics*. New York: Harper-Collins College Publishers. 2013.
- TAMAYO, N. *Autoconceito Profissional, Suporte à Transferência e Impacto de Treinamento no Trabalho*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília. 2002.
- THIENEN, M., *et al.* E-Learning Tools to Facilitate Instruction of a Large Enrollment Structural Engineering Course. In *2019 ASEE Annual Conference and Exposition*. 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/226926753.pdf>

TINAJERO, C., *et al.* Estilo cognitivo e estratégias de aprendizagem em estudantes universitários brasileiros: Repercussões no rendimento acadêmico. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(1), 105-113. 2012.

<https://www.scielo.br/j/prc/a/H3nJ5WzWpvNnV5zpBjSfK3h/?lang=en>

TOQUERO, Cathy Mae. Challenges and Opportunities for Higher Education Amid the COVID-19 Pandemic: The Philippine Context. *Pedagogical Research*, v. 5, n. 4, 2020.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1263557>

UMEKAWA, E. E. R.; ZERBINI, T. Estratégias de Aprendizagem da Educação a Distância: revalidação de uma escala. *PSICO (PUCRS)*, v. 51, p. 29638, 2020.

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/revistapsico/article/view/29638>

UNESCO [UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANISATION]. *COVID-19 Educational disruption and response*. Paris: Unesco, 30 July 2020. <http://www.iiep.unesco.org/en/covid-19-educational-disruption-and-response-13363>

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB. Pesquisa traça perfil socioeconômico inédito da comunidade universitária. *UnB Notícias*. 16 de julho de 2020. <https://bit.ly/3qTilQi>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Resolução nº 21 de 27 de março de 2020. Itajubá: 2020a.

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/f8jhKcwcoSu0XHF>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Resolução nº 23 de 31 de março de 2020. Itajubá: 2020b

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/eJFGxPZn84qw4Rp>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Resolução nº 31 de 30 de abril de 2020. Itajubá: 2020c.

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/f7nYs3j6ts97r3A>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Procedimentos das atividades avaliativas durante o Regime de Tratamento Excepcional – RTE. Resolução nº 33 de 7 de maio de 2020. Itajubá: 2020d.

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/yL6VIzHUK84qZ5Y>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Procedimento para ajustar o cálculo dos indicadores dos cursos de graduação da UNIFEI durante o Regime de Tratamento Excepcional – RTE. Resolução nº 34 de 7 de maio de 2020. Itajubá: 2020e.

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/yL6VIzHUK84qZ5Y>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Aprova calendário didático especial da graduação para o RTE. Resolução nº 35 de 7 de maio de 2020. Itajubá: 2020f.

<https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/yL6VIzHUK84qZ5Y>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Homologa divulgação do auxílio emergencial aos alunos para acesso à internet. Resolução nº 39 de 14 de maio de 2020. Itajubá: 2020g.

https://sigrh.unifei.edu.br/sigrh/public/coligiados/filtro_busca.jsf

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unifei. Estabelece critérios para o funcionamento do Regime de Tratamento Excepcional (RTE) durante o segundo semestre de 2020. Resolução nº 87 de 8 de julho de 2020. Itajubá: 2020h. <https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/yL6VizHUK84qZ5Y>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Reitoria da Unifei. Estabelece medidas para a redução de exposição pessoal e interações presenciais e para o replanejamento de rotinas e procedimentos de trabalho. Portaria nº 387/2020 de 17 de março de 2020. Itajubá: 2020i. <https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/HEGxBCvdgvdNma0>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Reitoria da Unifei. Portaria nº 461/2020 de 27 de março de 2020. Itajubá: 2020j. <https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/YbPkc8rY67LIPQD>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Reitoria da Unifei. Portaria nº 464/2020 de 27 de março de 2020. Itajubá: 2020k. <https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/ItYobO1bjsCIGTR>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI. Reitoria da Unifei. Portaria nº 399/2020 de 17 de março de 2020. Itajubá: 2020l. <https://owncloud.unifei.edu.br/index.php/s/Znb50d1cqkpnGQP>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ. Pesquisa revela percentual de estudantes com acesso à internet. *Conexão UFRJ*. 2 de julho de 2020. <https://bit.ly/3tb0qGx>.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF. Site institucional. Pesquisa de condições socioeconômicas e acesso a recursos remotos de estudantes de graduação presencial da UFF. 23 de julho de 2020. <https://bit.ly/39L4GVy>.

URBINA, P. B. Factores determinantes del rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad de Atacama. *Estudios Pedagógicos*, Valdivia, v. 40, n. 1, p. 25-39, 2014. <https://2012.economicsofeducation.com/user/pdfsesiones/022.pdf>

UZIANK, Jacek *et al.* Students' and instructor's perspective on the use of Blackboard Platform for delivering an engineering course. *The Electronic Journal of e-Learning*, v. 16, n. 1, p. 1, 2018. <https://www.learntechlib.org/p/191053/>

VALENTE, Geilsa Soraia Cavalcanti *et al.* O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020. <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8153>

VARANDA, Renata Carvalho; ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Construção e validação da escala de reações à interface gráfica para cursos de educação a distância. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, v. 26, n. 2, p. 371-380, 2010. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722010000200019&script=sci_arttext&tlng=pt

VARGAS, M. R. M., & ABBAD, G. S. Bases conceituais em treinamento, desenvolvimento e educação – TD&E. In J.E. Borges-Andrade, G. Abbad, L. Mourão (Orgs.). *Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho: fundamentos para a gestão de pessoas* (pp. 137–158). Porto Alegre: Artmed. 2006.

- VARGAS, Omar López; HEDERICH-MARTÍNEZ, Christian; URIBE, Ángela Camargo. Logro en matemáticas, autorregulación del aprendizaje y estilo cognitivo. *Suma Psicológica*, v. 19, n. 2, p. 39-50, 2012. <https://www.redalyc.org/pdf/1342/134225567002.pdf>
- VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima; DA SILVA, Thomaz Edson Veloso; MOTA, Joao Cesar Moura. The context and outcomes of learning in educational evaluation an engineering course. *IEEE Latin America Transactions*, v. 13, n. 7, p. 2447-2453, 2015. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7273811&casa_token=BipfmIO_r_m8A AAAA:UoJvAxTsuQtzHbg4OPR4HAXWlcvVOHzQiaLqIVQ6aTHAhaQaMKSrD7-hhTO6s4qGAf7iolGaGLs9ug&tag=1
- VIEIRA, Kelmara Mendes *et al.* Vida de estudante durante a pandemia: isolamento social, ensino remoto e satisfação com a vida. *EaD em Foco*, v. 10, n. 3, 2020. <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/1147>
- VINER, Russell M. *et al.* School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: a rapid systematic review. *The Lancet Child & Adolescent Health*, v. 4, n. 5, p. 397-404, 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235246422030095X>
- WARR, P.; BIRD, M.; RACKHAM, N. *Evaluation of Management Training*. London, 1970.
- WARR, P., & ALLAN, C. Learning strategies and occupational training. *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, 13, 83-121. 1998.
- WARR, P., & DOWNING, J. Learning strategies, learning anxiety and knowledge acquisition. *British Journal Psychology*, 91, 311-333. 2000. <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1348/000712600161853>
- WASSON, B. Instructional Planning and contemporary theories of learning: Is this a self-contradiction? In: *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education*, 23-30. Lisbon: Colobri, 1996.
- WATERMEYER, Richard *et al.* COVID-19 and digital disruption in UK universities: Afflictions and affordances of emergency online migration. *Higher Education*, v. 81, p. 623-641, 2021. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10734-020-00561-y.pdf>
- WEIJTERS, Bert; CABOOTER, Elke; SCHILLEWAERT, Niels. The effect of rating scale format on response styles: The number of response categories and response category labels. *International Journal of Research in Marketing*, v. 27, n. 3, p. 236-247, 2010. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167811610000303>
- WIDAMAN, Keith F. Common factors versus components: Principals and principles, errors and misconceptions. In: *Factor analysis at 100*. Routledge, 2007. p. 191-218.
- WINNE, P. H. Cognition and metacognition in self-regulated learning. In: Schunk, D.; Greene, J. (Orgs), *Handbook of self-regulation of learning and performance*(pp 36-48). New York, RJ: Routledge. 2017
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Novel coronavirus (2019-nCoV): situation report*. Geneva: World Health Organization, 2020.

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19#:~:text=symptoms>

YAGHI, Abdulfattah; BATES, Reid. The role of supervisor and peer support in training transfer in institutions of higher education. *International Journal of Training and Development*, v. 24, n. 2, p. 89-104, 2020.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ijtd.12173>

YIGIT, Tuncay et al. Evaluation of blended learning approach in computer engineering education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 141, p. 807-812, 2014.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814035642>

YILDZLI, H.; SABAN, A. The effect of self-regulated learning on sixth-grade Turkish students' mathematics achievements and motivational beliefs. *Cogent Education*, 3(1), 1-17. 2016. doi: 10.1080/2331186X.2016.1212456

YOGENDRA, Nirogini; ANDREW, Anthony. A study on the factors influencing on grade point average (gpa) with special reference to third year commerce and management students of eastern university, Sri Lanka. *Journal for Studies in Management and planning*, v. 3, n. 8, p. 409-25, 2017. <https://www.edupediapublications.org/journals/index.php/JSMaP/>

ZAMPIROLI, Francisco A. *et al.* Evaluation process for an introductory programming course using blended learning in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 26, n. 6, p. 2210-2222, 2018.

ZANCUL, Eduardo de S. *et al.* An empirical study on design-based vs. traditional approaches in capstone courses in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, v. 33, n. 5, SI, p. 1543, 2017.

ZANELDIN, Essam *et al.* Video-based e-learning for an undergraduate engineering course. *E-learning and Digital Media*, v. 16, n. 6, p. 475-496, 2019.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1227866>

ZERBINI, Thaís. *Avaliação da transferência de treinamento em curso a distância*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília: UnB, 2007.

ZERBINI, Thaís. *Avaliação e Efetividade de Ações Educacionais ofertadas a Distância: Importância, Resultados de Pesquisa e Tendências*. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Qualificação profissional a distância: avaliação da transferência de treinamento. *Paidéia* (Ribeirão Preto), v. 20, n. 47, p. 313-323, 2010.

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-863X2010000300004&script=sci_arttext

ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Reação aos procedimentos instrucionais de um curso via internet: validação de uma escala. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, v. 26, n. 3, p. 363-371, 2009a. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-166X2009000300009&script=sci_abstract&tlng=es

ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Reação ao desempenho do tutor em um curso a distância: validação de uma escala. *Estudos e Pesquisas em Psicologia*, v. 9, n. 2, p. 447-463, 2009b. <https://www.redalyc.org/pdf/4518/451844629012.pdf>

ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Qualificação profissional a distância: ambiente de estudo e procedimentos de interação: validação de uma escala. *Análise-Revista de Administração da PUCRS*, v. 19, n. 1, 2008a.

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/face/article/view/2291>

ZERBINI, Thaís; ABBAD, Gardênia. Estratégias de aprendizagem em curso a distância: validação de uma escala. *Psico-USF*, v. 13, n. 2, p. 177-187, 2008b.

<https://www.scielo.br/j/pusf/a/7WDSStVBjCsKkDmpSszBNkXq/?lang=pt>

ZHANG, Guili *et al.* Identifying factors influencing engineering student graduation: A longitudinal and cross-institutional study. *Journal of Engineering education*, v. 93, n. 4, p. 313-320, 2004. <https://engineering.purdue.edu/MIDFIELD/assets/files/2004-identifying-factors-influencing-engineering-student-graduation-a-longitudinal-and-cross-sectional-study.pdf>

ZHANG, W. *et al.* Suspending Classes without Stopping Learning: China's Education Emergency Management Policy in the COVID-19 Outbreak. *Journal Risk Financ. Manag.* 2020.

https://econpapers.repec.org/article/gamjjrfmx/v_3a13_3ay_3a2020_3ai_3a3_3ap_3a55-_3ad_3a332192.htm

ZIMMERMAN, Barry J. Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. 2008.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.868.6463&rep=rep1&type=pdf>

ZIMMERMAN, Barry. *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge, 2011. <https://doi.org/10.4324/9780203839010>

ANEXOS

ANEXO 1 – PROGRAMA DA DISCIPLINA MAT002 – CAMPUS ITAJUBÁ

Componente Curricular: MAT002 - CÁLCULO II
Carga Horária: 64 horas
Unidade Responsável: INSTITUTO DE MATEMÁTICA E COMPUTAÇÃO
Tipo do Componente: DISCIPLINA
Ementa: Sequencias e séries. Séries de potências. Séries de Taylor. Abertos no \mathbb{R}^n . Funções de uma variável real a valores em \mathbb{R}^n . Curvas. Funções reais de varias variáveis reais a valores reais. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Gradiente e sua interpretação geométrica. Máximos e mínimos.
Modalidade: Presencial

Dados do Programa

Ano-Período: 2020.1

Objetivos:

Ao final do curso o aluno devera ser capaz de identificar e resolver problemas envolvendo os conceitos de funcoes de varias variáveis; entender os resultados principais sobre sequencias e series, incluindo series de potencia.

Conteúdo:

1. Sequencias e Series
 - 1.1 Sequencia e Limite de Sequencia
 - 1.2 Sequencias Crescentes e Decrescentes
 - 1.3 Series Numericas
 - 1.4 Criterios de convergencia e divergencia para series de termos positivos
 - 1.5 Series absolutamente convergente
 - 1.6 Criterio da razao e raiz para s?es de termos quaisquer
 - 1.7 Series de Potencias
 - 1.8 Series de Taylor e Maclaurin
2. Espaço \mathbb{R}^n
 - 2.1 Revisao: Norma de um vetor. Propriedades.
 - 2.2 Conjunto aberto
3. Funcao de uma variavel real a valores em \mathbb{R}^n . Curvas.
 - 3.1 Funcao de uma variavel real a valores em \mathbb{R}^2 e \mathbb{R}^3 .
 - 3.2 Operacoes com funcoes de uma variavel real a valores em \mathbb{R}^n
 - 3.3 Limite continuidade
 - 3.4 Derivada e integral
 - 3.5 Comprimento de curvas
4. Funcoes reais de varias variáveis
 - 4.1 Funcao real de v?as variáveis
 - 4.2 Graficos e curvas de n?l
 - 4.3 Limite de funcoes de varias variáveis
 - 4.4 Continuidade de funcoes de varias variáveis
 - 4.5 Derivadas parciais
 - 4.6 Diferenciabilidade
 - 4.7 Plano tangente e Reta normal
 - 4.8 Diferencial
 - 4.9 Regra da cadeia
 - 4.10 Derivacao impl?ta
 - 4.11 Derivada direcional
 - 4.12 Campo gradiente
 - 4.13 Derivadas de ordem superior
 - 4.14 Extremos de funcoes em duas variáveis
 - 4.15 Aplicacoes
 - 4.16 Multiplicador de Lagrange

Bibliografia Básica:

Hamilton L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, volume II e IV., Editora S.A.Livros Técnicos e Científicos, 5a edição, (2002)
 FLEMMING, D. M.; GONÇALVES, M. B., Calculo B, Editora Prentice Hall, (2006)
 MUNEM, M. A.; FOULIS, D. J., Cálculo, volume v.1 e 2, Editora Guanabara Dois S.A, (1982)

Bibliografia complementar:

STEWART, James. , Cálculo, volume Vol 2, Editora Thomson, 5a edição, (2006)
 SWOKOWSKI, Earl W. ., Calculo com Geometria Analógica, volume 1 e 2, Editora Sao Paulo: Makron Books, 2a. edição, (1995)
 AVILA, Geraldo , Calculo 2, volume 2, Editora Rio de Janeiro: LTC, (1995)
 BOULOS, P. , Introducao ao Calculo, volumes 1 e 2, Editora Sao Paulo: Edgard Blucher, (1973)
 LEITHOLD, Louis, O Calculo com Geometria Analítica, volumes 1 e 2, Ed. Sao Paulo: Harper & How do Brasil, 2a. edição, (1982)

ANEXO 2 – TRECHO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA (2021) – fonte: não disponível na internet.

Pode-se perceber que há, para a maioria das áreas, uma discrepância entre a importância percebida pelos alunos e sua utilização prática nas atividades que estes realizam.

Foi aberto também um espaço para sugestões e comentários. Alguns deles, priorizando aqueles que discorrem sobre a estrutura do curso, são apresentados no Quadro 2.

- Acredito que o Colegiado poderia tentar aproximar as disciplinas do **mercado** de trabalho e das aplicações mais inovadoras das matérias (sejam teóricas ou práticas). Para mim foi sempre bem difícil entender como aquilo que eu estava aprendendo seria aplicado no "mundo real" e como aquilo faria diferença na vida das pessoas. As disciplinas PBL 1 e 2 poderiam ser a base para a reformulação do curso como um todo!
- Acho que seria muito interessante em todo tipo de matéria voltada a hardware (analógica, digital, fontes chaveadas, compatibilidade eletromagnética e etc.) mostrar circuitos integrados que fazem as funções desempenhadas pelos circuitos aprendidos em aula, de forma a proporcionar ao aluno desde a universidade o senso crítico de utilizar o componente mais adequado à aplicação, tendo em vista que com os conceitos aprendidos em aula, quando atrelado às especificações de componentes, são essenciais no mercado atualmente.
- Havia muitos professores que sabiam ensinar e mostravam interesse na matéria que ensinavam. Principalmente os professores que focavam na prática e insistiam em trabalhos além das provas. Esses trabalhos ajudavam muito mais que a provas para

entender a matéria. Os professores da minha época eram excepcionais, o que me fez gostar ainda mais do curso que fiz.

- Deixo aqui o comentário para a Universidade/colegiado influenciar os alunos a trabalharem com maior enfoque em projetos práticos de Engenharia. Acredito que isso poderia ser levado mais fortemente para as disciplinas. Como por exemplo, uma disciplina que envolva Automação de sistemas, instrumentação, redes e gestão de projetos. Cobrando dos alunos a defesa de suas ideias, planejamento de cronograma, levantamento de custos. Visto que algumas das maiores habilidades cobradas do Engenheiro no mercado é a gestão, planejamento, criatividade e conhecimento técnico.
- Agradeço a minha formação, a atual ementa do curso é muito boa, mas acredito que o aluno estaria mais preparado para o mercado de trabalho se aumentássemos a carga horária referente a matérias práticas e de projetos.

Quadro 2 Comentários de ex-alunos sobre formação recebida

ANEXO 3 – PROGRAMA DA DISCIPLINA MATI03 DA UNIFEI/CAMPUS: ITABIRA

Componente Curricular: MATI03 - CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II
Carga Horária: 64 horas
Unidade Responsável: INSTITUTO DE CIÊNCIAS PURAS E APLICADAS
Tipo do Componente: DISCIPLINA
Ementa: Sequências e séries. Funções de várias variáveis: derivadas e Integrais.
Modalidade: Presencial

Dados do Programa

Ano-Período: 2018.1

Quantidade de Avaliações: 2

Objetivos:

Proporcionar aos alunos a compreensão de conceitos do conteúdo programático: técnicas de cálculo analítico e numérico de derivadas e integrais de funções de varias variáveis e suas aplicações.

Conteúdo:

Sequências e Séries Infinitas
 Coordenadas Polares - Vetores e a Geometria do Espaço
 Coordenadas Polares; Áreas e Comprimentos em Coordenadas Polares; Seções Cônicas; Seções cônicas em coordenadas polares. Cilindros e superfícies quádricas.
 Derivadas Parciais
 Funções de Várias Variáveis; Limites e continuidade; Derivadas parciais; Planos tangentes e aproximações lineares; Regra da Cadeia; Derivadas Direcionais e o Vetor Gradiente; Valores Máximo e Mínimo; Multiplicadores de Lagrange.
 Integrais Múltiplas
 Integrais Duplas sobre retângulos; Integrais iteradas; integrais duplas sobre regiões gerais; integrais duplas em coordenadas polares; aplicações; integrais triplas; integrais triplas em coordenadas cilíndricas; integrais triplas em coordenadas esféricas; mudança de variáveis em integrais triplas.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. MUNEM, Mustafa A.; FOULIS, David J. Cálculo: volume 2. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
2. STEWART, James. Cálculo: volume 2. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
3. THOMAS JUNIOR, George B.; WEIR, Maurice D.; HASS, Joel. Cálculo: volume 2. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. BOULOS, Paulo. Introdução ao cálculo: volume 2: cálculo integral; séries. 2. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2012.
2. BOULOS, Paulo. Introdução ao cálculo: volume 3: cálculo diferencial; várias variáveis. 2. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2013.
3. FLEMMING, Diva Marília; GONÇALVES, Mirian Buss. Cálculo B: funções de várias variáveis, integrais múltiplas, integrais curvilíneas e de superfície. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
4. GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo: volume 2. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
5. GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo: volume 3. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
6. GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. Um curso de cálculo: volume 4. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
7. LEITHOLD, Louis. O cálculo com geometria analítica: volume 2. 3. ed. São Paulo: Harbra, c1994.

Competências e Habilidades:

Desenvolver habilidades: geométricas, algébricas e numéricas dos tópicos estudados, como ferramentas básicas de solução de problemas e dentro do contexto dos cursos de engenharia.

ANEXO 4 – PROGRAMA DA DISCIPLINA MAT003 DA UNIFEI/CAMPUS: ITAJUBÁ

<p>Componente Curricular: MAT003 - CÁLCULO III</p> <p>Carga Horária: 64 horas</p> <p>Unidade Responsável: INSTITUTO DE MATEMÁTICA E COMPUTAÇÃO</p> <p>Tipo do Componente: DISCIPLINA</p> <p>Ementa: Funções de várias variáveis reais a valores vetoriais. Campos vetoriais. Rotacional, divergente e laplaciano. Integrais duplas e triplas. Integrais de linha. Campos conservativos. Integrais de superfície. Fluxo de um campo vetorial. Teorema de Green no plano. Teorema de Stokes. Teorema da divergência de Gauss.</p> <p>Modalidade: Presencial</p>

Dados do Programa

Ano-Período: 2020.1

Objetivos:

Ao final do curso o aluno deverá ser capaz de resolver problemas envolvendo os conceitos de integrais de linha e superfície, e de aplicar os teoremas de Green, Gauss e Stokes.

Conteúdo:

1. Funções de Varias Variáveis Reais a Valores Vetoriais
 - 1.1 Funções de R^n em R^m
 - 1.2 Campo Vetorial
 - 1.3 Rotacional
 - 1.4 Divergente
 - 1.5 Limite, continuidade e derivadas parciais
2. Integral múltipla
 - 2.1 Integral dupla
 - 2.2 Área e volume
 - 2.3 Mudança de variáveis
 - 2.4 Integrais duplas em coordenadas polares
 - 2.5 Área de uma superfície
 - 2.6 Integrais triplas
 - 2.7 Coordenadas cilíndricas e esféricas
 - 2.8 Aplicações da Integração múltipla
3. Integrais de Linha e Teorema de Green
 - 3.1 Integral de um Campo Vetorial sobre uma Curva
 - 3.2 Mudança de Parametro
 - 3.3 Integral de Linha sobre uma Curva de Classe C_1 por Partes
 - 3.4 Campos Conservativos
 - 3.5 Teorema de Green
4. Área e Integral de Superfície
 - 4.1 Superfícies
 - 4.2 Plano Tangente
 - 4.3 Integral de Superfície. Área de Superfície
5. Fluxo e Teorema de Gauss
 - 5.1 Fluxo de um Campo Vetorial
 - 5.2 Teorema de Gauss
 - 5.3 Teorema de Stokes

Bibliografia Básica:

James Stewart, Cálculo, volume 2, Editora Thomson Learning, 5ª edição, (2006)
 Mirian Buss Gonçalves/Diva Marília Flemming, Cálculo B, Editora Pearson, 2ª. edição, (2007)
 Hamilton L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, volume II, Editora LTC, 5ª edição, (2006)

Bibliografia Complementar:

M. A. Munem e D. J. Foulis, Cálculo, volume II, Editora Guanabara Dois SA, (1922)
 SWOKOWSKI, Earl W., Cálculo com Geometria Analítica, volumes 1 e 2, Editora Makron Books, 2a. edição, (1995)
 AVILA, Geraldo., Cálculo 2, volume 2, Editora L.T.C., (1995)
 BOULOS, P, Introdução ao Cálculo, volumes 1 e 2, Editora Edgard Blucher, (1973)
 LEITHOLD, Louis, O Cálculo com Geometria Analítica, volumes 1 e 2, Editora Harper & How do Brasil, 2a. edição, (1982)

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA FIRMADO JUNTO À UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ



TERMO DE ANUÊNCIA – INSTITUIÇÃO

A Pró-reitoria de Graduação da Universidade Federal de Itajubá apoia a realização da pesquisa de Doutorado *Modelo Multivariado de avaliação da aprendizagem no ensino remoto emergencial*, de autoria da aluna *Betânia Mafra Kaizer*, sob orientação do *Prof. Dr. Anderson de Paula Paiva (IEPG/Unifei)* e co-orientação da *Prof. Dra. Thais Zerbini (FFCL/USP-Ribeirão Preto)*. A aluna está vinculada ao curso de Doutorado em Engenharia de Produção da Unifei, linha de pesquisa: Qualidade e produtos.

A pesquisa será realizada com alunos da Unifei e utilizará questionários virtuais como instrumentos de coleta de dados. Os proponentes do estudo informam que não haverá quaisquer custos, gastos ou riscos decorrentes da participação dos alunos no estudo e que os dados estarão restritos para uso em pesquisa.

Atenciosamente,

Rodrigo Silva Lima
Rodrigo Silva Lima

(Pró-reitor de Graduação da Unifei)

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**TERMO DE CONSENTIMENTO
LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário da pesquisa *Modelo multivariado de avaliação da aprendizagem em ensino remoto emergencial*. Leia com calma, atenção e tempo o presente termo. Tal estudo é importante, pois seus resultados práticos auxiliarão no planejamento de futuras disciplinas e cursos remotos com maior perspectiva de efetividade de aprendizagem. A presente pesquisa tem por objetivo propor e testar um modelo multivariado para avaliar a aprendizagem de alunos de graduação no contexto de ensino remoto emergencial, especificamente, na disciplina Cálculo 2.

PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO

A sua participação no estudo será da seguinte forma: (responder ao questionário anônimo, com questões objetivas).

RISCOS

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos e riscos: a exposição de suas opiniões e percepções sobre si e sobre o outro, enquanto responder ao questionário. Para evitar isso, o questionário será anônimo e os dados serão analisados de forma mesclada. Então, você pode responder às questões tranquilamente, sem receio. Além disso, você poderá sair do estudo quando quiser, sem qualquer prejuízo a você.

BENEFÍCIOS

A pesquisa trará a você importantes benefícios: ao responder ao questionário, você perceberá que ele te levará a fazer um retrospecto de sua vivência no ensino remoto e uma autoavaliação de seus sentimentos e atitudes no enfrentamento dos desafios de cursar Cálculo 2 durante o RTE. O questionário também apontará a você que existem inúmeras variáveis que podem exercer influência positiva ou negativa sobre sua aprendizagem em uma disciplina remota. O conhecimento dessas variáveis poderá orientá-lo(a) em sua nova postura para cursar futuras disciplinas nesse formato. Se quiser saber mais sobre esta pesquisa, entre em contato a qualquer momento comigo: betaniamafra@unifei.edu.br

SIGILO E PRIVACIDADE

Como participante de pesquisa, sua privacidade será respeitada. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade das informações, preservando assim o anonimato durante todas as fases da pesquisa. Os dados obtidos não serão utilizados para outros fins que não seja o explícito neste termo.

AUTONOMIA

Será garantida assistência a você de forma imediata, integral e gratuita, durante, após e/ou na interrupção da pesquisa. Assim como o livre acesso a todas as informações e

esclarecimentos sobre o estudo e suas consequências, ou seja, tudo o que queira saber antes, durante e depois de sua participação. Você terá o acesso aos resultados da pesquisa a qualquer momento e sempre que solicitar, exceto se houver justificativa metodológica para tal (caso a informação venha a interferir nos métodos ou no desfecho da pesquisa), apreciada e aprovada pelo Sistema CEP/CONEP. Você tem plena liberdade de se recusar a ingressar no estudo ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem precisar se justificar e sem penalização alguma por parte dos pesquisadores ou da instituição. Além disto, você tem o direito de se retirar do estudo a qualquer momento e não querer disponibilizar mais qualquer tipo de informação ao pesquisador responsável e à sua equipe.

RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

Não haverá despesas e custos incididos sobre você.

CONTATO

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são (Betânia Mafra Kaizer, RG 13135041, CPF 057...; Anderson Paulo de Paiva, RG M-5.056.865 SSP MG; CPF 738...; Thaís Zerbini, RG 25.364.621-2, CPF 252...). Com eles você pode manter contato pelos e-mails (betaniamafra@unifei.edu.br; anderson.paiva@unifei.edu.br; thais.zerbini@gmail.com).

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. O grupo tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de maneira ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada de tal forma ou que está sendo prejudicado de alguma maneira, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FEPI, coordenado pelo Prof. Me. Leonardo José Rennó Siqueira e situado na Av. Dr. Antônio Braga Filho, número 687, Bairro Varginha, pelo telefone (35) 3629-8400 ramal 430, ou pelo e-mail cep@fepi.br.

CONSENTIMENTO

Entendi todas as informações presentes neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e tive a oportunidade de questionar informações relacionadas à pesquisa. Todas as minhas perguntas foram respondidas e eu estou satisfeito com as respostas. Sei que posso solicitar o acesso ao registro do consentimento sempre que necessário.

Por fim, compreendo a natureza e o objetivo do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar por minha participação.

Li e concordo em participar da pesquisa.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E PERFIL ACADÊMICO

1. Quantos anos você tem? () <18 () 18 a 24; () 25 a 29 () 30 a 34 () 35 a 39 () >40
2. Sexo: () Masculino () Feminino () Prefiro não responder
3. Qual é a renda mensal da sua família? () Até 1,5 salário mínimo (até R\$ 1.567,00) () De 1,5 a 3 salários (de R\$ 1.567,00 a R\$ 3.135,00) () De 3 a 4,5 salários (de R\$ 3.315,00 a R\$ 4.702,50) () De 4,5 a 6 salários (de R\$ 4.702,50 a R\$ 6.270,00) () De 6 a 10 salários (de R\$ 6.270,00 a R\$ 10.450,00) () De 10 a 30 salários (de R\$ 10.450,00 a R\$ 31.350,00) () Acima de 30 salários (mais de R\$ 31.350,00)
4. Você recebeu da DAE/Unifei algum auxílio material ou financeiro durante o RTE? () Sim () Não
5. Você tem filhos? () Sim () Não (pule para a questão 6)
 - 5.1 Quantos filhos você tem? () 1 () 2 () mais de 2
 - 5.2 Seu(s) filho(s) depende(m) de sua ajuda com as atividades escolares? () Sim () Não
6. Durante o RTE, você estava: () Na casa da sua família () Em sua residência estudantil () Outro
7. Você possui um local específico para estudar? () Sim () Não
8. Durante o RTE você precisou trabalhar para garantir seu sustento ou de sua família? () Sim () Não
9. Em qual curso você está matriculado? (EAM, ECO, QBA...?) _____
10. Em qual período você está? () 1° () 2° () 3° () 4° () 5° () 6° em diante
11. Você cursou ou está cursando MAT 002 no modelo RTE? () Sim () Não
12. Durante o RTE, você cursou MAT002 pela 1ª vez? () Sim () Não
13. Você já teve alguma experiência com ensino a distância? () Sim () Não

APÊNDICE D – VERSÃO FINAL DA ESCALA ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM EM ENSINO REMOTO

1. Nunca ----- 7. Sempre

Descrição dos itens

1. Mantive a calma quando tive dificuldades.
2. Repeti a mim mesmo, quando me senti ansioso, que tudo daria certo ao final da disciplina.
3. Mantive a calma com a possibilidade de ter um rendimento em MAT002 abaixo do esperado.
4. Mantive a calma mesmo quando errava na hora de fazer as atividades.
5. Esforcei-me mais quando percebi que estava perdendo a concentração.
6. Forcei-me a manter atenção mesmo quando me senti desinteressado.
7. Aumentei meus esforços quando percebia que estava perdendo o interesse no assunto.
8. Elaborei perguntas para testar minha compreensão sobre os conteúdos de MAT002.
9. Revisei a matéria para verificar o quanto eu dominava o conteúdo.
10. Esforcei-me para verificar minha compreensão sobre o que estava sendo ensinado.
11. Busquei auxílio do professor para esclarecer minhas dúvidas sobre o conteúdo.
12. Busquei auxílio de colegas para esclarecer dúvidas gerais.
13. Troquei mensagens com os colegas para esclarecer dúvidas sobre o conteúdo da disciplina.
14. Consultei os materiais da disciplina para solucionar minhas dúvidas.
15. Estudei o material de apoio didático da disciplina (slides, exercícios resolvidos etc) para compreender melhor os conteúdos.
16. Busquei outras fontes de estudo fora da aula remota para me ajudar a aprender.

17. Busquei conhecer os recursos da web necessários para cursar a disciplina, tais como *Google Meet*, *Softwares* específicos, *Moodle*, entre outros indicados pelo professor de MAT002.
18. Tentei aplicar o conteúdo de MAT 002 no meu dia-a-dia para compreendê-lo melhor, em vez de dedicar tempo lendo ou pedindo ajuda a alguém.
19. Realizei os exercícios práticos propostos ao longo da disciplina para me ajudar a aprender.
20. Revisei os tópicos relativos aos exercícios em que cometi erros.
21. Repeti mentalmente os conteúdos que tinha interesse em aprender.
22. Fiz anotações dos conteúdos repassados nas vídeo-aulas ou aulas virtuais de MAT002.
23. Fiz resumos dos conteúdos de MAT002.
24. Fiz esquemas do conteúdo da disciplina como método para aprender.
25. Tentei dimensionar a ligação entre MAT002 e as matérias aprendidas anteriormente.
26. Procurei desenvolver uma ideia global sobre como os conteúdos de MAT002 se relacionavam entre si.
27. Associei os conteúdos de MAT002 aos meus conhecimentos anteriores.
28. Diferenciei, ao analisar os tópicos da disciplina, os aspectos mais importantes dos menos importantes.
29. Identifiquei situações diárias em que eu pudesse aplicar os conteúdos da disciplina.

APÊNDICE E – VERSÃO FINAL DA ESCALA REAÇÕES A PROCEDIMENTOS INSTRUCCIONAIS EM ENSINO REMOTO

1. Muito ruim ----- 7. Muito boa

Descrição dos itens

1. Ligação entre o conteúdo da disciplina e os objetivos do seu curso.
2. Ligação entre o conteúdo da disciplina e seus objetivos pessoais.
3. Sequência de apresentação do conteúdo da disciplina.
4. Linguagem utilizada no material de apoio didático.
5. Leituras recomendadas pelo professor.
6. Variedade no uso de recursos educacionais inovadores, tais como aulas ao vivo, vídeos feitos pelo professor, uso de softwares e aplicativos.
7. Atividades/tarefas propostas ao final de cada unidade.
8. Clareza dos feedbacks sobre avaliações de aprendizagem e tarefas.
9. Quantidade de conteúdo para cada unidade.
10. Quantidade de horas de estudo sugerida para cada unidade.
11. Programa da disciplina.
12. Troca de mensagens para interação entre os alunos.

APÊNDICE F – VERSÃO FINAL DA ESCALA AMBIENTE DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS DE INTERAÇÃO

1. Prejudicou bastante meu desempenho ----- 7. Não prejudicou meu desempenho

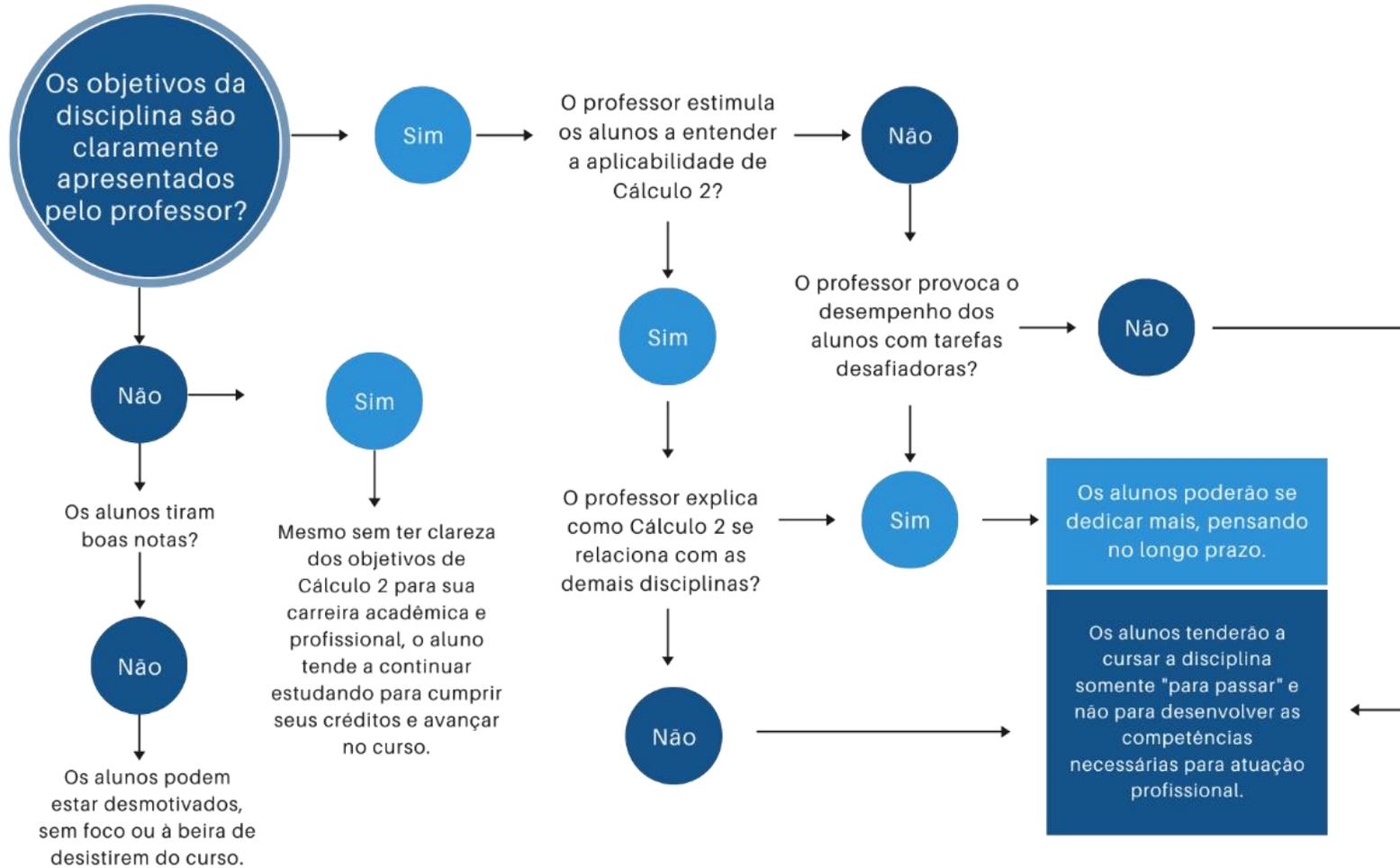
Descrição dos itens

1. Uso do computador/celular em atividades diferentes do curso no meu dia-a-dia.
2. Conciliação da disciplina com as demais disciplinas ou com outros cursos que eu estava fazendo.
3. Conciliação do curso com meus compromissos familiares.
4. Surgimento de nova atividade profissional durante a realização do curso.
5. Acesso às atividades da disciplina com a regularidade proposta.
6. Meus métodos de organização e planejamento das atividades de estudo.

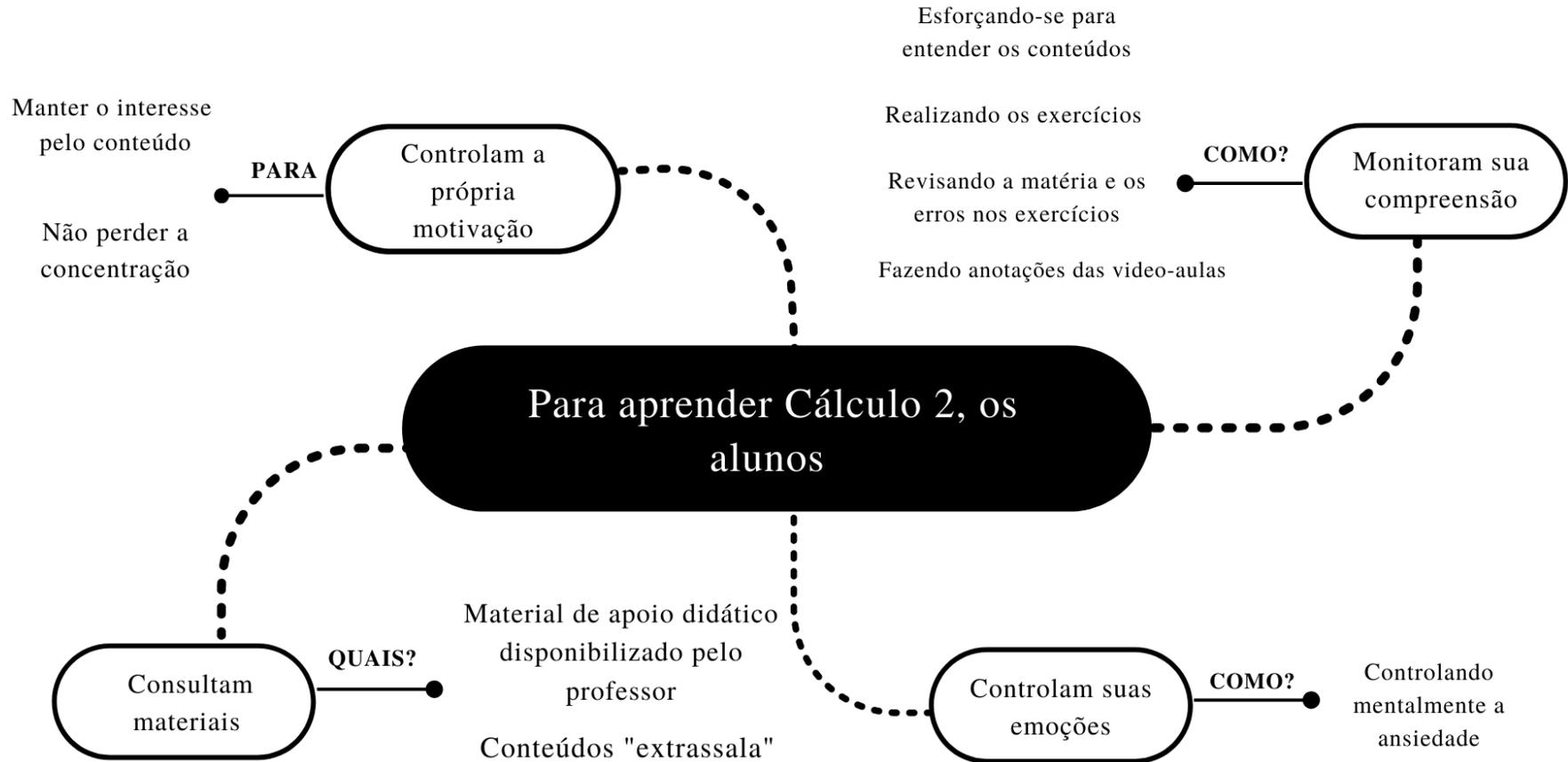
7. Minha condição de saúde física.
8. Minha condição de saúde mental.
9. Custo financeiro para manutenção do computador.
10. Custo financeiro para acessar a internet.
11. Qualidade da minha conexão à internet

12. Quantitativo de mensagens recebidas via SIGAA das disciplinas em geral.
13. Volume de tempo de exposição à tela do computador/celular.
14. Utilização do e-mail para comunicação com professores e colegas.

APÊNDICE H – DIAGRAMA DE ÁRVORE DE DECISÃO SOBRE OS EVENTOS DA INSTRUÇÃO



APÊNDICE I – RESUMO ILUSTRATIVO DAS CONCLUSÕES SOBRE AS ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM



APÊNDICE J - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA (N=507)

Variável	F	%	Variável	F	%		
Sexo	Feminino	224	44	<18	6	2	
	Masculino	280	55	18 a 24	427	83	
				25 a 29	57	11	
	Não declarado	3	1	Idade (anos)	30 a 34	11	2
				35 a 39	4	1	
				>40	2	1	
Período letivo	Ingressantes	173	34	Renda mensal da família	Até 1,5 salário mínimo (até R\$ 1.567,00)	145	28
	3°	101	20		De 1,5 a 3 salários (de R\$ 1.567,00 a R\$ 3.135,00)	162	32
	4°	59	11		De 3 a 4,5 salários (de R\$ 3.135,00 a R\$ 4.702,50)	42	9
	5° e 6°	50	10		De 4,5 a 6 salários (de R\$ 4.702,50 a R\$ 6.270,00)	58	11
	6° em diante	124	25		De 6 a 10 salários (de R\$ 6.270,00 a R\$ 10.450,00)	55	11
					De 10 a 30 salários (de R\$ 10.450,00 a R\$ 31.350,00)	41	8
Experiência anterior com ensino a distância	Sim	132	26	Acima de 30 salários (mais de de R\$ 31.350,00)	4	1	
	Não	375	74				
Trabalhou durante o ERE	Sim	132	26	Recebeu auxílio ou suporte material da universidade	Sim	131	26
	Não	375	74		Não	376	74
Moradia durante o ERE	Residência familiar	442	87	Possui espaço específico para estudar	Sim	338	67
	Residência estudantil	49	10		Não	169	33
	Outro lugar	16	3				
Filho(s)	Sim	17*	3	Filho depende de você para realizar as tarefas escolares	Sim	11**	2
	Não	490	97		Não	6	98

*Sendo 12 (sexo feminino) e 5 (sexo masculino)

**Dentre estes respondentes, 9 deles têm 2 filhos e os demais, um filho.

Fonte: A autora.

PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS DURANTE O DOUTORADO

The current issue and full text archive of this journal is available on Emerald Insight at:
<https://www.emerald.com/insight/2046-9012.htm>

E-learning training in work corporations: a review on instructional planning

Renata Mafra Kaier Carlos Eduardo Sanches Silva and
Anderson Paulo de Pavia
Institute of Industrial Engineering Federal University of Taubaté
Taubaté, São Paulo, Brazil
Thales Erbini
Department of Psychology and Education University of São Paulo
Ribeirão Preto, Brazil

E-learning
training in
work
corporations

Received 27 August 2019
Revised 17 January 2020
14 February 2020
27 February 2020
Accepted 1 March 2020

Abstract

Purpose The main purpose of this work is a bibliometric and descriptive review of the literature on instruction planning of training offered in the e-learning modality in work corporations to identify methodologies and experiences that will serve as a model for professionals working in planning e-learning training in the corporate context.

Design/methodology/approach The timeline from 2010 to 2020 was adopted. Data were extracted from five databases and were compiled in the software CiteSpace, based on predefined criteria. 260 productions were identified. The interrelation and metric presentation of the data from these studies were done in the software Gephi. Subsequently, only free access papers resulting in 64 publications. From these, we chose 6 empirical studies for a descriptive analysis based on specific criteria.

Findings The range of hardware and software platforms has stimulated the use of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) resources in corporate training. The use of management tools such as Voice of Customer (VOC) and Quality Function Deployment (QFD) can support those responsible for instructional planning. The literature presented important elements that should be considered for the proper planning of an e-learning training: learner; feedback; control of self-learning; process; classification of cultural profiles in the case of courses in which participants are geographically distant and training management; content and delivery mode of instruction.

Originality/value We selected 6 empirical studies that presented models, systems or experiences on training planning to support decisions in this area. This article contributes to the area of T&D showing an updated context of practices for the implementation of training systems that have been adopted in several countries, and presents quantitative indicators of scientific production using two additional software tools to support the bibliometric review: CiteSpace and Gephi. This article used five databases and a research equation to systematically present the current panorama of research on training planning from the perspective of the areas of management and organizational psychology.

Keywords Training and development; Distance education; Software; Training planning; Organizational Psychology; People management

Paper type Literature review

The research landscape on Training and Development (T&D) started to take shape in the 1970s. The construction of this field of knowledge is multidisciplinary, complex and still emerging, with gaps in relation to empirical research that create, evaluate and validate



European Journal of Training and
Development
Emerald Publishing Limited
2046-9012
DOI: 10.1108/EJTD-08-2019-0149

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340953231>

Project-Based Learning with Industry as a Learning Strategy for Improvement Engineering Education

Conference Paper · April 2020

DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125195

CITATIONS

0

READS

9

5 authors, including:



Ricardo Luiz Perez Teixeira
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

94 PUBLICATIONS 77 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Priscilla Silva
University of Lisbon

39 PUBLICATIONS 22 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Max Leandro de Araújo Brito
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

45 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Betânia Mafra
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

6 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Metallic character, properties and computational simulations [View project](#)



Numerical Analysis of the Thermal and Aerodynamic Influence in an Automotive Exhaust System Using Computational Fluid Dynamics [View project](#)

Project-Based Learning with Industry as a Learning Strategy for Improvement Engineering Education

Ricardo Luiz Perez Teixeira
Engenharias Integradas da
Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil
ricardo.l Luiz@unifei.edu.br

Priscilla Chantal Duarte Silva
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas
da Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil
priscillachantal@unifei.edu.br

Ricardo Shitsuka
Engenharias Integradas da
Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil
ricardoshitsuka@unifei.edu.br

Max Leandro de Araújo Brito
Universidade do Rio Grande do Norte
Programa de pós-graduação em
Administração, CERES
Caicó, Brazil
maxlabrito@gmail.com

Betânia Mafra Kaizer
Instituto de Física e Química
Doutoramento em Engenharia de
Produção, Universidade Federal de
Itajubá)
Itajubá, Brazil
betaniamafra@unifei.edu.br

Palloma da Costa e Silva
Instituto de Ciências Sociais da
Universidade de Lisboa
Doutoramento em Alterações
Climáticas e Políticas de
Desenvolvimento Sustentável
Lisboa, Portugal
palloma.silva@hotmail.com

Abstract— Developing competences for project-solving has been an academic concern. The objective of this study is to verify the efficacy of Project Based Learning (PBL) as a motivational tool. The proposal is to apply the PBL to solve real problems of a Metal / Mechanics industry with students of Materials Engineering. We used a survey methodology to analyze the efficacy of PBL for improving the learning process. The proposal comprises of two phases: (i) understanding the industry problem (ii) presenting the solution. The study revealed that the interaction between university and industry has increased student's self-confidence and opened up new partnerships.

Keywords— *project-based learning, engineering education, industrial engineering, university-business, cooperation, action research.*

I. INTRODUCTION

The integration of the PBL with projects or problems in the industry provides conditions for students to develop self-learning interpersonal skills. The adequate educational approach to teaching and learning by the PBL improves students' ability to acquire and apply knowledge in real situations, preparing them to meet the required competencies that meet the current demands in companies as well as academics. The learning preferences of students can influence the effectiveness of the application of PBL for learning and therefore should be taken into consideration when designing a course which deals with industry problems, as in a Lean Manufacturing Course [1].

The PBL in a learning factory can be applied for an engineering course in order to educate engineers that comply with requirements in the modern manufacturing environment and its new competences: creating self-directed learners with a holistic, cross-disciplinary and systems-view on design, operation, and improvement of manufacturing systems that are rapidly changeable in accordance with markets, products, and technologies [2].

II. METHODOLOGY

A. Action Resarch as an intevention

This study was based on a survey-type research method, in the form of a questionnaire. This questionnaire was applied

to a Materials Engineering Undergraduate Student group of a brazilian university, to understand the student's expectations and motivations about the course and area of study. performance. The class was divided into two teams, which were presented with real problems of a Metal / Mechanics industry so that they could propose technical solutions to such problems. For this, action research was used to solve industry problems as a technical-scientific intervention.

The intervention proposal adopted by this study was action research. The objective was to propose a change in the Materials Engineering teaching method and the expectation that a more active practice would favor a greater motivation on the students. We hypothesized that dealing with real industry problems would get the students more interested in the course. The action research is a type of research that closely resembles an action or solution to a collective problem. The participants analyze the situation of reality and research solutions of cooperative and participative movement [3]. The stages of the intervention were:

I. There will be offered two real problems of a metal/mechanics industry (the Company) that has a correlation with the discipline's contents and with the area of "Sciences and Engineering of Materials";

II. At first, the engineer responsible for the company will make a brief presentation of the Company and its problems so that the students can act directly on their solutions;

III. The teacher will divide the class into two groups of students, each of which will be responsible for one of the two problems presented by the company;

IV. The students will make a survey of the human resources, strategies of action, samples and materials, the tooling and the analysis needed to solve the problem;

V. The students will make an oral presentation (by video conference) of the proposed resolution of the problem to the Company;

VI. The company, along with the teachers involved, will give feedback to the students by making necessary adjustments and corrections; Note: The students are expected to visit the Company to recognize problems in-loco and to

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340953214>

Project Based Learning in Engineering Education in Close Collaboration with Industry

Conference Paper · April 2020

DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125341

CITATIONS

0

READS

9

6 authors, including:



Ricardo Luiz Perez Teixeira
Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

94 PUBLICATIONS 77 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Priscilla Silva
University of Lisbon

39 PUBLICATIONS 22 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ricardo Shitsuka
Universidade Federal de Itajubá e Universidade Federal Fluminense

67 PUBLICATIONS 46 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Max Leandro de Araújo Brito
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

45 PUBLICATIONS 12 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Science and Education View project



Educação e Ensino View project

Project Based Learning in Engineering Education in Close Collaboration with Industry

Ricardo Luiz Perez Teixeira
*Engenharias Integradas da
Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil*
ricardo.l Luiz@unifei.edu.br

Priscilla Chantal Duarte Silva
*Instituto de Ciências Puras e Aplicadas
da Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil*
priscillachantal@unifei.edu.br

Ricardo Shitsuka
*Engenharias Integradas da
Universidade Federal de Itajubá
Curso de Engenharia dos Materiais
Itabira, Brazil*
ricardoshitsuka@unifei.edu.br

Max Leandro de Araújo Brito
*Universidade do Rio Grande do Norte
Programa de pós-graduação em
Administração, CERES
Caicó, Brazil*
maxlabrito@gmail.com

Betânia Mafra Kaizer
*Instituto de Física e Química
Doutoramento em Engenharia de
Produção, Universidade Federal de
Itajubá)*
Itajubá, Brazil
betaniamafra@unifei.edu.br

Palloma da Costa e Silva
*Instituto de Ciências Sociais da
Universidade de Lisboa
Doutoramento em Alterações
Climáticas e Políticas de
Desenvolvimento Sustentável
Lisboa, Portugal*
palloma.silva@hotmail.com

Abstract— Developing competences for project-solving has been an academic concern. The objective of this study is to verify the efficacy of Project Based Learning (PBL) as a motivational tool. The proposal is to apply the PBL to solve real problems of a Metal / Mechanics industry with students of Materials Engineering. We used a survey methodology to analyze the efficacy of PBL for improving the learning process. The proposal comprises of two phases: (i) understanding the industry problem (ii) presenting the solution. The study revealed that the interaction between university and industry has increased student's self-confidence and opened up new partnerships.

Keywords— *project-based learning, engineering education, industrial engineering, university-business, cooperation, action research.*

I. INTRODUCTION

The integration of the PBL with projects or problems in the industry provides conditions for students to develop self-learning interpersonal skills. The adequate educational approach to teaching and learning by the PBL improves students' ability to acquire and apply knowledge in real situations, preparing them to meet the required competencies that meet the current demands in companies as well as academics. The learning preferences of students can influence the effectiveness of the application of PBL for learning and therefore should be taken into consideration when designing a course which deals with industry problems, as in a Lean Manufacturing Course [1].

The PBL in a learning factory can be applied for an engineering course in order to educate engineers that comply with requirements in the modern manufacturing environment and its new competences: creating self-directed learners with a holistic, cross-disciplinary and systems-view on design, operation, and improvement of manufacturing systems that are rapidly changeable in accordance with markets, products, and technologies [2].

II. METHODOLOGY

A. Action Resarch as an intevention

This study was based on a survey-type research method, in the form of a questionnaire. This questionnaire was applied

to a Materials Engineering Undergraduate Student group of a Brazilian university, to understand the student's expectations and motivations about the course and area of study. performance. The class was divided into two teams, which were presented with real problems of a Metal / Mechanics industry so that they could propose technical solutions to such problems. For this, action research was used to solve industry problems as a technical-scientific intervention.

The intervention proposal adopted by this study was action research. The objective was to propose a change in the Materials Engineering teaching method and the expectation that a more active practice would favor a greater motivation to the students. We hypothesized that dealing with real industry projects or problems would get the students more interested in the course. The action research is a type of research that closely resembles an action or solution to a collective problem. The participants analyze the situation of reality and research solutions of cooperative and participative movement [3]. The stages of the intervention were:

I. There will be offered two real problems of a metal/mechanics industry (the Company) that has a correlation with the discipline's contents and with the area of "Sciences and Engineering of Materials";

II. At first, the engineer responsible for the company will make a brief presentation of the Company and its problems so that the students can act directly on their solutions;

III. The teacher will divide the class into two groups of students, each of which will be responsible for one of the two problems presented by the company;

IV. The students will make a survey of the human resources, strategies of action, samples and materials, the tooling and the analysis needed to solve the problem;

V. The students will make an oral presentation (by video conference) of the proposed resolution of the problem to the Company;

VI. The company, along with the teachers involved, will give feedback to the students by making necessary adjustments and corrections; Note: The students are expected to visit the Company to recognize problems in-loco and to