

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

ÍTALO RODRIGO DA SILVA ARRUDA

**PERCEPÇÃO DE CARGA DE TRABALHO NO
ENVIO DE FEEDBACK PARA DASHBOARDS E
LEARNING ANALYTICS: UM EXPERIMENTO
CONTROLADO COM PROFESSORES.**

MACEIÓ, AL
NOVEMBRO - 2023

ÍTALO RODRIGO DA SILVA ARRUDA

**PERCEPÇÃO DE CARGA DE TRABALHO NO
ENVIO DE FEEDBACK PARA DASHBOARDS E
LEARNING ANALYTICS: UM EXPERIMENTO
CONTROLADO COM PROFESSORES.**

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre pelo
Programa de Pós-Graduação em Informática
do Instituto de Computação da Universidade
Federal de Alagoas.

Orientador: Prof. Dr. Diego Dermeval
Medeiros da Cunha Matos

MACEIÓ, AL
NOVEMBRO - 2023

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 - 1767

A779p Arruda, Ítalo Rodrigo da Silva.

Percepção de carga de trabalho no envio de *feedback* para *dashboards* e Learning Analytics : um experimento controlado com professores / Ítalo Rodrigo da Silva Arruda. – 2023.
127 f. : il.

Orientador: Diego Dermeval Medeiros da Cunha Matos.
Dissertação (mestrado em informática) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 107-112.
Anexos: f. 113-127.

1. Teoria da carga de cognitiva. 2. NASA TLX. 3. Ambiente educacional.
4. Learning Analytics. I. Título.

CDU: 004.81



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL
Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGI
Instituto de Computação/UFAL
Campus A. C. Simões BR 104-Norte Km 14 BL 12 Tabuleiro do Martins
Maceió/AL - Brasil CEP: 57.072-970 | Telefone: (082) 3214-1401



Folha de Aprovação

ITALO RODRIGO DA SILVA ARRUDA

PERCEPÇÃO DE CARGA DE TRABALHO NO ENVIO DE FEEDBACK PARA DASHBOARDS E LEARNING ANALYTICS: UM EXPERIMENTO CONTROLADO COM PROFESSORES

Dissertação submetida ao corpo docente do
Programa de Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal de Alagoas e aprovada em
22 de novembro de 2023.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
DIEGO DERMEVAL MEDEIROS DA CUNHA MATOS
Data: 21/12/2023 10:59:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. DIEGO DERMEVAL MEDEIROS DA
CUNHA MATOS**
UFAL – Faculdade de Medicina
Orientador



Documento assinado digitalmente
RAFAEL DE AMORIM SILVA
Data: 20/12/2023 15:48:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RAFAEL DE AMORIM SILVA
UFAL – Instituto de Computação
Examinador Interno



Documento assinado digitalmente
RANILSON OSCAR ARAÚJO PAIVA
Data: 16/12/2023 23:30:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RANILSON OSCAR ARAÚJO PAIVA
UFAL – Instituto de Computação
Coorientador



Documento assinado digitalmente
HELENA MACEDO REIS
Data: 19/12/2023 12:45:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. HELENA MACEDO REIS
UFPR- Universidade Federal do Paraná
Examinador Externo

Dedico este trabalho à minha querida mãe, cujo amor e apoio incondicional têm sido minha luz constante, e ao meu orientador, cuja orientação atenciosa e estímulo contínuo inspiraram cada passo desta jornada.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus, pois, sem Sua bênção e vontade, nenhuma página desta jornada teria sido escrita. Às âncoras da minha vida, meus pais Maria Aparecida da Silva e Rivaldo José de Arruda, que não apenas investiram na minha educação, mas também me ensinaram a beleza do aprendizado como uma ferramenta para superação e triunfo.

À minha noiva Jhennifer Priscila, cujo amor e apoio foram meu farol, mesmo distante. Ela caminhou ao meu lado, a cada passo, com paciência inabalável e um amor que sempre me fortaleceu.

Estendo minha gratidão à incrível comunidade do curso de Informática do IFAL Palmeira dos Índios. Eles não apenas me acolheram, mas também acreditam fervorosamente em minha aspiração de alcançar o mestrado.

Ao meu orientador, Diego Dermeval, sou eternamente grato por sua confiança e por abraçar a minha jornada acadêmica com tamanha dedicação, mesmo diante de uma agenda tão exigente. Estendo meu agradecimento a todos os docentes do curso, cuja paixão e empenho em ensinar moldaram a base sólida de minha formação.

Por último, mas certamente não menos importante, meu coração se enche de gratidão a todos que cruzaram meu caminho - colegas, professores, alunos e amigos. Vocês não apenas acreditaram em meus sonhos, mas também me deram o suporte e a fé de que, juntos, poderíamos transformá-los em realidade.

"A maior necessidade do mundo é a de homens — homens que se não comprem nem se vendam; homens que no íntimo da alma sejam verdadeiros e honestos; homens que não temam chamar o pecado pelo seu nome exato; homens, cuja consciência seja tão fiel ao dever como a bússola o é ao pólo; homens que permaneçam firmes pelo que é reto, ainda que caiam os céus."Ellen G. White

Resumo

O e-learning tem utilizado tecnologias de informação para potencializar a educação via internet. Com um aumento de 87% nas matrículas em Educação a Distância desde 2014, a modalidade ultrapassou o ensino presencial em oferta de vagas desde 2020, refletindo a adaptabilidade das instituições ao mundo digital. Assim, os professores têm enfrentado desafios referente ao aumento da carga de trabalho devido à gestão das interações nos ambientes virtuais. Nesse contexto, essa dissertação investiga qual a percepção dos docentes em relação ao seu esforço cognitivo e tempo de dedicação na criação e envio de feedbacks em uma plataforma educacional simulada por meio da Inteligência Artificial e Learning Analytics. Este estudo irá comparar três grupos de professores, utilizando um dos ambientes (manual - AM, automatizado - AA e semi-automatizado - AS) de acompanhamento de uma plataforma educacional simulada. O intuito é otimizar o processo educacional, tornando a gestão de feedbacks mais eficiente, sem sobrecarregar os profissionais da educação. Neste estudo, 98 docentes participantes avaliaram aleatoriamente através de um questionário qual é a sua percepção de esforço cognitivo e tempo dedicado para a criação e envio de feedback para alunos na plataforma. Foi aplicado diversos testes estatísticos, como Kolmogorov-Smirnov e Levene, visando compreender a distribuição dos dados, bem como o NASA TLX foi utilizado para avaliar a carga de trabalho percebida pelos docentes. Os resultados revelaram que o teste de ANOVA destacou discrepâncias em certos ambientes e fatores. Na avaliação geral, verificou-se uma diferença estatística significativa entre os AM e AA, tendo o p-valor= 0,060 e entre os mesmos ambientes, sob o p-valor= 0,065 para as dimensões de demanda física e temporal, respectivamente, abaixo do limiar de p-valor=0,1. Ao avaliar os professores por gênero, para as mulheres verificou-se uma diferença estatística significativa entre os AS e AM, tendo o p-valor de 0,053 e entre os ambos os gêneros para o AS, sob o p-valor de 0,046 para a dimensão de demanda física. O AS na maioria dos testes ficava entre o AA e o AM. Notavelmente, o AA influenciou certos aspectos em comparação ao AM. A pesquisa sugere que o tipo de ambiente de feedback pode afetar a carga de trabalho dos docentes, variando de acordo com fatores específicos e independente do gênero.

Palavras-chaves: Teoria da Carga de Cognitiva. NASA TLX. Ambientes Educacionais. Learning Analytics.

Abstract

E-learning has used information technologies to enhance education via the internet. With an 87% increase in enrollments in Distance Education since 2014, the modality has surpassed face-to-face teaching in terms of vacancies since 2020, reflecting the adaptability of institutions to the digital world. Thus, teachers have faced challenges regarding increased workload due to managing interactions in virtual environments. In this context, this dissertation investigates the perception of teachers in relation to their cognitive effort and time dedicated to creating and sending feedback on an educational platform simulated through Artificial Intelligence and Learning Analytics. This study will compare three groups of teachers, using one of the environments (manual - AM, automated - AA and semi-automated - AS) to monitor a simulated educational platform. The aim is to optimize the educational process, making feedback management more efficient, without overloading education professionals. In this study, 98 participating teachers randomly assessed their perception of cognitive effort and time dedicated to creating and sending feedback to students on the platform through a questionnaire. Several statistical tests were applied, such as Kolmogorov-Smirnov and Levene, aiming to understand the distribution of data, and NASA TLX was used to evaluate the workload perceived by teachers. The results revealed that the ANOVA test highlighted discrepancies in certain environments and factors. In the general assessment, there was a significant statistical difference between AM and AA, with $p\text{-value} = 0.060$ and between the same environments, with $p\text{-value} = 0.065$ for the dimensions of physical and temporal demand, respectively, below the $p\text{-value threshold} = 0.1$. When evaluating teachers by gender, for women there was a significant statistical difference between AS and AM, with a $p\text{-value}$ of 0.053 and between both genders for AS, with a $p\text{-value}$ of 0.046 for the dimension of physical demand. The AS in most tests was between AA and AM. Notably, AA influenced certain aspects compared to AM. Research suggests that the type of feedback environment can affect teachers' workload, varying according to specific factors and regardless of gender.

Keywords: Cognitive Load Theory, NASA TLX, Educational Environments, Learning Analytics.

Lista de Figuras

1	Municípios com alunos matriculados com Polos EaD - Brasil 2014 e 2022 .	11
2	Número de vagas oferecidas em cursos de graduação, por modalidade de ensino - Brasil 2014 e 2022	11
3	Número de matrículas em cursos de graduação, por modalidade do ensino - Brasil 1998 e 2022	12
4	Número de ingressantes em curso de graduação - Brasil 2012 e 2022	13
5	Razão aluno-docente na educação superior de graduação por rede e modalidade de ensino - Brasil 2022	13
6	Protótipo do Ambiente Manual - Tela Inicial	40
7	Protótipo do Ambiente Manual - Tela de envio de Feedback	41
8	Protótipo do Ambiente Automatizado - Tela de envio de Feedback	42
9	Protótipo do Ambiente Semi-automatizado - Tela de envio de Feedback . .	44
10	Fases contempladas no Estudo Experimental	49
11	Convite para participação do experimento	50
12	Site inicial que redireciona para um dos três ambientes possíveis	51
13	Site inicial que redireciona para um dos três ambientes possíveis	52
14	Painel do Ambiente Manual - Visão Inicial	55
15	Painel do Ambiente Manual - Áreas do Painel	56
16	Painel do Ambiente Manual - Visão do Envio de Feedback	57
17	Painel do Ambiente Manual - Confirmação do Envio do Feedback Individual	57
18	Painel do Ambiente Automático - Visão Inicial	58
19	Painel do Ambiente Automático - Painel Docente	59
20	Painel do Ambiente Automático - Visão do Envio de Feedback	60
21	Painel do Ambiente Automático - Confirmação do Envio em lote	60
22	Painel do Ambiente Semi-automatizado - Visão Inicial	61
23	Painel do Ambiente Semi-automatizado - Painel Docente	62
24	Painel do Ambiente Semi-automatizado - Visão do Envio de Feedback . . .	63
25	Painel do Ambiente Semi-automatizado - Confirmação do Envio em Grupo	63
26	Passa-a-passos desde a coleta até o resultado das hipóteses	69

27	Gráfico Violin Plot das dimensões por Ambiente	79
28	Gráfico Violin Plot das dimensões por Ambiente por Gênero	81
29	Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente	82
30	Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente para o Gênero Masculino .	83
31	Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente para o Gênero Feminino . .	83
32	Resultado do Teste NASA TLX por Ambiente	84

Lista de Tabelas

1	Principais Teorias de Feedback	24
2	Detalhamento dos aspectos do NASA TLX com exemplos	26
3	Tipos de Carga Cognitiva e Suas Aplicações	28
4	Resumo das categorias desta pesquisa	39
5	Conversão das perguntas do questionário de percepção em código	65
6	Frequências por Ambiente	70
7	Frequências por Gênero por Ambiente	70
8	Estatísticas descritivas da Percepção do Tempo de Trabalho dos Professores em Relação a Produtividade e Eficiência	73
9	Percepção do Professor do Tempo de Dedicação em relação à Produtividade nos Ambientes (TMP-01)	74
10	Percepção do Professor do Tempo de Dedicação em relação a Eficiência nos Ambientes(TMP-02)	75
11	Estatísticas descritivas da Percepção do Tempo de Trabalho dos Professores em Relação a Produtividade e Eficiência	76
12	Percepção do Professor do Esforço Cognitivo em Relação a Produtividade nos Ambientes(SFR-01)	76
13	Percepção do Professor do Esforço Cognitivo em Relação ao Acompanhamento do Rendimento dos Aluno nos Ambientes (SFR-02)	77
14	Frequência de palavras por ambiente para variável OBJ-01	78
15	Frequência de palavras por ambiente para variável OBJ-02	78
16	Resultados dos Testes de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e Homogeneidade das Variâncias(Levene)	86
17	Teste ANOVA nas variáveis NASA TLX por Ambiente	87
18	Resultados ajustados dos testes de Tukey e Bonferroni	88
19	Resultados da ANOVA para a interação entre ambiente e gênero nas variáveis dependentes do NASA TLX.	88
20	Resultado do Teste de Tukey HSD para o fator Demanda Física NASA TLX por ambiente por gênero	90

Siglas

AA Ambiente Automatizado.

AM Ambiente Manual.

AS Ambiente Semi-automatizado.

EaD Educação a Distância.

IA Inteligência Artificial.

IE Inteligência Humana.

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

LA Learning Analytics.

NASA NASA Task Load IndeX.

TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contexto e Motivação	10
1.2	Problema	15
1.2.1	Problema de Negócio	17
1.2.2	Problema Técnico	17
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivo Específico	17
1.4	Justificativa	18
1.5	Organização do Trabalho	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	<i>Dashboards</i> e visualização de Dados Educacionais	20
2.2	Learning Analytics	21
2.3	Feedback na Educação	23
2.4	Teste NASA <i>Task Load Index</i>	25
2.5	Teoria da Carga Cognitiva	27
3	TRABALHOS RELACIONADOS	30
3.1	Percepção de Carga de Trabalho na Recomendação de Recursos Educacionais Apoiada por Inteligência Artificial - Um Experimento Controlado com Professores	30
3.2	<i>Visualizations and Dashboards for Learning Analytics: A Systematic Literature Review</i>	33
3.3	<i>Video-Based Feedback on Student Work: An Investigation into the Instructor Experience, Workload, and Student Evaluations</i>	35
4	METODOLOGIA	39
4.1	Proposta	39
4.2	Protótipo do Ambiente Manual	40
4.3	Protótipo do Ambiente Automatizado	42

4.4	Protótipo do Ambiente Semi-Automatizado	43
5	EXPERIMENTO	45
5.1	Escopo	45
5.2	Hipóteses	45
5.3	Seleção dos Sujeitos	46
5.4	Fases do Experimento	48
5.4.1	Fase 1 - Seleção dos participantes	48
5.4.2	Fase 2 - Preparação	51
5.4.3	Fase 3 - Dados pessoais	52
5.4.4	Fase 4 - Conceitos Básicos	53
5.4.5	Fase 5 - Instruções do Questionário	54
5.4.6	Fase 6 - Questionários de percepção	64
5.4.7	Fase 7 - Processo da Coleta de dados	64
5.4.8	Fase 8 - Análise dos dados	66
5.4.9	Fase 9 - Apresentação de resultados	66
5.4.10	CrITÉRIOS de Inclusão	66
5.4.11	CrITÉRIOS de Exclusão	66
5.5	Riscos	66
5.6	BenefÍcios	67
5.7	Dados Utilizados no Caso de Uso	67
5.8	Metodologia de Análise de Dados	68
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
6.1	Análises Qualitativa dos Ambientes	70
6.1.1	Análise dos dados obtidos a partir do questionário de percepção docente (Escala Likert)	72
6.2	Análise Exploratória de Dados	75
6.3	Análise Quantitativa dos Ambientes	84
6.3.1	Análise prévia dos Dados	85
6.3.2	Testes de Hipóteses	90
6.3.3	Resultados das Hipóteses	91

6.4	Discussões	92
6.4.1	Discussão das estatísticas descritivas e análise qualitativa	92
6.4.2	Discussão da análise exploratória	96
6.4.3	Discussão da análise quantitativa	98
6.4.4	Discussão dos resultados em relação aos trabalhos relacionados . . .	100
7	CONCLUSÃO	103
7.1	Limitações	104
7.2	Trabalhos Futuros	105
A	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)	113
B	ANEXO B - QUESTIONÁRIO CONCEITOS BÁSICOS	118
C	ANEXO C - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO	120
D	ANEXO D - QUESTIONÁRIO NASA/TLX	123

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar o trabalho de dissertação de mestrado desenvolvido. Para tal o capítulo discorre, na Seção 1.1, uma breve contextualização sobre a educação em ambientes virtuais, a Seção 1.2 apresenta o problema de pesquisa que estimula a realização do trabalho, a Seção 1.3 define o objetivo geral e os específicos deste trabalho, a Seção 1.4 descreve a justificativa desta projeto de pesquisa e, finalmente, a Seção 1.5 explica sobre a organização desta dissertação.

1.1 Contexto e Motivação

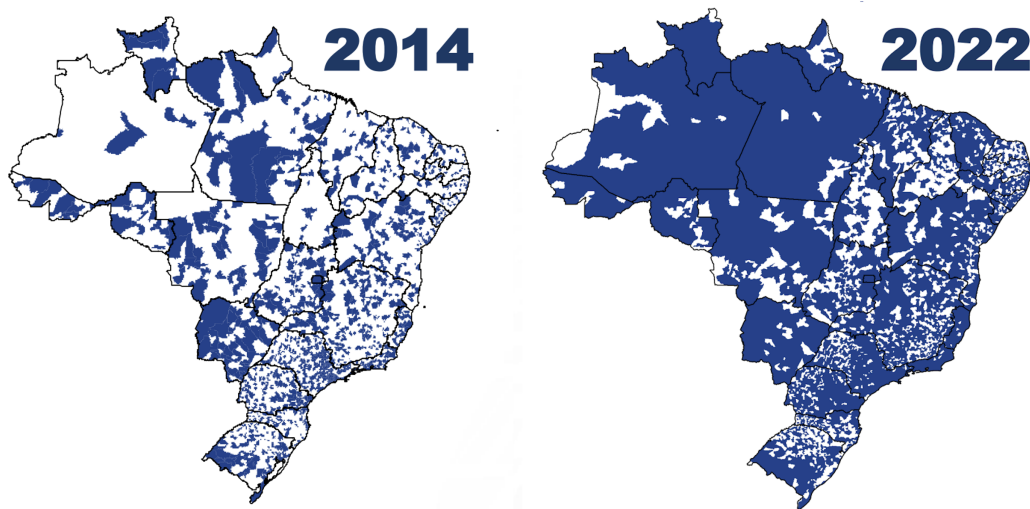
O ensino eletrônico, também conhecido como e-learning, é um modelo de ensino baseado na Internet que utiliza tecnologias de informação para facilitar a comunicação e compartilhamento de conteúdo, com o objetivo de aprimorar os processos de ensino e aprendizagem (MOTHIBI, 2015). Esse modelo oferece uma ampla variedade de ferramentas, tanto síncronas quanto assíncronas, que possibilitam atividades individuais e em grupo para os alunos, além de permitir um acompanhamento contínuo por parte dos professores e da gestão pedagógica.

O aumento significativo na demanda por cursos on-line está diretamente relacionado ao crescimento exponencial da Educação a Distância (EaD). Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) de 2022¹, a matrícula na EaD teve um aumento de 87% em comparação ao ano de 2014. Esse crescimento pode ser observado na Figura 1. A expansão da EaD teve vários fatores, incluindo a oferta de cursos por instituições de ensino superior e a busca de estudantes por opções flexíveis de aprendizado.

Além disso, a modalidade de ensino EaD tem superado a presencial em termos de oferta de vagas desde 2020, como evidenciado na Figura 2. Esse aumento na oferta de vagas, especialmente durante a pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19), reflete a adaptação de diversos setores, incluindo o educacional, ao ambiente virtual para garantir a continuidade das atividades. O ensino superior não foi exceção, experimentando um crescimento exponencial

¹Censo disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior/resultados>

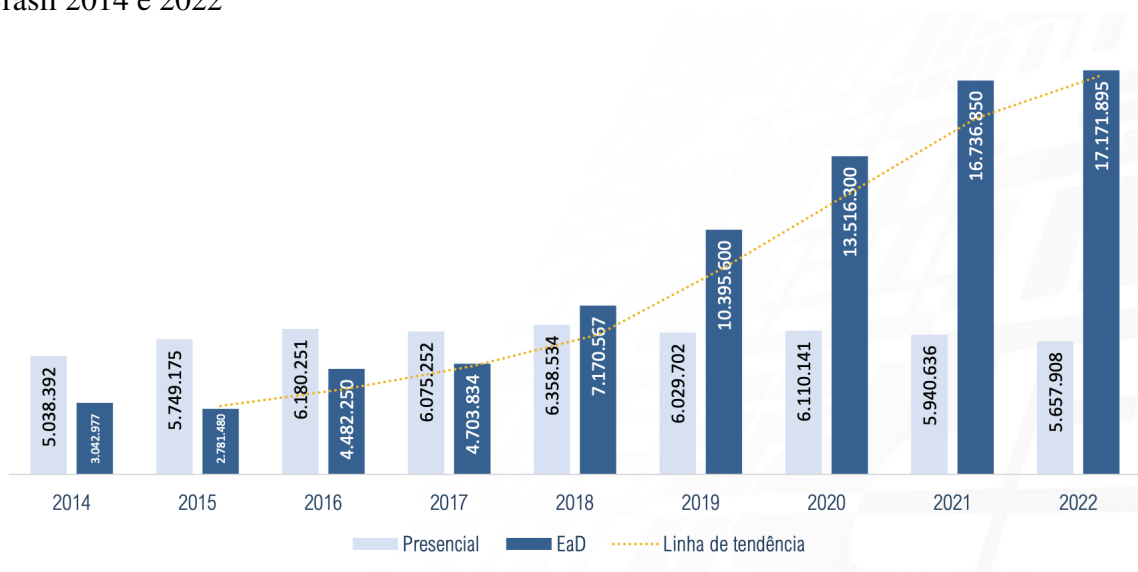
Figura 1: Municípios com alunos matriculados com Polos EaD - Brasil 2014 e 2022



Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior(2023)

durante esse período.

Figura 2: Número de vagas oferecidas em cursos de graduação, por modalidade de ensino - Brasil 2014 e 2022

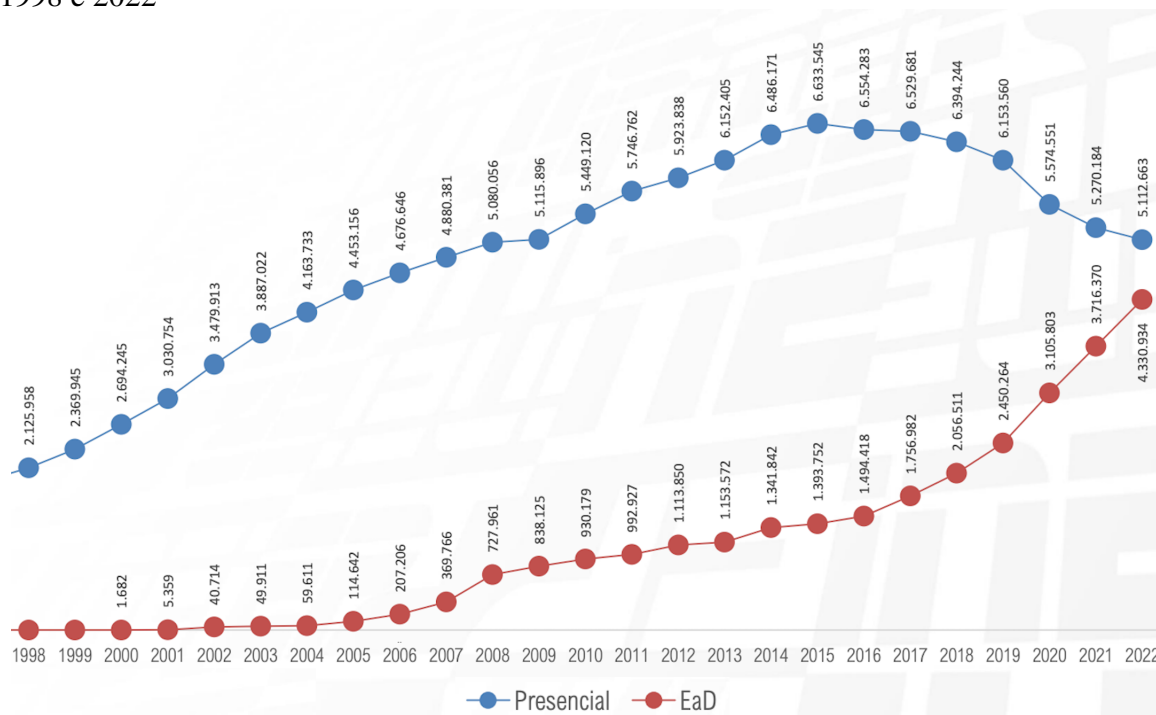


Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior(2023)

Diante da significativa oferta de vagas e das circunstâncias decorrentes do isolamento social, as matrículas em cursos de graduação na modalidade EaD experimentaram um crescimento notável, seguindo uma tendência que se manifestava desde 2016. Caso essa tendência prossiga, é esperado que, até o ano de 2023, o contingente de estudantes matriculados

em cursos a distância supere em número aqueles matriculados em cursos presenciais. Este cenário pode ser visualizado na Figura 3, que representa a linha de tendência desse processo.

Figura 3: Número de matrículas em cursos de graduação, por modalidade do ensino - Brasil 1998 e 2022



Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior(2023)

Devido ao crescimento significativo no número de novos estudantes em cursos de graduação a distância, ultrapassando a marca histórica de 3 milhões em 2022, surge a necessidade de avaliar a qualidade do ensino oferecido nessa modalidade. Este aumento expressivo é claramente ilustrado na 4 , que mostra o crescimento na oferta de vagas.

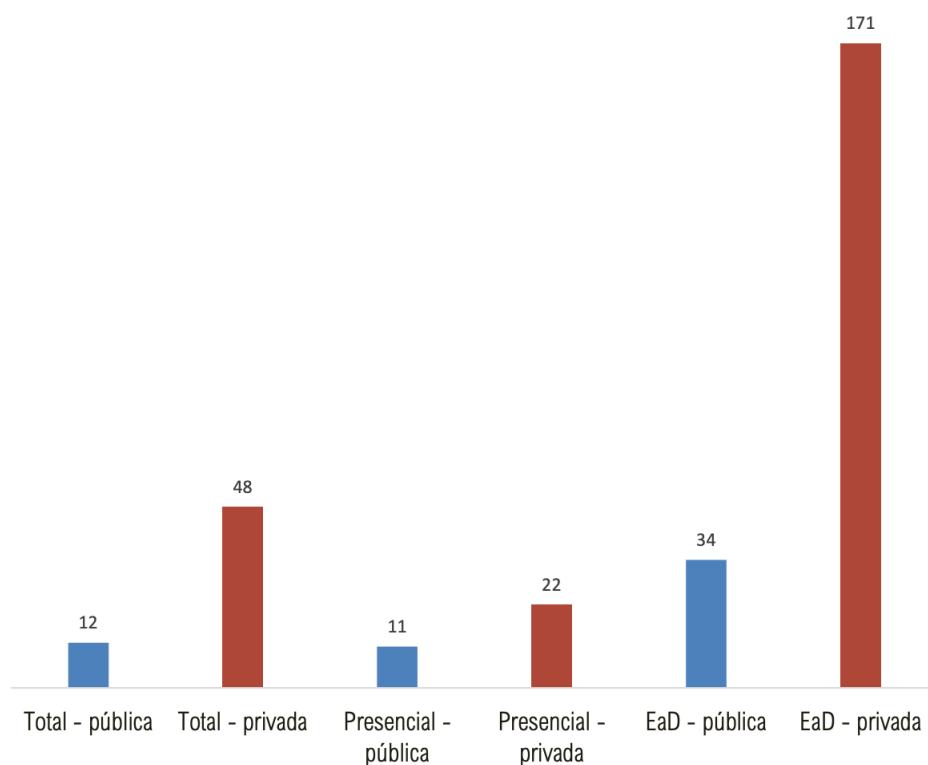
No intuito de mensurar a qualidade do ensino, uma análise da relação aluno-professor foi conduzida, comparando a modalidade EaD com a modalidade presencial. Verificou-se que, na EaD, essa proporção chega a ser aproximadamente 3 vezes maior na rede pública e quase 8 vezes maior na rede privada em comparação com a modalidade presencial, resultando em uma relação de 171 alunos para cada professor, como evidenciado na Figura 5.

Figura 4: Número de ingressantes em curso de graduação - Brasil 2012 e 2022



Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior(2023)

Figura 5: Razão aluno-docente na educação superior de graduação por rede e modalidade de ensino - Brasil 2022



Fonte: MEC/Inep; Censo da Educação Superior(2023)

A expansão do ensino a distância trouxe consigo um aumento significativo na carga de trabalho dos professores, que desempenham um papel fundamental no apoio aos alunos em sua busca pelo conhecimento. Nos ambientes virtuais, nos quais grande parte da interação ocorre por meio de fóruns e chats, os professores desempenham um papel central no auxílio aos estudantes no processo de construção do conhecimento. O feedback é um componente intrínseco do ensino eficaz, exigindo a aplicação de habilidades cognitivas dos professores para atender às necessidades individuais dos alunos. No entanto, o grande volume de postagens nesses ambientes tem sobrecarregado os tutores, tornando desafiador responder às perguntas dos alunos de maneira rápida e satisfatória.

Com o propósito de aliviar essa sobrecarga de trabalho, técnicas de Inteligência Artificial (IA) e Mineração de Dados têm sido aplicadas nesse contexto, visando agrupar as postagens em categorias, como perguntas, respostas e opiniões. O resultado desse processamento oferece informações mais organizadas, embora ainda o fluxo de informações possa ser significativo e, em muitos casos, desafiador para um único docente lidar, dependendo da quantidade de postagens a serem respondidas nos grupos criados.

Outra estratégia adotada para aprimorar a organização das informações para os docentes envolve a implementação de painéis de controle (*dashboards*) em conjunto com o uso de Learning Analytics (LA). Esses painéis visuais exibem informações de maneira gráfica, empregando diversos tipos de representações e gráficos, com o propósito de auxiliar os professores na extração de insights e na tomada de decisões sobre quais postagens devem receber prioridade. Além disso, esses painéis podem ser automatizados, simplificando tarefas e respostas frequentemente necessárias em cada curso. Apesar dos benefícios oferecidos por essas funcionalidades para aliviar a carga de trabalho do docente, um desafio significativo reside na curva de aprendizado associada às ferramentas atualmente propostas. Em vez de melhorar o desempenho do professor, a complexidade operacional dessas aplicações pode, em alguns casos, resultar em estresse e confusão.

A complexidade das decisões tomadas pelos professores em ambientes virtuais, especialmente quando combinadas com a integração de LAs e outros recursos educacionais, tem despertado o interesse de pesquisadores na adoção de estratégias combinadas de IA para ampliar a capacidade humana dos professores. Essa abordagem busca criar uma sinergia entre as habilidades inerentemente humanas dos professores, como intuição, improvisação e com-

preensão emocional, e a notável capacidade e rapidez da IA em lidar com dados multidimensionais (PAIVA ; BITTENCOURT, 2020). Essa colaboração entre inteligência humana e artificial, na qual a IA atua como uma assistência em vez de simplesmente automatização, é frequentemente denominada Inteligência Aumentada (CERF, 2013).

O foco deste trabalho está direcionado para a investigação da percepção dos professores em relação a carga de trabalho e ao tempo dedicado ao utilizar uma plataforma educacional que integra a geração automática e personalizada de feedbacks para os alunos, por meio da IA, combinada com a contribuição do professor para os alunos ou grupos de alunos. Essa pesquisa será conduzida por meio de um estudo de caso simulado, visando compreender como os docentes percebem o impacto dessas tecnologias em suas atividades educacionais.

1.2 Problema

Existem desafios a serem enfrentados, tais como: quais métodos podem auxiliar o professor a desempenhar um papel ativo na provisão de feedback aos estudantes em ambientes virtuais, sem acrescentar significativamente à sua carga de trabalho? Ademais, dado o grande volume de recursos e dados a serem gerenciados, como é possível aliviar a carga cognitiva dos docentes que participam ativamente nesses ambientes?

Entre as possíveis soluções propostas, destacam-se as ferramentas de autoria, as quais buscam proporcionar uma abordagem simplificada de design sem requerer habilidades técnicas avançadas por parte dos professores (MATOS et al., 2017). A aplicação de técnicas de inteligência artificial amplia as oportunidades de personalização e acompanhamento dos professores no progresso de seus alunos no uso desses sistemas e, quando combinadas com ferramentas de autoria, têm um considerável potencial para expandir as capacidades de acompanhamento dos alunos pelos docentes (WOOLF, 2010).

Lidar com o feedback em ambientes educacionais virtuais, com o objetivo de motivar e reter os alunos, representa um grande desafio, especialmente considerando o grande número de matriculados e a escassez de tutores disponíveis para oferecer suporte. As dúvidas, perguntas e questionamentos dos alunos chegam em quantidade expressiva, muitas vezes atingindo cifras elevadas. O professor precisa analisar cada um desses elementos antes de fornecer respostas adequadas. Na perspectiva de promover o envolvimento dos estudantes, o docente avalia quais questionamentos merecem prioridade. No entanto, em meio a

um grande volume de mensagens, a identificação das prioridades pode se tornar desafiadora. Através do uso da IA, torna-se possível agrupar as demandas com base nos dados gerados em ambientes educacionais, permitindo ao professor intervir de forma a contribuir para um impacto positivo na construção do conhecimento do aluno durante o processo de ensino/aprendizagem em um domínio específico.

Nesse contexto, pesquisadores têm demonstrado um interesse crescente em fornecer aos professores estratégias para extrair informações dos ambientes virtuais, utilizando a análise das postagens como meio de gerar dados nos ambientes educacionais. O objetivo é aproveitar as habilidades humanas dos professores para responder de maneira mais adequada às demandas dos estudantes. Uma dessas estratégias envolve a utilização de *dashboards* e Learning Analytics para monitorar o desempenho dos alunos. Dessa forma, o professor pode oferecer feedbacks específicos para alunos ou grupos de alunos com dúvidas semelhantes (TENÓRIO et al., 2020).

O feedback personalizado fornecido manualmente pelos professores apresenta tanto vantagens quanto desvantagens. Entre as vantagens, destaca-se a possibilidade de oferecer um feedback mais personalizado aos alunos, especialmente àqueles que compartilham características comuns. No entanto, as desvantagens incluem o esforço cognitivo e o tempo despendido pelo professor na interpretação de dados de uso relacionados à aprendizagem e motivação dos estudantes, bem como na elaboração de feedbacks para múltiplos alunos e/ou grupos. Essas ações podem sobrecarregar o professor e afetar a qualidade das respostas (DANIEL, 2020). Portanto, considerando as possíveis desvantagens citadas, busca-se maneiras de simplificar e automatizar, pelo menos parcialmente, as atividades de intervenção do professor na criação de feedbacks, a fim de permitir um uso mais eficaz dos docentes no processo de ensino em ambientes educacionais.

Conforme apontado por (CUKUROVA et al., 2019), os sistemas de IA na educação podem ser empregados para apoiar os processos de tomada de decisão humana, em vez de simplesmente automatizá-los. Em outras palavras, em um ambiente semi-automatizado, o professor, com o auxílio de sistemas de IA, tem o potencial de ampliar suas capacidades intelectuais em colaborações entre humanos e máquinas. Isso se traduz em uma extensão das habilidades dos professores para fornecer feedback aos alunos ou grupos de alunos com base em seus padrões de interação em plataformas pedagógicas.

Ao analisar os aspectos mencionados, a questão central deste objeto de pesquisa se configura da seguinte forma: **“Qual é a percepção dos professores em relação a carga de trabalho, ao utilizar um ambiente educacional combinando Inteligência Artificial para dar feedback aos estudantes?”**

1.2.1 Problema de Negócio

Quais são formas de desenvolver soluções que permitam aos professores fornecer feedbacks mais eficazes aos alunos sem aumentar significativamente seu esforço? Considerando a diversidade de recursos e informações disponíveis, como otimizar a gestão desses dados de modo a reduzir a carga de trabalho dos educadores na participação ativa em ambiente educacional com Learning Analytics?

1.2.2 Problema Técnico

Como desenvolver uma estratégia híbrido que integre técnicas de IA e com a habilidade humana dos professores, de modo a otimizar e personalizar a criação de feedbacks para alunos e grupos de alunos, reduzindo, assim, a carga de trabalho e o tempo despendido pelos professores no processo?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Investigar, por meio de uma abordagem experimental, a percepção docente quanto a carga de trabalho e ao tempo de dedicação em suas atividades, principalmente na elaboração e envio de feedbacks em três ambientes distintos: AA (Ambiente Automatizado); AM (Ambiente Manual); AS (Ambiente Semi-automatizado).

1.3.2 Objetivo Específico

- Realizar uma revisão sistemática da literatura;
- Desenvolver ambientes para envio de feedbacks fundamentados nos princípios teóricos e práticas identificadas na literatura envolvendo Dashboard e Learning Analytics;

- Analisar a percepção docente em relação a variáveis como demanda mental cognitivo, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração ao interagir com os cenários propostos.

1.4 Justificativa

O crescimento significativo da EaD e a crescente demanda por cursos on-line nos últimos anos são fenômenos que estão transformando o cenário educacional. No entanto, esse aumento na oferta de cursos EaD também trouxe consigo desafios significativos, especialmente no que diz respeito à qualidade do ensino oferecido e à carga de trabalho dos professores que desempenham um papel central na facilitação do aprendizado dos alunos.

Nesse contexto, esta pesquisa se propõe a preencher várias lacunas importantes na literatura e na prática educacional:

- **Feedback Personalizado:** A personalização do feedback é crucial para o aprendizado dos alunos, mas pode ser uma tarefa demorada e desafiadora para os professores. Esta pesquisa busca explorar como a IA pode ser usada para automatizar parcialmente a criação de feedback personalizado, aliviando a carga de trabalho dos docentes.
- **Inteligência Aumentada na Educação:** A colaboração entre inteligência humana e artificial, conhecida como Inteligência Aumentada, é um conceito emergente na educação. Esta pesquisa investigará como essa abordagem pode ser aplicada para melhorar a capacidade dos professores de fornecer feedback aos alunos.
- **Gestão de Dados Educacionais:** O gerenciamento eficiente de grandes volumes de dados em ambientes educacionais é um desafio. Esta pesquisa busca identificar estratégias para otimizar a gestão de dados, reduzindo a carga cognitiva dos professores.
- **Comparação de Ambientes de Feedback:** Esta pesquisa realizará um estudo experimental para comparar diferentes ambientes de feedback (Ambiente Automatizado, Ambiente Manual e Ambiente Semi-automatizado) e analisar a percepção dos professores em relação ao esforço cognitivo e ao tempo dedicado em suas atividades.

1.5 Organização do Trabalho

No Capítulo 2 estão descritos os conceitos que serão a base para a compreensão desta dissertação, tal como a definição de *dashboards* e visualização de Dados Educacionais; *Learning Analytics*; Feedback na Educação; Teste NASA *Task Load Index*; e Teoria da Carga Cognitiva;

Já no Capítulo 3 são apresentados os trabalhos relacionados a este trabalho reportados na literatura acadêmica, alguns clássicos assim como as consideradas em estado da arte.

Por sua vez, Capítulo 4 relata como a proposta apresentada será avaliada e metodologia utilizada.

No Capítulo 5 neste capítulo são detalhadas as fases e execução do experimento proposto.

O Capítulo 6 neste capítulo serão apresentados os resultados e análises estatísticas do experimento aplicado de acordo com as hipóteses levantadas neste projeto de pesquisa.

No Capítulo 7, discorre sobre o fechamento do trabalho com as conclusões, limitações e trabalhos futuros de pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será discorrido todo embasamento teórico dos conceitos utilizados no presente trabalho. Inicialmente será apresentado a parte de *Dashboard* e Visualização de Dados Educacionais (Seção 2.1); *Learning Analytics* (Seção 2.2); Feedback na Educação (Seção 2.3); Teste NASA *Task Load Index* (TLX) (Seção 2.4); Teoria da Carga Cognitiva (Seção 2.5);

2.1 *Dashboards* e visualização de Dados Educacionais

O monitoramento da interação dos alunos com os recursos de aprendizagem tem se mostrado uma ferramenta importante para os educadores no ambiente moderno de ensino. Esse acompanhamento é geralmente realizado através de *dashboards*, painéis de controle que apresentam visualmente uma variedade de informações relacionadas ao aprendizado. Nesses painéis, professores têm acesso a representações gráficas de diversas métricas de interação dos alunos, incluindo tempo gasto em determinados recursos, progresso em relação às metas estabelecidas e padrões de interação com materiais didáticos. Essas visualizações oferecem uma visão clara e concisa do engajamento e progresso dos alunos, permitindo que os educadores identifiquem rapidamente áreas de destaque ou preocupação (PAIVA et al., 2013) (MOLENAAR; CAMPEN, 2017).

A literatura destaca a eficácia e a importância desses painéis de dados de aprendizagem. Estudos têm mostrado que a visualização gráfica de informações de aprendizagem ajuda os professores a compreenderem melhor o desempenho e as necessidades dos alunos (XHAKAJ et al., 2017) (LEEUWEN, 2015). Além disso, quando usados corretamente, esses *dashboards* podem servir como ferramentas valiosas para informar decisões pedagógicas. Eles podem ajudar os professores a identificar onde os alunos podem estar enfrentando desafios, permitindo uma intervenção rápida e específica.

No entanto, o potencial dos *dashboards* vai além do mero monitoramento. A visualização gráfica e a fácil interpretação das informações fornecem aos educadores insights acionáveis que podem levar a mudanças pedagógicas significativas. De acordo com estudos recentes (PAIVA et al., 2012), a utilização estratégica desses painéis de controle pode contribuir positivamente para aprimorar a experiência de aprendizado dos alunos. Ao adaptar suas

estratégias com base nas informações fornecidas, os educadores podem criar um ambiente de aprendizado mais envolvente e eficaz para seus alunos.

O uso de Dashboards e Learning Analytics neste trabalho visa apoiar a investigação sobre a percepção dos docentes em relação à carga de trabalho e ao tempo dedicado às suas atividades, especialmente na elaboração e envio de feedbacks. Os Dashboards, como painéis de controle visual, desempenharão um papel fundamental ao fornecer aos professores uma visão clara e concisa do engajamento e progresso dos alunos. Isso é essencial para avaliar como diferentes ambientes (Automatizado, Manual e Semi-automatizado) afetam a demanda de trabalho dos docentes. Por meio da visualização gráfica de diversas métricas, os Dashboards facilitarão a identificação de áreas que exigem mais atenção e esforço, permitindo uma análise mais precisa da carga de trabalho docente.

2.2 Learning Analytics

O campo de Learning Analytics (LA) tem se mostrado uma área emergente e promissora na educação, com *dashboards* personalizados sendo uma de suas ferramentas mais proeminentes (PARK ; JO, 2015). Esses *dashboards* são desenhados para adaptar o processo de aprendizagem em tempo real, oferecendo insights e visualizações que podem auxiliar tanto alunos quanto educadores em suas atividades pedagógicas (HAN et al., 2021). Essa capacidade de adaptação é impulsionada pelos diversos recursos que a LA oferece, focando em oportunidades de aprendizado, recomendações personalizadas, comparação com pares e mais (SCHUMACHER ; IFENTHALER, 2018).

Muitos sistemas de LA se concentram principalmente na visualização e apresentação de informações descritivas (SCHUMACHER ; IFENTHALER, 2018), (KIM et al., 2016) e (VERBERT et al., 2014). Essas informações podem incluir detalhes como acesso a recursos específicos, tempo total gasto em um curso, progresso de aprendizagem e até mesmo comparações com o desempenho de outros alunos. Essas características são vitais para ajudar os educadores a monitorar e entender melhor o desempenho de seus alunos em ambientes virtuais de aprendizado.

No entanto, além da visualização descritiva, os *dashboards* também estão se movendo em direção a recomendações mais proativas. Essas recomendações podem ser baseadas em diversos fatores, como a disposição do aluno para aprender, comportamentos anteriores, re-

sultados de autoavaliações e objetivos de aprendizado estabelecidos (SUSNJAK et al., 2022). Por exemplo, um *dashboard* pode sugerir recursos ou atividades adicionais para um aluno que mostra uma disposição elevada para aprender, mas que pode estar enfrentando dificuldades em áreas específicas.

É importante destacar que a criação e uso desses *dashboards* deve ser feita de forma responsável e informada. Os *dashboards* devem ser projetados de forma a beneficiar o processo educacional, alinhando-se com teorias pedagógicas e oferecendo feedbacks e instruções relevantes. Ao fazer isso, eles podem ajudar a evitar consequências educacionais desfavoráveis e garantir uma experiência de aprendizagem positiva para todos os envolvidos (HASNINE et al., 2023) (Gašević et al., 2015).

Neste estudo, a integração de Dashboards e Learning Analytics surge como uma abordagem fundamental para entender e otimizar a carga de trabalho dos docentes, especialmente na tarefa essencial de fornecer feedbacks. Os Dashboards, funcionando como ferramentas visuais, sintetizam os dados complexos provenientes do Learning Analytics, facilitando para os professores a visualização do engajamento e progresso dos alunos. Essa visualização é crucial para avaliar o impacto de diferentes ambientes de aprendizado - Automatizado, Manual e Semi-automatizado - na carga de trabalho dos professores. Além disso, o Learning Analytics enriquece essas visualizações com insights adaptativos e personalizados, ajudando os educadores a compreenderem melhor como suas interações com esses ambientes afetam variáveis como demanda mental, esforço e frustração.

A capacidade dos Dashboards de Learning Analytics de oferecer recomendações personalizadas e visualizações detalhadas sobre o desempenho dos alunos é importante para o objetivo específico deste estudo, que é o desenvolvimento de ambientes eficientes para o envio de feedbacks, baseados em princípios teóricos e práticas identificadas na literatura. A análise da interação docente com esses Dashboards fornecerá informações valiosas sobre como a tecnologia pode ser usada para otimizar a carga de trabalho dos professores e melhorar a eficácia do feedback. Ao combinar essas duas abordagens, o estudo busca criar um ciclo de feedback mais eficaz, que melhore a experiência de aprendizagem dos alunos e, ao mesmo tempo, aumente a eficiência e reduza a carga de trabalho dos professores, destacando a importância dessa interseção na educação moderna.

2.3 Feedback na Educação

Dentro dos dashboards que serão desenvolvidos, sua principal funcionalidade será o envio de feedback para discentes.

A literatura apresenta diversos tipos de feedback que pode mudar conforme o autor. Em geral tem-se os feedbacks formativo, somativo, corretivo, informativo, positivo, negativo, entre pares, autoavaliação, mediado por tecnologia, just-in-time.

O feedback está presente quando nos ajustamos após sermos informados sobre um erro ou quando buscamos maneiras alternativas de esclarecer um ponto mal compreendido por um aluno. O Feedback funciona como um mecanismo através do qual indivíduos, especialmente estudantes, descobrem se estão alcançando seus objetivos e atendendo às expectativas. Mais do que apenas uma reação a um trabalho apresentado, o feedback serve como um canal pessoal de comunicação, destacando o que é valorizado e o que não é em um determinado trabalho ou ação. A eficácia do feedback é influenciada por diversos fatores, incluindo a frequência com que é fornecido, como demonstrado por (BLACK ; WILIAM, 1998) em suas pesquisas.

Os educadores, através do feedback, comunicam suas expectativas e valorizam os esforços dos alunos. Os alunos, por outro lado, investem considerável tempo e esforço em suas tarefas, tornando o feedback um elemento crucial para entenderem seu desempenho e progresso. No ensino superior atual, onde as salas de aula são frequentemente lotadas, os alunos têm menos oportunidades de interagir diretamente com os professores. Isso resulta em insatisfação dos alunos em relação à quantidade e qualidade do feedback, como evidenciado em estudos de (CARLESS et al., 2011), levando a questionamentos sobre sua eficácia e aplicação.

Os problemas associados ao feedback são multidimensionais. Uma das questões é a percepção dos estudantes, que frequentemente sentem que o feedback é mal aplicado, levando a críticas às instituições. Outro desafio reside na entrega do feedback, onde muitos docentes focam apenas na sua transmissão, sem considerar que o impacto real se dá quando os alunos efetivamente aplicam o aprendizado adquirido. Além disso, existe um problema de compreensão do termo "feedback", que pode ser interpretado de várias maneiras, causando mal-entendidos e uma aplicação ineficaz do feedback (BOUD ; MOLLOY, 2012).

A adoção de plataformas educacionais digitais permite aos professores fornecer feedback

de forma rápida e padronizada, permitindo também que os alunos o acessem em qualquer lugar e a qualquer momento. À medida que avançamos em direção a uma era mais digitalizada, onde o aprendizado on-line e híbrido se torna cada vez mais prevalente, é essencial encontrar formas de fornecer feedback que seja oportuno, relevante e, acima de tudo, significativo para os alunos e incluir o uso de inteligência artificial para fornecer feedback instantâneo (PARDO et al., 2019).

Tabela 1: Principais Teorias de Feedback

Teoria	Autor(es)	Conceito
Teoria do Feedback	(HATTIE; TIMPERLEY, 2007)	Destaca que o feedback eficaz deve responder a três perguntas-chave relacionadas à tarefa, ao processo, à autorregulação e ao eu como pessoa. Deve ser claro, objetivo e proporcionar orientações sobre como melhorar.
Modelo de Feedback	(KLUGER; DENISI, 1996)	Enfatiza que o feedback não afeta diretamente o desempenho, mas influencia a atenção e a motivação. Pode ter efeitos positivos ou negativos, dependendo de como altera a atenção do receptor.
Feedback Formativo	(BLACK ; WILIAM, 1998)	Foca no papel do feedback no aprendizado formativo, argumentando que deve ser usado para informar o aluno sobre sua performance atual e orientá-lo sobre como melhorar.
Teoria do Estabelecimento de Metas	(LOCKE ; LATHAM, 2002)	Relacionada ao feedback, destaca a importância de estabelecer metas claras e a relevância do feedback para informar sobre o progresso em direção a essas metas.
Feedback e Aprendizagem Social	(BANDURA, 1999)	Centrada na aprendizagem observacional, sugere que o feedback é crucial para a aprendizagem, permitindo ajustes no comportamento e compreensão das consequências das ações.

Na Tabela 1 apresenta uma síntese das principais teorias do feedback. A Teoria do Feedback Formativo de (BLACK ; WILIAM, 1998) está mais alinhada com os objetivos definidos neste trabalho, que foca na percepção docente quanto à carga de trabalho e tempo dedicado, especialmente na elaboração e envio de feedbacks em ambientes distintos. Essa teoria enfatiza o papel do feedback no processo de aprendizado, argumentando que o feedback deve informar o aluno (ou, neste caso, o professor) sobre sua performance atual e orientá-lo

sobre como melhorar. No contexto do estudo, essa abordagem será aplicada ao desenvolver ambientes de feedback (Automatizado, Manual e Semi-automatizado) que visam facilitar a tarefa dos professores e otimizar seu tempo e esforço. Ao integrar os princípios dessa teoria, o feedback fornecido nos diferentes ambientes será projetado para ser claro, objetivo e direcionado, ajudando os professores a compreenderem eficazmente seu desempenho em cada ambiente e orientando-os sobre como podem aprimorar suas técnicas de feedback. Isso, por sua vez, permitirá uma análise mais precisa da carga de trabalho dos professores e da demanda cognitiva associada a cada tipo de ambiente de feedback.

2.4 Teste NASA *Task Load Index*

Seguindo na linha de envio de feedback pelo docente, a abordagem escolhida para mensurar a carga de trabalho nesse processo será por meio do teste *NASA Task Load Index* (NASA TLX). Ele é uma ferramenta de avaliação da carga de trabalho subjetiva que foi desenvolvida pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) dos Estados Unidos. Ele é projetado para medir a carga de trabalho percebida por indivíduos em uma ampla variedade de tarefas, incluindo aquelas que envolvem atividades cognitivas (AFRIDI; MENGASH, 2022).

O NASA TLX, desenvolvido por (HART; STAVELAND, 1988), é um instrumento amplamente utilizado na avaliação da carga de trabalho mental percebida. Ele emprega seis dimensões distintas: demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração.

O teste consiste em um questionário que coleta avaliações subjetivas em relação a diferentes aspectos da carga de trabalho, como esforço mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço próprio e frustração, detalhados a seguir:

Para obter avaliações quantitativas em cada dimensão, escalas bipolares de vinte passos são aplicadas, resultando em pontuações variando de 0 a 100, arredondadas para o ponto de 5 mais próximo. O cálculo da pontuação global requer um procedimento de ponderação, que envolve a realização de comparações pareadas para determinar a relevância relativa de cada dimensão em relação à carga de trabalho percebida. As dimensões são ponderadas com base nas escolhas feitas pelo avaliador ao compará-las em pares, e uma pontuação final de carga de trabalho é obtida multiplicando o peso da dimensão pela pontuação da escala indivi-

Tabela 2: Detalhamento dos aspectos do NASA TLX com exemplos
Frequências por Ambiente

Aspecto	Conceito	Exemplo
Esforço Mental	Grau em que a tarefa requer concentração e uso de capacidades cognitivas	Tarefa de resolução de problemas matemáticos complexos
Demanda Física	Extensão do esforço físico necessário para realizar a tarefa	Aula prática de química com manipulação frequente de equipamentos
Demanda Temporal	Pressão do tempo para completar a tarefa	Exame com tempo limitado
Desempenho	Avaliação da própria eficácia na realização da tarefa	Avaliação do desempenho baseada na qualidade de um projeto de pesquisa
Esforço Próprio	Nível de dedicação e empenho pessoal investido na tarefa	Preparação de uma apresentação importante
Frustração	Nível de estresse ou irritação experimentado	Trabalho com software de programação difícil

dual, somando todas as escalas ponderadas e dividindo por 15 (número total de comparações pareadas).

O desenvolvimento do NASA TLX envolveu extensa pesquisa laboratorial, demonstrando sua sensibilidade em uma ampla gama de tarefas. Como uma ferramenta robusta e válida, o TLX é essencial para avaliar a carga de trabalho percebida em contextos diversos, proporcionando insights valiosos sobre a complexidade cognitiva e os desafios enfrentados por indivíduos em diferentes situações de trabalho.

O TLX tem sido aplicado com sucesso em diferentes contextos multitarefa, como por exemplo em recomendação de recursos acadêmicos (AFRIDI; MENGASH, 2022), na educação on-line (PRABASWARI et al., 2019) (MACHADO et al., 2021), na área da saúde e procedimento (NUR et al., 2020) (YURKO et al., 2010) (LOWNDES et al., 2020), em missões com Veículos Aéreos Não Tripulados (LI et al., 2022), no meio empresarial (PUTRA et al., 2023)

No presente trabalho, o NASA TLX será utilizado como uma ferramenta para avaliar a percepção dos professores em relação à carga de trabalho e ao tempo dedicado às suas atividades nos ambientes Automatizado, Manual e Semi-automatizado, particularmente focando na elaboração e envio de feedbacks. Este teste é projetado para medir a carga de trabalho per-

cebida em várias dimensões, incluindo demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração. Através de um questionário detalhado, os professores poderão avaliar subjetivamente cada aspecto da carga de trabalho associada às suas tarefas. As respostas serão analisadas usando escalas para fornecer uma pontuação quantitativa, que será ponderada para refletir a relevância relativa de cada dimensão na percepção global de carga de trabalho. Este processo permitirá uma análise minuciosa e quantificável da experiência docente nos diferentes ambientes de feedback, proporcionando dados valiosos para entender como diferentes métodos de feedback influenciam a carga cognitiva e emocional dos professores, bem como sua eficiência e satisfação no trabalho.

2.5 Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva, conceitua que cada indivíduo possui uma capacidade limitada para processar informações em sua memória de trabalho (SWELLER, 1988) e (REIS et al., 2012). O termo "carga cognitiva" refere-se à demanda mental que uma tarefa específica exige do cérebro e é amplamente influenciada pela forma como as informações são apresentadas e processadas. (DANIEL, 2020) e (COOPER, 1990) exemplificam esta noção, indicando que a carga cognitiva é uma espécie de energia mental que um indivíduo gasta ao lidar com um volume específico de informações. Quando esta carga ultrapassa a capacidade de processamento da memória, pode haver um comprometimento no desempenho e na aprendizagem.

A fundamentação da teoria baseia-se no princípio de que a memória de trabalho possui tanto capacidades de armazenamento quanto de processamento. Miller já havia apontado anteriormente que o ser humano tem um limite no número de itens que pode processar simultaneamente na memória de trabalho. Assim, quando uma tarefa exige mais recursos do que a memória de trabalho pode fornecer, surgem desafios que podem prejudicar a aprendizagem ou a execução de tarefas. Portanto, a memória não atua apenas como um repositório de informações temporário, mas também gerencia ativamente essas informações (MILLER, 1956).

Sweller aprofundou ainda mais essa teoria, categorizando a carga cognitiva em três tipos principais: Intrínseca, Estranha e Relevante. Cada tipo tem suas características e implicações no processo de aprendizagem. Por exemplo, a Carga Intrínseca está relacionada à complexi-

dade inerente do material de estudo, enquanto a Carga Estranha refere-se à maneira como a informação é apresentada ao aprendiz, e a Carga Relevante é aquela que contribui de maneira positiva para o processo de aprendizado. Sweller também detalhou efeitos específicos, como Atenção Dividida e Redundância, e estabeleceu 29 diretrizes sobre como estruturar um ensino eficaz, minimizando cargas improdutivas e maximizando a aprendizagem (SWELLER, 2010).

A Tabela 3 ilustra os diferentes tipos de carga cognitiva podem afetar o processo de aprendizagem, seja pela complexidade do conteúdo (Carga Intrínseca), pela forma como o conteúdo é apresentado (Carga Estranha), ou pelas atividades que facilitam a compreensão e retenção do conteúdo (Carga Relevante).

Tabela 3: Tipos de Carga Cognitiva e Suas Aplicações

Tipo de Carga Cognitiva	Conceito	Exemplos de Aplicação
Intrínseca	Relaciona-se à complexidade inerente do material de estudo.	Aprender um novo idioma com gramática e vocabulário complexos.
Estranha	Refere-se à maneira como a informação é apresentada ao aprendiz e pode dificultar a aprendizagem.	Um livro didático mal estruturado com instruções confusas e falta de coesão nos tópicos apresentados.
Relevante	Contribui de maneira positiva para o processo de aprendizado, representando a carga útil.	Exercícios práticos que reforcem o aprendizado, como resolver problemas de matemática após aprender um conceito.

No contexto educacional, entender a carga cognitiva é fundamental para melhorar a eficácia do ensino. Estudos recentes têm destacado que uma elevada carga de trabalho mental pode impactar negativamente a qualidade do ensino fornecido pelo professor (MALEKPOUR et al., 2014). Assim, torna-se imprescindível desenvolver abordagens e programas que ajudem a mitigar essa sobrecarga, proporcionando um ambiente de ensino e aprendizagem mais propício e eficiente.

No trabalho proposto, a Teoria da Carga Cognitiva será incorporada no desenvolvimento dos ambientes de feedback (Automatizado, Manual e Semi-automatizado), com ênfase especial na Carga Relevante. Esta teoria postula que cada indivíduo tem uma capacidade limitada para processar informações, com a memória de trabalho desempenhando um papel crucial no

gerenciamento ativo dessas informações. A Carga Relevante, um dos três tipos principais de carga cognitiva identificados por Sweller, é essencial neste contexto, pois se refere aos aspectos da tarefa que contribuem positivamente para o processo de aprendizagem e compreensão. Ao projetar os ambientes de feedback, será dada atenção especial à minimização da Carga Estranha (que resulta da forma como as informações são apresentadas) e à otimização da Carga Intrínseca (que está relacionada à complexidade inerente do material de estudo).

Ao incorporar esses princípios, o objetivo é criar interfaces de feedback que se alinhem com a capacidade cognitiva dos professores, reduzindo a sobrecarga mental e melhorando a eficiência do processo de ensino. Isso será feito através da apresentação clara e lógica das informações, facilitando a assimilação e o processamento pelo cérebro. A análise da percepção dos professores em relação a variáveis como demanda mental, esforço e frustração nos diferentes ambientes proporcionará insights sobre como a carga cognitiva afeta a eficácia do feedback e a gestão do tempo de trabalho. Assim, o estudo buscará otimizar o processo de feedback, considerando os limites e as capacidades cognitivas dos educadores, e promover uma experiência de ensino mais eficaz e menos onerosa para os docentes.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, discutimos as dissertações e artigos que se relacionam com as abordagens adotadas neste trabalho de mestrado. Além disso, ressaltamos os aspectos mais relevantes dessas publicações em relação à proposta de pesquisa presente nesta dissertação.

Diversas abordagens foram propostas na literatura acerca do problema avaliação da carga de trabalho do professor e desafios sobre o uso de *dashboards* e LA no contexto educacional, nessa seção serão apresentados os trabalhos base para a proposta e quais lacunas serão trabalhadas na metodologia.

3.1 Percepção de Carga de Trabalho na Recomendação de Recursos Educacionais Apoiada por Inteligência Artificial - Um Experimento Controlado com Professores

Nesta pesquisa conduzida por (MACHADO et al., 2021), é apresentado um estudo que se concentra na medição da carga de trabalho dos docentes em um modelo híbrido de gamificação baseado na recomendação de missões para os discentes. Nesse modelo, os professores têm a capacidade de definir e enviar recomendações por meio de missões, incorporando recursos de aprendizado e elementos de gamificação. Além disso, eles podem ajustar o design dessas missões para engajar e motivar os alunos que não atingem as metas definidas pelo professor. A dissertação tem como base central a ideia de utilizar missões como um meio de engajar e motivar os alunos no contexto dos recursos pedagógicos gamificados oferecidos pela plataforma educacional.

No estudo realizado por (MACHADO et al., 2021), uma das principais contribuições é a proposição de cenários destinados a Sistemas de Tutores Inteligentes direcionados aos professores, com base no modelo conceitual apresentado na dissertação. Além disso, o documento inclui um capítulo de análise do estado da arte, no qual são realizadas revisões sistemáticas da literatura relacionadas ao Processo de Tomada de Decisão Pedagógica e à Teoria da Carga Cognitiva. Também são apresentados protótipos de três cenários que podem ser aplicados no experimento: manual, automatizado e semi-automatizado.

No capítulo que descreve a proposta da dissertação, é apresentado o funcionamento do experimento proposto, incluindo uma análise detalhada das características distintas de cada

cenário desenvolvido. O foco principal do trabalho é a avaliação da carga de trabalho dos docentes no que se refere à recomendação de missões para os discentes em ambientes gamificados. O texto ilustra um exemplo de aplicação desse modelo, relacionado à interação dos alunos, destacando como a recomendação de missões pode ser utilizada de modo a motivar os alunos a interagirem mais com os recursos disponíveis na plataforma.

No capítulo referente ao experimento, são apresentados diversos painéis de dados (*dashboards*) que permitem o acompanhamento dos professores nos diferentes cenários propostos, conforme definido no Sistema de Tutores Inteligentes (STI), de acordo com o plano de ensino estabelecido. Esses painéis de dados exibem visualizações gráficas compostas por informações relacionadas aos recursos utilizados pela turma ou pelos alunos individualmente. Além disso, fornecem informações sobre as missões criadas e o nível de interação da turma ou de cada aluno com os recursos disponíveis.

Os cenários propostos na dissertação foram avaliados por um grupo de professores, que foram convidados por e-mail para participar da pesquisa. Um total de 151 professores de diferentes níveis educacionais participaram do estudo. Cada um deles analisou um protótipo distribuído aleatoriamente por meio de uma URL fornecida aos participantes. Eles tiveram acesso aos diferentes modos de visualização dos *dashboards*, nos quais puderam acompanhar as interações dos estudantes com os recursos de aprendizagem, interações com os elementos de gamificação e a adaptação do design de gamificação por meio da criação de missões. Dependendo do cenário, o docente tinha a opção de recomendar missões manualmente para cada aluno ou grupo; apenas confirmar missões designadas automaticamente à turma; ou avaliar as missões recomendadas para os alunos e fazer ajustes conforme necessário antes de enviá-las.

Posteriormente, os professores foram convidados a responder a um questionário que visava avaliar a interação deles na plataforma durante o experimento. Durante a discussão dos resultados e na validação das hipóteses no contexto da percepção da carga de trabalho docente, considerando seis fatores e foi segmentado por gênero, nível de conhecimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e nível educacional em que atuam, o autor concluiu que o cenário semi-automatizado se aproximou do cenário automatizado, mas este último apresentou uma carga de trabalho menor em comparação ao cenário manual. No que diz respeito à análise de gênero, o autor constatou que as professoras apresentaram uma per-

cepção de carga de trabalho significativamente diferente, com um menor esforço percebido no cenário automatizado.

Entre as ameaças identificadas, destacam-se a falta de devida atenção ao propósito do experimento por parte dos participantes ao elaborarem suas respostas e a dependência da compreensão do experimento em relação à leitura e interpretação por parte dos professores em relação à sua explicação.

Na conclusão de sua dissertação, apresentada por (MACHADO et al., 2021), em seus futuros trabalhos, com um foco na melhoria da coleta de dados que afetam a percepção dos professores em relação ao esforço cognitivo e ao tempo dedicado ao trabalho. Esse trabalho futuro surgiu como um ponto de interesse de investigação desta pesquisa. No entanto, mesmo que o contexto seja voltado para professores em um ambiente gamificado, a metodologia empregada neste estudo poderia ser aplicada para investigar o impacto nos professores no que diz respeito à criação e envio de feedbacks em ambientes automatizados, manuais e híbridos, envolvendo múltiplas turmas, administradas por meio de um ambiente virtual de aprendizagem combinado com a análise de dados educacionais (learning analytics).

Portanto, nesta dissertação, se propõe uma investigação sobre o impacto da atuação dos professores na criação e envio de feedbacks em diferentes ambientes, incluindo ambientes automatizados, manuais e um híbrido que envolve muitas turmas. Essa investigação será conduzida por meio de um ambiente virtual de aprendizagem que utiliza learning analytics. Nesse contexto, a automação oferece ao professor sugestões de feedback geradas automaticamente, e o professor tem a opção de aceitar ou não essas sugestões. A pesquisa busca entender o impacto desses cenários na carga cognitiva e no tempo dedicado pelos professores para realizar essas atividades de criação e envio de feedbacks. A contribuição central desta dissertação é fornecer uma avaliação abrangente das três possibilidades de ambiente para o envio de feedback. Além disso, o estudo se diferencia pela análise da qualidade das respostas dos professores participantes e pela investigação da percepção deles ao interagirem com cada um dos ambientes aos quais foram expostos. Por meio dos cenários aplicados no experimento, pretende-se avaliar o modelo em relação a essas variáveis e comparar os diferentes cenários propostos.

Os aspectos convergentes deste estudo referem-se à análise da carga de trabalho do docente em diversos ambientes virtuais, visando ampliar a participação geral do professor e

considerando as diferenças de gênero.

Já os aspectos divergentes estão associados ao campo de aplicação da pesquisa, que abrange Sistema de Tutor Inteligente e gamificação voltada para recomendação de missões, além de análises relacionadas ao nível educacional e proficiência em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

3.2 *Visualizations and Dashboards for Learning Analytics: A Systematic Literature Review*

No artigo intitulado *Visualizations and Dashboards for Learning Analytics: A Systematic Literature Review* foi realizar uma revisão sistemática da literatura sobre LA (Şahin; Ifenthaler, 2021).

A revisão foi conduzida de acordo com quatro passos, a saber: Revisão da literatura de acordo com palavras chaves; seleção de estudos primários; categorização dos resultados; e apresentar o que foi encontrado. Foram utilizadas várias bases de dados como a ACM, IEEE, etc. Nestas foram utilizadas os termos como "*Learning Analytics*", "*Dashboards*" ou "*Visualization*". Nos 76 artigos achados dessa etapa foi segmentada em 8 categorias: Palavras-chaves, partes envolvidas e ano, grupo de estudo, técnicas de visualização, métodos, ferramentas de coleta de dados, variáveis e *background* teórico.

- Nas Palavras-chaves, boa parte dos artigos continham a palavra LA, seguida de Dashboard, e Visualization and Self-Regulation. Já as palavras menos usadas nesse contexto foram motivação, privacidade, ética e processo de aprendizagem. A essas palavras foram aplicadas regras de associação com intervalo de confiança, sendo as três mais relevantes: Feedback, Dashboard and feedback e Self-regulation learning.
- Na categoria de partes envolvidas e ano o trabalho apresenta uma crescente na frequência de artigos publicados sobre o tema desde 2012.
- Na categoria de grupo de estudo, mais da metade dos artigos foca nos estudantes (learners), sendo esse valor quase quatro vezes maior que estudos centrado no professor (instructors).

- Na categoria de técnicas de visualização onde a parte visual tem um papel crítico na apresentação de informações que façam sentido e que sejam interessantes de forma a facilitar na interpretação dos dados. As técnicas com maiores frequências são: gráfico de linha, gráfico de barras, barra de progresso, feedback textual, linha do tempo, gráfico de pizza, etc.
- Na categoria de métodos, onde diversas formas de condução de uma pesquisa com *dashboard* foram encontradas. A maioria das pesquisas não apresentava um método claro no design dos estudos, seguidos de Design Experimental, Combinação de Métodos, Pesquisa qualitativa, pesquisa quantitativa, etc.
- Na categoria de ferramentas de coleta de dados, diversos campos de estudos utilizaram ambientes de aprendizado on-line para coleta de dados. As ferramentas que mais se destacaram foram questionários/escalas, log de dados, entrevistas, teste dos alunos, etc.
- Na categoria de variáveis aparece como as mais investigadas respectivamente, Estrutura de Aceitação, Desempenho dos estudantes/conquista, Conhecimento, etc. As variáveis com baixa utilização nesse contexto são: privacidade, competência, aspectos emocionais, estratégias metacognitivas, etc.
- Na categoria de *background* teórico, muitos trabalhos utilizam o ambiente educacional e investigam diferentes atores. Muitos desses estudos limitam-se a monitorar o resultado do desempenho dos estudantes, auto-avaliação. As teorias mais presentes nesses estudos são: teoria da motivação e teoria da aprendizagem social.

Na conclusão os autores propõe alguns tópicos de investigação com base nos achados na SLR em LA *dashboard* e visualização. Para abordar os tópicos discutidos no artigo, é importante considerar que o *dashboard*, quando integrado com LA, oferece uma síntese do conteúdo através de técnicas como sistemas de recomendação, feedbacks, entre outros. Há uma crescente atenção ao tema, mas poucas investigações direcionadas aos professores. Baseando-se nas principais técnicas de visualização, este trabalho propõe uma combinação de abordagens. Será introduzido um design experimental de *dashboard* no contexto de LA visando reduzir a carga de trabalho do docente (REIS et al., 2012).

3.3 *Video-Based Feedback on Student Work: An Investigation into the Instructor Experience, Workload, and Student Evaluations*

O estudo conduzido por (Ketchum et al., 2020) utilizou uma estratégia de pesquisa mista para avaliar a experiência dos instrutores com o feedback por vídeo, medindo a carga de trabalho e comparando as avaliações dos alunos em cursos com e sem feedback por vídeo. Instrutores de um programa intensivo de cinco semanas foram convidados a participar do estudo e a registrar o tempo gasto na avaliação dos trabalhos dos alunos. Eles forneceram feedback escrito padrão e, nos cursos designados para receber feedback por vídeo, também gravaram vídeos de 3 a 4 minutos e utilizaram modelos pré-escritos de avaliação. O estudo foi desenhado para entender também o impacto do feedback por vídeo no desempenho e percepção dos alunos.

Para coletar dados qualitativos, foram realizadas pesquisas anônimas com os instrutores que incluíam oito questões abertas sobre sua experiência com o feedback por vídeo. Os pesquisadores analisaram as respostas para identificar sentimentos positivos e negativos e extrair temas-chave. O objetivo era obter uma visão abrangente do sentimento dos instrutores, explorar suas atitudes em relação ao tempo alocado para feedback por vídeo e entender como essa técnica pode influenciar a conexão com os alunos e a qualidade do apoio educacional fornecido.

Para quantificar a carga de trabalho, os instrutores utilizaram um software de rastreamento de tempo e registraram detalhes de cada sessão de avaliação em uma planilha. Os dados coletados permitiram uma comparação entre o tempo gasto avaliando trabalhos em cursos com feedback apenas textual e aqueles com feedback por vídeo. Os resultados dessa medição de carga de trabalho foram complementados pela análise dos resultados do End of Course Survey (EOCS) dos alunos, proporcionando uma visão sobre a eficácia do feedback por vídeo em relação à percepção dos alunos sobre o curso e sua experiência educacional.

Os resultados do estudo indicaram que, embora a maioria dos instrutores tenha percebido o feedback por vídeo de forma positiva, destacando a capacidade de criar uma conexão mais pessoal e atmosfera amigável com os alunos, houve desafios significativos relacionados ao tempo e tecnologia. Alguns instrutores expressaram preocupações com o aumento da carga de trabalho, mencionando que o tempo necessário para preparar e carregar vídeos

era excessivo e muitas vezes não compensava, dada a falta de evidência de que os alunos estivessem engajados ou valorizando o feedback detalhado. Além disso, questões como a preocupação em parecer positivo, mesmo ao dar notícias negativas, e a incerteza sobre se o estilo de entrega do feedback influenciava a receptividade dos alunos foram levantadas pelos participantes.

Enquanto alguns instrutores sentiram que o feedback por vídeo permitia uma maior positividade e suporte ao aluno, outros questionaram sua eficácia devido à aparente falta de ação dos alunos em relação às sugestões de melhoria. A frustração com a ausência de interação recíproca e a percepção de um esforço desperdiçado foram comuns, com alguns instrutores ponderando se continuariam a utilizar o vídeo sob essas condições. Embora o feedback por vídeo possa ter ajudado a proporcionar conselhos mais acionáveis e melhorar a dinâmica de entrega de feedback, os resultados mistos sugerem que uma implementação bem-sucedida de feedback por vídeo pode exigir considerações adicionais sobre o tempo de preparação e a infraestrutura tecnológica, assim como estratégias para garantir o engajamento dos alunos com o material.

A discussão do estudo revela que a utilização de feedback por vídeo resultou em opiniões mistas entre os instrutores, com alguns encontrando valor e criando uma conexão mais pessoal com os alunos, enquanto outros sentiram frustração devido à falta de interação e engajamento dos estudantes com o feedback fornecido. Os instrutores que tiveram experiências positivas com o feedback por vídeo desfrutaram da oportunidade de fornecer lições verbais e orientações específicas com mais facilidade do que o feedback apenas textual, sentindo-se mais conectados e investidos na melhoria dos alunos. Por outro lado, alguns relataram que o processo de criação e postagem dos vídeos era desgastante e, associado à percepção de que os alunos não agiam com base no feedback, isso poderia levar a experiências negativas com a presença social.

A carga de trabalho dos instrutores aumentou significativamente com o feedback por vídeo, exigindo até duas horas adicionais por semana, o que pode levar a uma redução do tempo disponível para outras atividades importantes do ensino. Além disso, não foi encontrada uma relação significativa entre o uso de feedback por vídeo e melhores resultados nas avaliações dos alunos (EOCS), o que poderia desmotivar os instrutores, impactando negativamente seus sentimentos em relação à presença social. As limitações do estudo incluem o

pequeno número de instrutores e cursos avaliados e a falta de avaliação sobre se os alunos realmente assistiam aos vídeos de feedback. Apesar disso, a pesquisa ressalta que o feedback por vídeo pode ser valioso para os instrutores que o apreciam, mas sua eficácia para melhorar o aprendizado dos alunos ainda requer validação para justificar seu uso mais amplo.

Em conclusão, o estudo avaliou as reações pessoais dos instrutores ao deixar feedback por vídeo e por texto, o impacto na carga de trabalho e o efeito nas avaliações dos alunos. As experiências dos instrutores variaram amplamente, desde a percepção positiva da presença social até a frustração com o trabalho extra visto como inútil. O aumento no tempo de trabalho para fornecer feedback por vídeo pode levar a experiências negativas de ensino, especialmente para instrutores adjuntos que têm um número fixo de horas pagas. A ausência de melhorias consistentes nas avaliações dos instrutores e a carga de trabalho adicional tornam difícil recomendar o uso de feedback por vídeo. No entanto, os instrutores que apreciam essa prática não devem ser desencorajados de incorporá-la à sua pedagogia. Se o objetivo é melhorar a aprendizagem dos alunos através do feedback por vídeo, é necessário que os instrutores vejam alguma validação de seu trabalho para motivar tanto as instituições quanto os próprios instrutores a adotar essa prática.

O artigo em questão tem uma relação intrínseca com o escopo desta dissertação por explorar a percepção dos instrutores frente à carga de trabalho e ao tempo dedicado ao fornecimento de feedback, elementos que são centrais deste estudo. A avaliação da percepção dos professores em diferentes ambientes simulados de ensino, que variam em grau de automação e manualidade, análogos aos cursos com e sem feedback por vídeo do artigo. Assim como o artigo identificou variações na percepção dos instrutores quanto à carga de trabalho e à conexão com os alunos por meio do feedback por vídeo, o trabalho de mestrado busca entender como diferentes sistemas de recomendação e feedback influenciam a percepção do esforço cognitivo e do tempo de dedicação dos professores. Em ambos os estudos, a análise qualitativa das experiências dos instrutores/professores é fundamental para compreender os impactos das tecnologias educacionais sobre a prática docente e a interação aluno-professor.

Além disso, a metodologia adotada no artigo, que incluiu tanto a coleta de dados qualitativos através de pesquisas com os instrutores quanto a quantificação da carga de trabalho, espelha a abordagem que será utilizada no trabalho para examinar as interfaces e o ambiente simulado. A preocupação com o tempo e a tecnologia, assim como a percepção de valor

do feedback pelos alunos, são considerações que se refletem diretamente neste estudo. O escopo do trabalho, embora não envolva dados reais de cursos atuais e se concentre na simulação, pode se beneficiar dos insights do artigo sobre a importância da validação do trabalho docente e das estratégias para garantir o engajamento dos alunos, visando a adoção efetiva de práticas recomendadas pelas análises de learning analytics.

O artigo apresentado possui uma conexão direta com os objetivos do trabalho de mestrado, principalmente no que tange à investigação da percepção docente quanto à carga de trabalho e ao tempo dedicado à elaboração e ao envio de feedbacks em diferentes ambientes. Assim como o estudo exploratório avaliou a experiência dos instrutores com o feedback por vídeo, medindo a carga de trabalho e comparando as avaliações dos alunos em cursos variados, o presente trabalho busca analisar a percepção dos professores em ambientes distintos (Automatizado, Manual e Semi-automatizado) com foco em variáveis como demanda mental, física e temporal. A experiência relatada no artigo, em que alguns instrutores perceberam o feedback por vídeo como uma ferramenta valiosa para criar uma conexão mais pessoal com os alunos, enquanto outros enfrentaram desafios com o tempo e a tecnologia, reflete a dinâmica complexa que os professores podem experimentar em diferentes cenários de feedback. Além disso, a preocupação com a eficácia do feedback, a receptividade dos alunos e o impacto no desempenho e na percepção dos alunos, observada no artigo, é relevante para o trabalho de mestrado, que visa entender como diferentes abordagens de feedback influenciam a experiência educacional tanto do ponto de vista do docente quanto do aluno.

4 METODOLOGIA

4.1 Proposta

A presente dissertação tem como objetivo investigar a percepção dos docentes em relação a sua carga de trabalho e ao tempo dedicado ao uso de uma plataforma educacional que incorpora um sistema de geração automatizada de feedbacks personalizados por meio de Inteligência Artificial, os quais são fundamentados em indicadores obtidos a partir da *Learning Analytics* dos alunos. Adicionalmente, o sistema considera as avaliações feitas pelos professores em relação aos estudantes ou grupos de estudantes. Esta pesquisa se baseia em um estudo de caso, no qual foram desenvolvidos protótipos de interfaces com base na revisão das bases teóricas e na análise de artigos relacionados. Com isso, o trabalho em questão se trata de uma avaliação de desempenho tendo *LA* como domínio de estudo e a Teoria de Carga de Trabalho como objeto de pesquisa.

Nesta proposta, conduziremos uma pesquisa qualitativa e quantitativa, servindo como instrumento para coletar dados sobre a carga de trabalho docente e a usabilidade do design sugerido. O foco é na carga de trabalho do professor, caracterizando este como um estudo experimental. Uma síntese pode ser encontrada na Tabela 4.

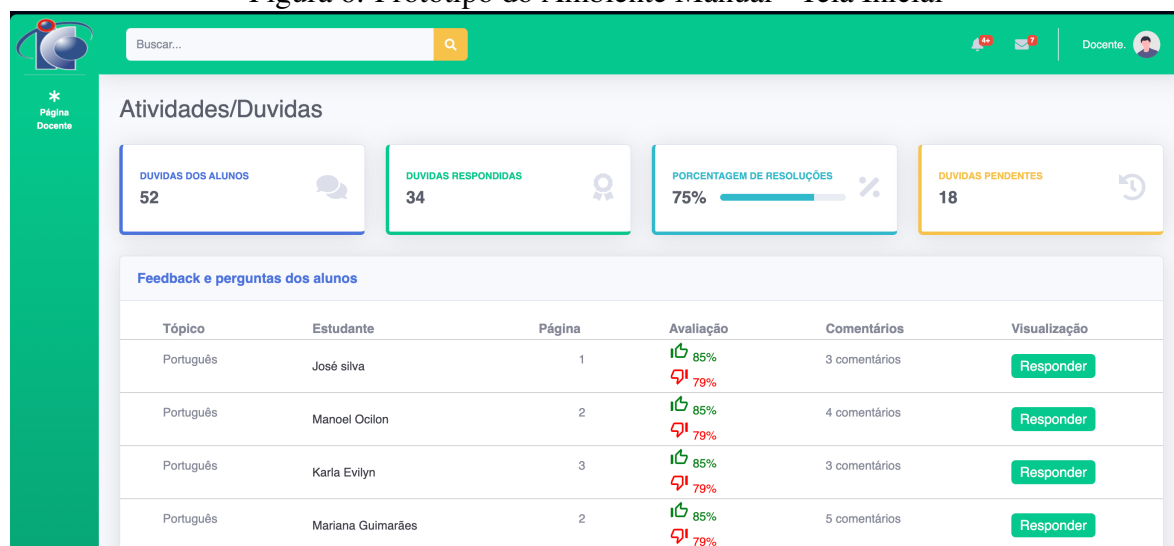
Tabela 4: Resumo das categorias desta pesquisa

Categorias	Valores
Palavras-chaves	Teoria da Carga de Trabalho, NASA TLX, Dashboards, Learning Analytics.
Partes interessadas	Professores, Instrutores.
Grupo de estudo	Professores, Instrutores.
Técnicas de visualização	Gráfico de barras, barra de progresso, feedback textual.
Métodologia	Combinação de Métodos, Pesquisa qualitativa e quantitativa Estudo experimental.
Ferramentas de coleta de dados	Questionários/escalas. Teste NASA TLX
Variáveis	Demanda Mental, Demanda Física, demandas Temporal, Performance, Esforço e Frustração, Ambientes, Gêneros.
Background teórico	Teoria da Carga de Trabalho

4.2 Protótipo do Ambiente Manual

O protótipo do Ambiente Manual foi concebido com base na proposta de (MACHADO et al., 2021), a qual estendeu o trabalho previamente realizado por (TENÓRIO et al., 2020) na validação de conceitos de design. Este protótipo incorporou a visualização de painéis de dados (*dashboards*) contendo informações dos alunos, utilizando os recursos existentes na plataforma educacional. Como resultado, o protótipo oferece uma maneira simplificada de visualização de indicadores para facilitar o processo de tomada de decisão pedagógica. Na visualização de indicadores, os professores têm a capacidade de monitorar o desempenho dos alunos, bem como os comentários dos alunos relacionados às aulas definidas no plano de ensino do professor da disciplina. Além disso, o protótipo possibilita a visualização de uma seção que exibe dados estatísticos do ambiente, incluindo informações sobre: dúvidas dos alunos, dúvidas respondidas, porcentagem de resoluções e dúvidas pendentes. Através da análise dessas informações, busca-se compreender a percepção dos professores em relação à carga de trabalho necessária para avaliar e fornecer feedback a um grande grupo de alunos, bem como a demanda de tempo associada a esse processo. Conforme a Figura 6:

Figura 6: Protótipo do Ambiente Manual - Tela Inicial

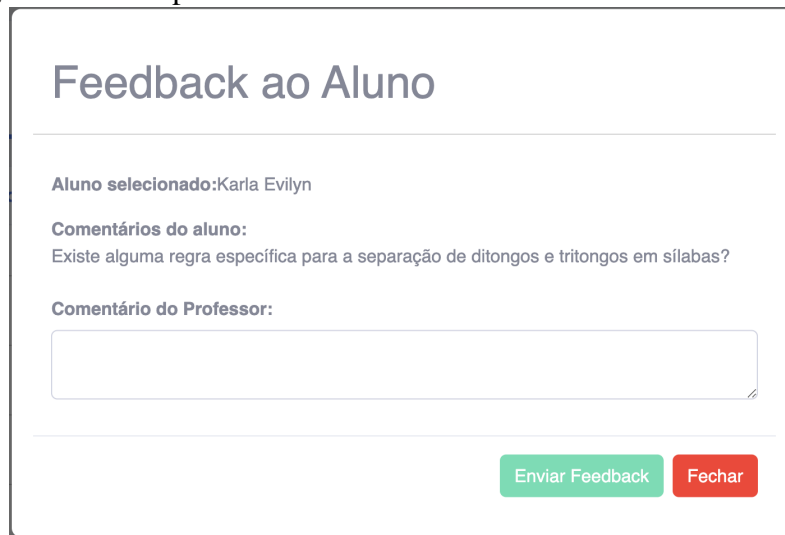


Fonte: Próprio autor

A pesquisa conduzida por (MACHADO et al., 2021) previamente implementou uma intervenção manual por parte dos professores para lidar com estudantes que enfrentavam dificuldades em algum assunto da disciplina, de acordo com critérios predefinidos. Nesse contexto, no âmbito do protótipo manual, foi estabelecida a capacidade do professor de

criar e enviar feedbacks manualmente para os alunos que ele identificar como necessitados, baseando-se na visualização dos indicadores disponíveis nos painéis de dados previamente apresentados. Esse desenvolvimento é de grande relevância, uma vez que amplia a funcionalidade previamente desenvolvida por (MACHADO et al., 2021), aplicada ao modelo de atendimento às dúvidas dos alunos, com a adição da capacidade de avaliar a percepção da carga de trabalho do professor no que diz respeito à criação de feedback para um número maior de alunos do que o examinado no experimento conduzido por (MACHADO et al., 2021). A Figura 7 ilustra a interface de envio de feedback no protótipo manual.

Figura 7: Protótipo do Ambiente Manual - Tela de envio de Feedback



A interface da tela de envio de feedback apresenta o título "Feedback ao Aluno" no topo. Abaixo, há uma seção "Aluno selecionado:" com o nome "Karla Evilyn". Segue a seção "Comentários do aluno:" com o texto "Existe alguma regra específica para a separação de ditongos e tritongos em sílabas?". Abaixo disso, a seção "Comentário do Professor:" contém um campo de texto para o professor digitar sua resposta. No rodapé da interface, há dois botões: "Enviar Feedback" em verde e "Fechar" em vermelho.

Fonte: Próprio autor

As opções disponíveis para o envio de feedback no protótipo do ambiente manual foram concebidas com o objetivo de simplificar a atribuição da carga de trabalho do professor, levando em consideração o nível de conhecimento sobre tecnologia. Esta abordagem é relevante em ambientes virtuais de aprendizagem, onde é crucial identificar os autores que interagiram com o ambiente, como enfatizado por (DERMEVAL et al., 2018). As demais visualizações e funcionalidades deste ambiente estão detalhadas no capítulo 5, que aborda a execução pormenorizada do experimento. O propósito do protótipo no ambiente manual é explorar a percepção do professor em relação à sua carga de trabalho na rotina de sala de aula, em consonância com a Teoria da Carga Cognitiva de (SWELLER, 2010), de forma semelhante ao estudo conduzido por (MACHADO et al., 2021).

4.3 Protótipo do Ambiente Automatizado

O Protótipo do Ambiente Automatizado foi concebido como uma evolução do Ambiente Manual, conforme proposto por (MACHADO et al., 2021), com o intuito de realizar uma comparação entre a criação manual de feedbacks e a abordagem automatizada. Nesse contexto, o Ambiente Automatizado foi projetado para permitir que o professor acompanhasse os indicadores, enquanto a tarefa de criar feedbacks ficava a cargo de um algoritmo ou ferramenta de Inteligência Artificial em um ambiente que incorpora Learning Analytics (LA), reduzindo, assim, a carga de trabalho do professor ao automatizar o envio de feedbacks (MALEKPOUR et al., 2014).

Os indicadores apresentados no protótipo do ambiente manual, conforme mostrado na Figura 6, foram incorporados ao ambiente automatizado. No lugar da criação manual de feedbacks, o professor que utiliza o ambiente pode visualizar os feedbacks gerados e confirmar seu envio. Essa visualização proporciona uma visão mais abrangente dos dados extraídos por meio da LA, incluindo informações sobre os alunos matriculados, média geral, alunos com baixo desempenho e pontuação média nos quizzes.

O objetivo principal era avaliar a percepção do professor em relação à carga de trabalho no ambiente automatizado, em comparação com o ambiente manual, aplicando a proposta de trabalho de (MACHADO et al., 2021) no âmbito deste estudo. A Figura 8 ilustra como os feedbacks gerados por IA são apresentados ao professor.

Figura 8: Protótipo do Ambiente Automatizado - Tela de envio de Feedback

Fonte: Próprio autor

O protótipo do ambiente automatizado visa implementar a arquitetura de um Ambiente Virtual Educacional para auxiliar o professor em seu acompanhamento. Dessa forma, o professor, como uma das partes envolvidas (DERMEVAL et al., 2018), não precisa aumentar sua participação ativa na criação de feedbacks para os alunos, concentrando-se exclusivamente no acompanhamento do plano de ensino da disciplina. Isso impacta diretamente na percepção do professor em relação à sua carga de trabalho no ambiente automatizado.

Todas as informações são geradas a partir das interações dos alunos na plataforma, e a IA utiliza os parâmetros definidos em conjunto com o plano de aula do professor para recomendar, de forma totalmente automatizada, os feedbacks que atendem às necessidades dos alunos, ampliando assim as capacidades de gerenciamento de informações por parte dos professores (MALEKPOUR et al., 2014).

4.4 Protótipo do Ambiente Semi-Automatizado

O Protótipo do Ambiente Semi-Automatizado representa uma contribuição desta dissertação à pesquisa científica, pois combina os elementos dos protótipos do ambiente manual e automatizado, fornecendo suporte ao professor no contexto da tomada de decisões pedagógicas (PAIVA et al., 2016). Essa combinação de elementos é incorporada em uma ferramenta de autoria dentro de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (DERMEVAL et al., 2018), dotado de um mecanismo de inteligência artificial aplicado à educação, que visa apoiar os processos de decisão humanos em vez de simplesmente automatizá-los (CUKUROVA et al., 2019). O protótipo é complementado por um painel de Learning Analytics (LA).

A parte automatizada do sistema identifica padrões nos comentários e dúvidas dos alunos, gerando automaticamente uma lista de possíveis respostas para esses comentários. Cabe ao professor analisar essas sugestões e decidir se deseja modificar o feedback proposto ou se as respostas sugeridas pela automação baseada nos dados coletados pela LA são aceitáveis. Essa abordagem, que combina a IA com o processo de tomada de decisão humana (CUKUROVA et al., 2019), permite ao professor expandir sua capacidade de gerenciar um grande número de alunos, possibilitando uma investigação sobre sua percepção em relação à carga de trabalho ao utilizar a plataforma educacional (DANIEL, 2020).

O protótipo do ambiente semi-automatizado apresenta apenas as sugestões de respostas a serem enviadas pelo professor. Caso o professor não concorde com as respostas sugeridas,

o sistema gera uma nova sugestão de resposta com base no tópico em questão e no plano de ensino do professor (PAIVA et al., 2016). A Figura 9 ilustra a tela de envio de feedback, mostrando as dúvidas dos alunos e as respostas sugeridas pela IA na plataforma.

Figura 9: Protótipo do Ambiente Semi-automatizado - Tela de envio de Feedback



Feedback ao Aluno

Aluno selecionado: José Silva, Manoel Ocilon, Karla Evilyn,

Comentário dos Discentes:

Como separar silabicamente palavras terminadas em 'ão'? É 'mã-o' ou 'mão'?, Quando há duas consoantes iguais no meio da palavra, como saber se formam uma ou duas sílabas?, Existe alguma regra específica para a separação de ditongos e tritongos em sílabas?,

Comentário do Professor:

Para separar palavras terminadas em 'ão', a regra geral é manter a vogal com til na sílaba: 'mão'. Duas consoantes iguais no meio da palavra geralmente formam uma só sílaba: 'sol-da-do'. Ditongos (duas vogais juntas) e tritongos (três vogais juntas) não devem ser separados: 'pai', 'saúde'.

Enviar Feedback **Fechar**

Fonte: Próprio autor

O uso do protótipo do ambiente semi-automatizado contribui não apenas para explorar a combinação de IA e LA na automatização de tarefas de apoio à tomada de decisões humanas (CUKUROVA et al., 2019) e pedagógicas (PAIVA et al., 2016), mas também para investigar a percepção dos professores em relação à carga de trabalho ao utilizar uma ferramenta que amplia sua capacidade de interação com um grande número de alunos dentro da plataforma educacional. A proposta deste projeto de pesquisa é a investigação de qual é a percepção dos professores em relação a sua carga de trabalho e tempo de dedicação, na utilização de uma plataforma educacional virtual que possui um recurso de geração de recomendações para os alunos com base em suas questões enviadas de forma automáticas e personalizadas por IA, combinadas com o feedback do professor para alunos ou grupos de alunos, simulados em um estudo de caso.

5 EXPERIMENTO

5.1 Escopo

O estudo buscará estabelecer uma comparação entre os resultados da percepção do professor em relação ao carga de trabalho e ao tempo dedicado por ele em uma simulação de ambiente educacional. Nesse cenário simulado, o professor terá a tarefa de avaliar um dos três cenários propostos: Ambiente Automatizado (AA), Ambiente Manual (AM) e Ambiente Semi-automatizado (AS). Cada um desses ambientes será responsável por recomendar ações educacionais disponíveis na simulação, por meio da criação de feedbacks no contexto educacional por meio de informações coletadas por learning analytics.

Para realizar a avaliação do ambiente, foi desenvolvido um conjunto de interfaces, nas quais o professor irá registrar suas percepções relacionadas ao esforço cognitivo e ao tempo investido na utilização do ambiente simulado. É importante ressaltar que este estudo se limita a avaliar exclusivamente a percepção dos professores, não envolvendo dados reais de um curso que estejam ministrando como tutores. Não será coletado dados de cliques e tempo de trabalho dos participantes.

5.2 Hipóteses

Este experimento será desenvolvido para analisar as seguintes questões de pesquisa e hipóteses correspondentes.

QP1: Qual é a percepção dos professores sobre a carga de trabalho e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) no uso combinado de feedback a alunos com dúvidas em ambientes manuais, automatizados e semi-automatizados?

H10: Não há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário.

H11: Há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário.

QP2: Qual é a percepção dos professores sobre a carga de trabalho e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) no uso combinado de feedback a alunos com dúvidas em ambientes manuais, automatizados e semi-automatizados, de acordo com o seu gênero?

H20: Não há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário, de acordo com o seu gênero.

H21: Há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário, de acordo com o seu gênero.

A Análise de Subgrupos será conduzida dividindo o grupo com base no gênero, seguindo a abordagem de (MACHADO et al., 2021). O objetivo é realizar análises comparativas dentro desses subgrupos para identificar padrões que não foram claros na análise geral.

5.3 Seleção dos Sujeitos

A metodologia de seleção adotada consistirá em amostragem por conveniência, que é uma técnica de amostragem não probabilística e não aleatória usada para criar amostras de acordo com a facilidade de acesso. Dentro do ambiente simulado, foi estabelecido um estudo de caso que reflete uma situação em que o professor precisa realizar o monitoramento de um grupo de alunos, com a necessidade de intervir por meio do envio de feedbacks para aqueles estudantes que apresentam dúvidas na simulação.

O conjunto de professores, que já utilizou ou utiliza alguma plataforma educacional para apoiar seus cursos e o acompanhamento de seus alunos, será distribuído aleatoriamente em três grupos de maneira equilibrada, com um mínimo de 30 usuários em cada grupo, sendo este número considerado suficiente para a coleta de dados e validação da proposta de pesquisa. Esses grupos compreendem um total esperado de 90 professores, cada um dos quais avaliará um dos três ambientes quando acessarem o site da pesquisa, a saber: 30 professores para o Grupo 1 - ambiente Manual; 30 professores para o Grupo 2 - ambiente Automatizado; e 30 professores para o Grupo 3 - ambiente Semi-automatizado. Cada participante

contribuirá com feedbacks, permitindo a análise da percepção dos professores em relação ao impacto dessas amostragens no carga de trabalho e no tempo dedicado à criação de feedbacks para um determinado número de alunos.

Devido à natureza da pesquisa, que envolve docentes como grupo de interesse, é necessário considerar o tempo necessário para a obtenção dessas respostas. Portanto, a seleção de docentes via e-mails iniciais abrange um período que garante que as respostas sejam recebidas de acordo com o cronograma estabelecido no projeto e que representa docentes de várias regiões do país, permitindo uma visão abrangente das práticas de ensino em todo o território nacional.

A pesquisa será conduzida por meio de instrumentos eletrônicos, onde os participantes terão acesso a um site dedicado à pesquisa, contendo informações preliminares sobre o estudo. Após o início da pesquisa, os participantes serão redirecionados para um questionário hospedado no Google Forms, que deverá ser preenchido de acordo com o ambiente atribuído aleatoriamente. O site da pesquisa foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JavaScript e React JS.

Um grupo de professores é direcionado para o AM, onde são apresentadas telas que simulam postagens de estudantes. Nesse ambiente, os professores devem analisar individualmente cada uma das postagens dos alunos e redigir feedbacks personalizados para aqueles que, de acordo com a simulação, apresentam dúvidas e/ou questionamentos referente ao assunto abordado no experimento.

Outro grupo de professores é designado para interagir com o AA, no qual avaliarão um conjunto de telas que representam uma simulação de acompanhamento com feedbacks gerados de forma totalmente automatizada. Essa avaliação envolve a análise de painéis de dados, onde os professores serão notificados das ações realizadas pela automação e tão somente confirmar o envio do feedback já definido.

O terceiro grupo de professores é alocado no AS, onde são apresentadas telas que oferecem recomendações de feedbacks geradas automaticamente para os professores avaliarem. Os professores têm a opção de concordar ou discordar das sugestões de feedback propostas pela análise automatizada, permitindo que modifiquem os feedbacks conforme necessário.

5.4 Fases do Experimento

O campo de domínio de conhecimento abordado neste estudo destina-se a professores que têm experiência prévia ou atual na utilização de plataformas educacionais como suporte para seus cursos e acompanhamento de alunos. No entanto, é importante observar que os dados utilizados neste estudo são simulados, o que requer dos professores uma análise da situação relacionada ao acompanhamento de recursos educacionais, incluindo o uso de *feedbacks* para melhorar os indicadores de interação, conforme estabelecido pelos parâmetros definidos no estudo de caso dos ambientes apresentados.

Após analisar um conjunto de telas associadas ao ambiente a que foram designados de maneira randômica, os professores desempenharam o papel de instrutores responsáveis por acompanhar uma turma simulada em uma plataforma on-line. Em seguida, responderão a uma série de perguntas formuladas para explorar as hipóteses estabelecidas.

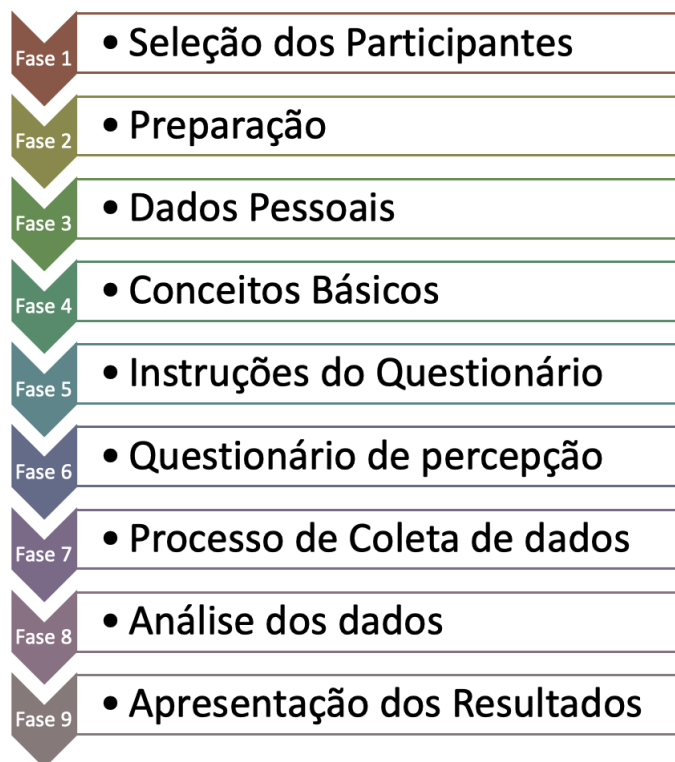
A avaliação das hipóteses será conduzida no formato on-line, por meio de convites enviados para endereços de e-mail institucionais de professores, independentemente do nível de ensino em que atuam. Os convites incluirão informações sobre o objetivo do estudo, o código de autorização do comitê de ética e um link para o site (<https://teacher-research.netlify.app>), onde a coleta de dados do experimento será realizada. Esse processo terá a duração de um mês e meio, a partir da aprovação do comitê de ética e da preparação do ambiente. O estudo será conduzido em várias fases, conforme ilustrado na Figura 10.

5.4.1 Fase 1 - Seleção dos participantes

Na primeira fase, foi enviado um e-mail convite para os docentes que já possuíam alguma experiência em alguma plataforma educacional, para as suas disciplinas e acompanhamento dos seus alunos. No e-mail convite para participação do experimento, foi incluído no corpo uma pequena descrição do objetivo do estudo, código de autorização do comitê de ética (CAAE: 63528122.7.0000.5013) e o link do site <https://teacher-research.netlify.app>. Neste site, o experimento procederá à seleção e alocação de docentes, de forma aleatória e balanceada, em um dentre três ambientes possíveis previamente estabelecidos.

Durante esta etapa da pesquisa, serão distribuídos aproximadamente 8.000 e-mails para listagens de correios eletrônicos institucionais de docentes vinculados às redes estaduais

Figura 10: Fases contempladas no Estudo Experimental



Fonte: Próprio autor

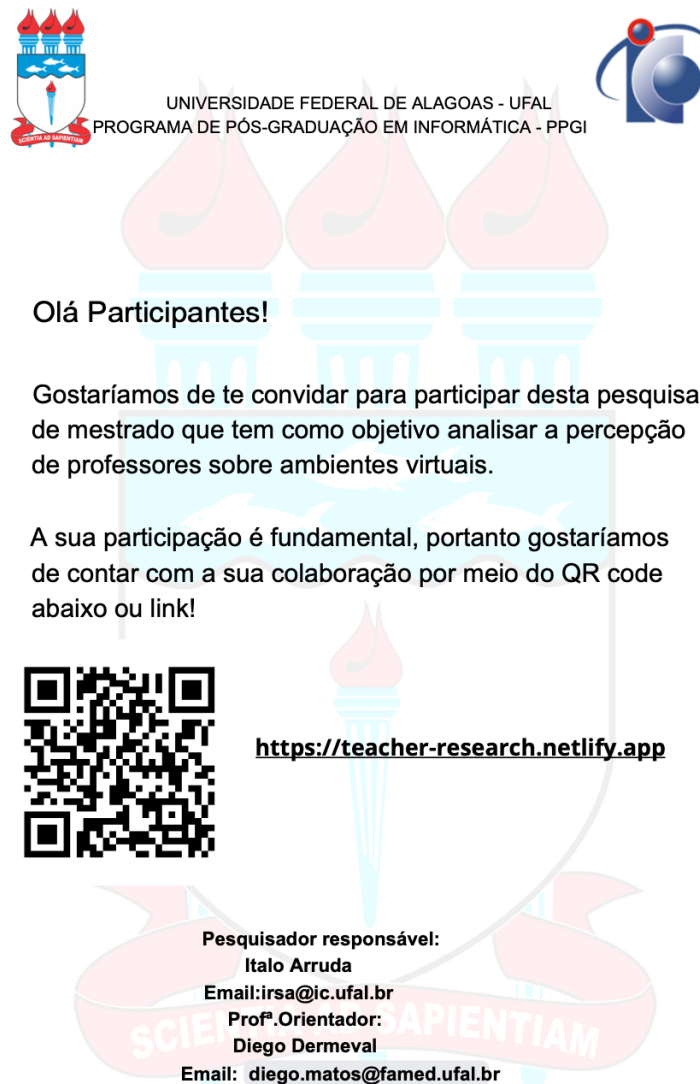
de ensino, bem como institutos e universidades federais. Cabe destacar que as instituições educacionais disponibilizam dados em regime de acesso público, incluindo, dentre as informações referentes aos docentes, seus endereços de e-mail institucionais.

A quantidade estabelecida para o envio de e-mails objetiva garantir que as respostas à pesquisa sejam obtidas dentro do período estipulado no cronograma do projeto. Adicionalmente, busca-se assegurar uma representatividade geográfica abrangente, incluindo docentes de distintas regiões do país, com a finalidade de prover uma análise panorâmica das práticas pedagógicas adotadas em âmbito nacional.

De acordo com os dados obtidos, 98 docentes atenderam ao convite, acessando o portal eletrônico e concordando em participar integralmente da pesquisa até sua conclusão. É relevante destacar, a respeito da adesão ao experimento, que, dentre os e-mails transmitidos para solicitação de participação, diversas circunstâncias influenciaram a taxa de resposta: contas eletrônicas desativadas, caixas de entrada saturadas, períodos de férias ou licenças médicas dos destinatários e declínio em participar, atribuído tanto a falta de interesse quanto a compromissos preexistentes. A seguir, apresentamos uma representação gráfica do convite

direcionado ao experimento na Figura 11.

Figura 11: Convite para participação do experimento

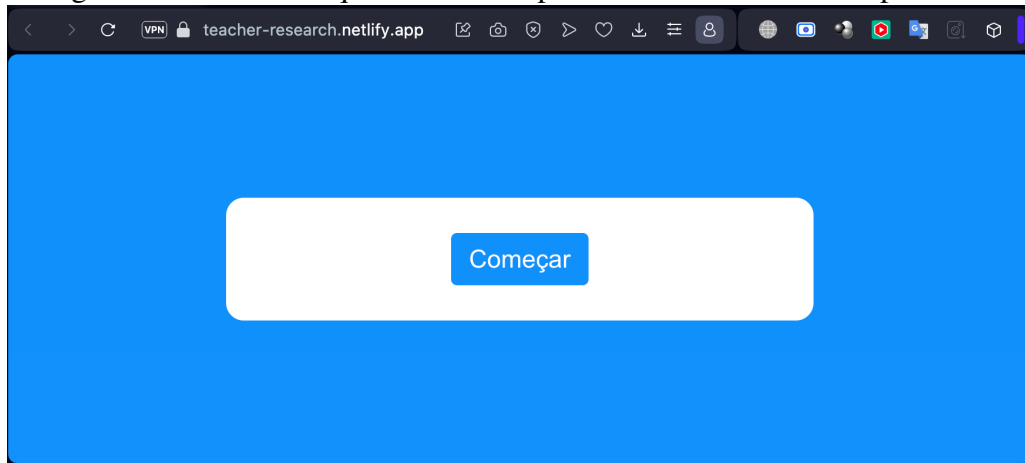


Fonte: Próprio autor

O acesso a pesquisa poderia ser feito por acesso direto ao link informado no corpo do e-mail ou dentro do próprio convite ou através do QR-code contido no convite. Uma captura de tela da interface do portal de pesquisa é apresentada na Figura 12.

O site foi concebido com base em um template do Bootstrap, integrado ao Firebase para viabilizar a administração e a distribuição aleatória e equilibrada dos usuários nos ambientes propostos. A interconexão entre o banco de dados e a plataforma web foi efetuada por meio do framework ReactJS, e esta solução foi incorporada na seção da plataforma destinada ao acesso aos links dos formulários. A seguir, apresentamos um trecho do código React JS

Figura 12: Site inicial que redireciona para um dos três ambientes possíveis



Fonte: Próprio autor

associado ao evento do botão que direciona ao ambiente experimental na Figura 13.

Embora a plataforma demonstrasse uma boa responsividade e compatibilidade com uma variedade de dispositivos móveis e navegadores, nas ocasiões em que algum participante enfrentava dificuldades de acesso à página do experimento, a recomendação fornecida era de optar por outro navegador ou, alternativamente, por um computador.

Um desafio técnico identificado relacionava-se ao gerenciamento de balanceamento nos formulários. Uma vez acionado o link de início da pesquisa pelo participante, o contador automaticamente registrava um incremento para o ambiente determinado. Portanto, se o participante interrompesse a pesquisa em seu curso ou optasse por abandoná-la, o registro já havia sido computado para o ambiente em questão. Como medida corretiva, foram conduzidas inspeções periódicas nas respostas submetidas e subsequentes ajustes nos índices de cada ambiente no Firebase, visando assegurar o equilíbrio na coleta das respostas.

5.4.2 Fase 2 - Preparação

Durante a fase de preparação, os docentes receberão instruções acerca do objeto de investigação do experimento. Ao manifestarem concordância em contribuir, seus endereços de correio eletrônico serão catalogados. Tal procedimento decorre de uma recomendação do comitê de ética, que identificou a necessidade de transmissão de um comprovante e diretrizes quanto ao armazenamento das respostas prestadas durante todas as etapas da investigação em que se envolveram. Ao permitir a retenção do e-mail para a remessa de uma cópia do

Figura 13: Site inicial que redireciona para um dos três ambientes possíveis

```
const retornarPagina = () => {  
  
  if (valAut === valSem && valSem === valMan) {  
    random = randomico(3) + 1  
    if (random == 1) {  
      valAut = valAut + 1  
      userRef.update({  
        automatico: valAut  
      })  
      window.open('https://pibiti-automatizado.netlify.app', '_blank')  
    } else if (random == 2) {  
      valSem = valSem + 1  
      userRef.update({  
        semiautomatico: valSem  
      })  
      window.open('https://pibiti-manual.netlify.app', '_blank')  
    } else {  
      valMan = valMan + 1  
      userRef.update({  
        manual: valMan  
      })  
      window.open('https://pibiti-semiautomatizado.netlify.app', '_blank')  
    }  
  }  
}
```

Fonte: Próprio autor

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE para Docentes (disponível na seção de Anexos), o docente ratifica sua anuência à participação no experimento. Em seguida, a investigação é estruturada em seções de questionários, as quais correspondem a algumas das fases estipuladas para o experimento.

5.4.3 Fase 3 - Dados pessoais

Na terceira fase, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Comitê de Ética, somente foram coletados dados relativos ao gênero dos participantes. A fim de garantir a confidencialidade e a segurança das informações, detalhes como nomes e localizações foram excluídos. Tais medidas, alinhadas às recomendações do referido comitê, têm por objetivo não apenas proteger os dados sensíveis, mas também assegurar a veracidade da participação, certificando-se de que o convite enviado por e-mail foi de fato aceito por um docente ou por alguém com experiência prévia em docência. Adicionalmente, as informações coletadas nesta etapa fornecem indicativos sobre o grau de compreensão dos participantes acerca do

tema proposto no estudo.

5.4.4 Fase 4 - Conceitos Básicos

Na quarta etapa, incorporou-se ao experimento uma seção intitulada "Conceitos Básicos". Nesta seção, elucidaram-se e definiram-se certos termos essenciais para a construção do ambiente e para a compreensão do objeto de estudo das hipóteses propostas. Os conceitos foram expostos aos docentes da seguinte forma:

- Demanda Mental – atividade mental requerida para a realização do trabalho.
- Demanda Física – atividade física requerida para a realização do trabalho.
- Demanda Temporal – nível de pressão imposto para a realização do trabalho.
- Performance – nível de satisfação com o desempenho pessoal para a realização do trabalho.
- Esforço – o quanto que se tem que trabalhar física e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.
- Nível de Frustração – nível de fatores que inibem a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).
- Recomendação: É a oferta de recursos educacionais, que o sistema sugere ao professor.
- Explicação: É o que justifica o motivo pelo qual a recomendação de resposta foi enviada ao professor.
- Transparência: É a exposição de quem fez a recomendação, seja o professor ou o sistema.

Os conceitos apresentados nessa fase é de suma importância para validar o nível de entendimento do professor sobre os conceitos a serem investigados na pesquisa, os conceitos abordados foram: Demanda Mental; Demanda Física; Demanda Temporal; Performance; Esforço; Nível de Frustração; Recomendação; Explicação e Transparência, foram atribuídos cada um deles a uma escala de 1 (Discordo plenamente) até 5 (Concordo plenamente) para avaliar o entendimento dos conceitos expostos.

5.4.5 Fase 5 - Instruções do Questionário

Na fase 5, orienta-se o docente a considerar um cenário simulado de acompanhamento pedagógico. Em cada ambiente proposto, os educadores são expostos à mesma configuração contextual. Contudo, a modalidade de intervenção varia conforme as ferramentas de feedback concebidas para aquele ambiente específico. Ressalta-se que o docente avalia somente um dos três ambientes, sendo designado de forma aleatória pelo site do experimento.

No contexto das instruções da simulação, o professor (participante da pesquisa), precisa acompanhar o desempenho pedagógico dos alunos por meio das interações e garantir que as demandas dos estudantes sejam atendidas em uma plataforma educacional, composta por cursos de português.

Utilizando uma plataforma educacional, o professor acompanha as postagens dos alunos como forma de auxiliar na aprendizagem. Baseando-se nas postagens e interação dos alunos, a plataforma oferece tipos de intervenções de recomendações de recursos, através de feedbacks para os alunos, através de parâmetros cadastrados na plataforma de ensino.

O contexto apresentado foi pensado para que o professor participante não apenas considere uma turma e sim um conjunto mais amplo de alunos que ele deveria acompanhar e intervir seja na sua falta de participação na plataforma levando em consideração a sua percepção da carga de trabalho e tempo de dedicação nas intervenções e acompanhamento na plataforma. Na sequência é apresentada uma explicação base de cada ambiente e o conjunto de telas da simulação de criação e acompanhamento de cada ambiente.

Ao acessar o formulário inicial de cada ambiente, o docente fará a leitura do TCLE com todas as instruções referente ao instrumento de pesquisa e orientações definidas pelo Comitê de Ética. Para o prosseguimento na pesquisa será necessário aceitar o termo para seguir para etapa seguinte onde terá acesso aos conceitos básicos já comentados na Fase 4.

Envio de Feedback no Ambiente Manual (AM) – O professor participante do experimento, recebeu o seguinte texto: "Você na condição de docente de uma disciplina num ambiente virtual educacional com muitos alunos tem como objetivo de enviar feedback para cinco discentes com dúvidas em determinado assunto. Os discentes estão com dúvidas no assunto de "divisão silábica" e enviaram dúvidas no ambiente virtual onde você como docente vai ajudá-los no esclarecimento de dúvidas sobre o tópico em tela.

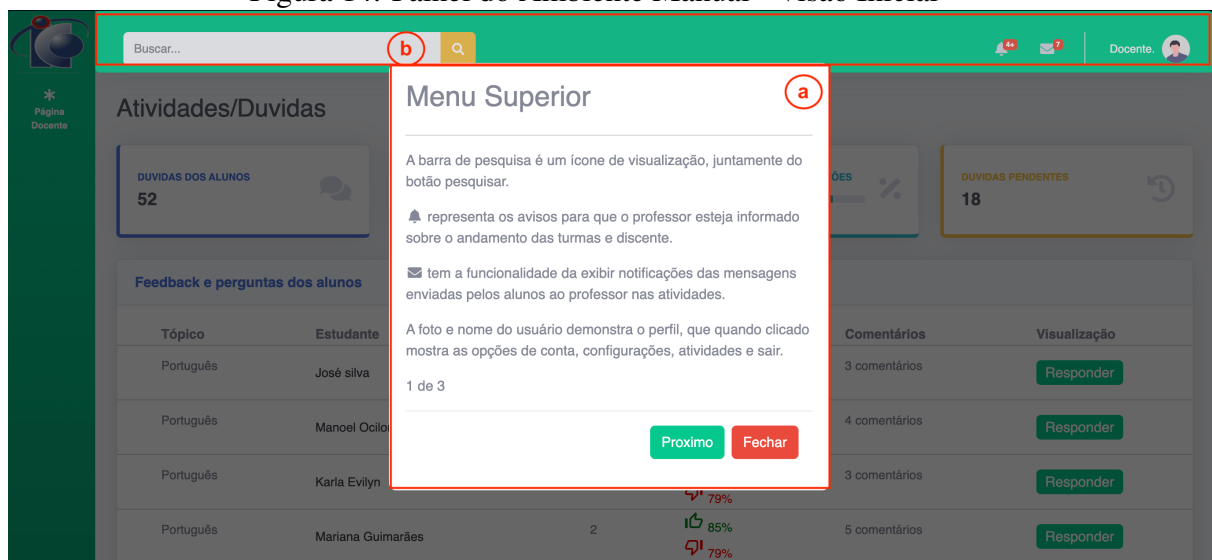
Fique livre para responder a quantos você desejar. Você terá acesso ao protótipo no

link fornecido ao final da descrição. Não será necessário criar conta ou fazer login. Os dados apresentados foram usados para simular o problema de pesquisa e evidências das dificuldades enfrentadas por discentes em ambientes virtuais.

Este protótipo traz instruções iniciais sobre como interagir. No entanto, você é encorajado a navegar e explorar a ferramenta conforme achar adequado, tendo em vista o objetivo previamente descrito. A fim de coletarmos informações relevantes sobre sua experiência, solicitamos que observe as imagens apresentadas a seguir e responda às questões pertinentes sobre sua percepção de tempo e carga de trabalho associada ao uso desta plataforma. Destacamos que a plataforma permite a personalização do feedback conforme a necessidade individual de cada aluno."

Em seguida, o professor participante do experimento observou uma sequência de telas da plataforma simulada para o envio dos feedbacks, que no caso, vai atualizando o painel com o número de solicitações atendidas em cada seção abordadas na simulação. No ambiente manual, o professor participante da pesquisa, observa a tela de visão inicial do ambiente onde se depara com um mini-tutorial explicando cada seção do sistema, conforme a Figura 14.

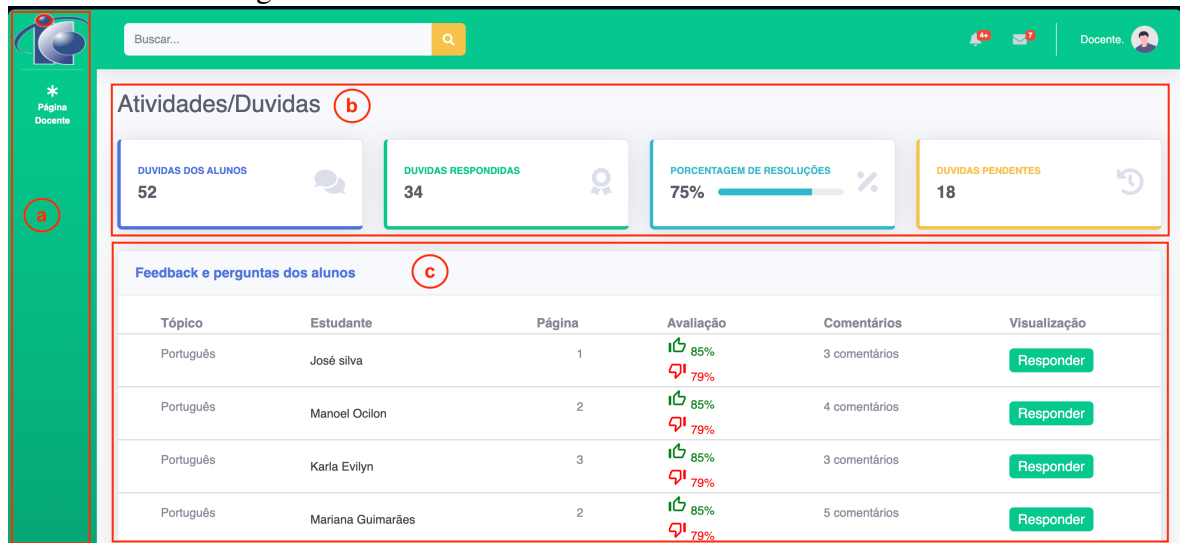
Figura 14: Painel do Ambiente Manual - Visão Inicial



Fonte: Próprio autor

Na interface inicial do painel manual, o educador dispõe da funcionalidade de fornecer feedbacks aos discentes. Estes estão organizados conforme o nome dos estudantes e categorizados pelo tópico do curso no fórum da simulação. A elaboração desses feedbacks ocorre

Figura 15: Painel do Ambiente Manual - Áreas do Painel



Fonte: Próprio autor

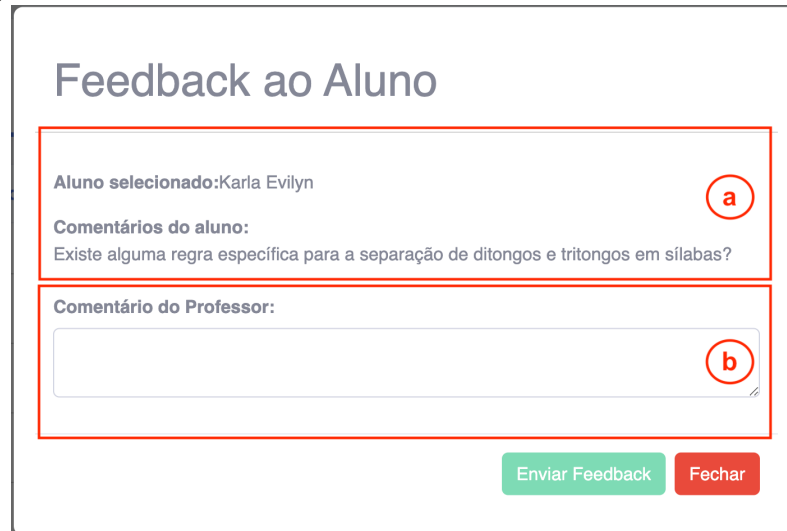
na subseção "Feedback e perguntas dos alunos", ilustrada na Figura 15 (item c).

Na parte central, a interface disponibiliza um *dashboard* com métricas relevantes, apresentando informações quantitativas relacionadas às dúvidas dos alunos, às dúvidas respondidas, ao percentual de questões resolvidas e à contagem de dúvidas ainda pendentes, na Figura 15 (item b).

Ao selecionar um discente para visualizar sua postagem, ao acionar o botão de detalhes, uma janela modal é exibida. Neste modal, existe um campo destinado para comentários do professor, que pode ser empregado para o envio de feedback ao discente em questão. Após a inserção dos comentários pertinentes, o educador possui a alternativa de confirmar o envio do feedback ou cancelar a operação, conforme ilustrado na Figura 16.

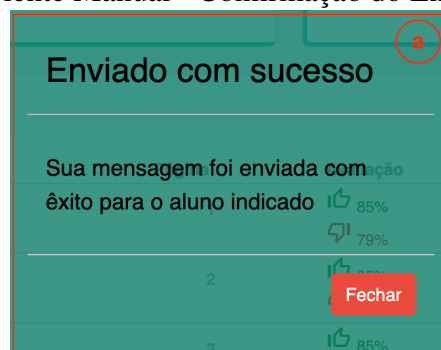
Caso opte pelo envio, será exibida uma mensagem de sucesso e o professor será direcionado ao painel de postagens onde o contador mostrará o número de solicitações atendidas, na Figura 17.

Figura 16: Painel do Ambiente Manual - Visão do Envio de Feedback



Fonte: Próprio autor

Figura 17: Painel do Ambiente Manual - Confirmação do Envio do Feedback Individual



Fonte: Próprio autor

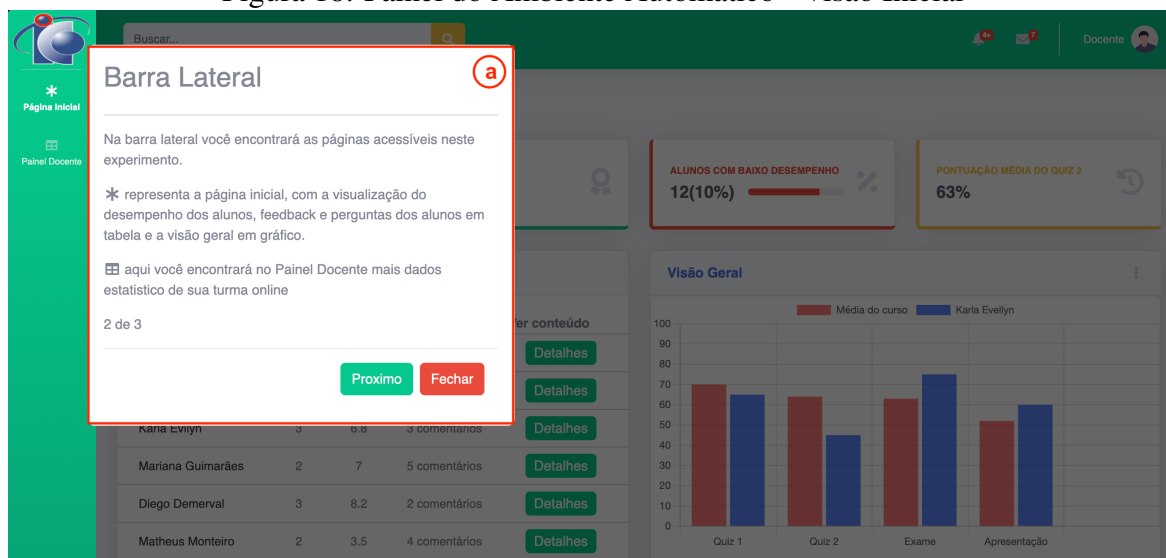
Envio de Feedback no Ambiente Automatizado (AA) – O professor selecionado para o experimento recebeu as seguintes instruções: "Neste ambiente, que se utiliza de técnicas de automação e recomendação de feedbacks, sua atuação enquanto educador será primariamente a de monitoramento e confirmação. As notificações das ações, gerenciadas pelo próprio sistema da plataforma, serão exibidas para você sem que haja uma intervenção direta. A automação, neste contexto, opera com base em configurações mínimas e padrões de interação para determinar os feedbacks ou ações que serão encaminhadas aos estudantes.

Ao acessar o painel de dados, você encontrará informações detalhadas, como, por exemplo, quais conjuntos de alunos receberam determinados feedbacks e as subsequentes alterações no desempenho desses alunos em razão das ações implementadas. Na interface seguinte, indicadores de desempenho, com e sem as respectivas intervenções, serão evidenciados.

dos. Também, haverá registros da interação dos alunos com os feedbacks enviados de forma autônoma pela plataforma. Será possível também verificar estatísticas relativas à porcentagem de intervenções realizadas, categorizadas por tipo de envio de feedback, tudo de acordo com os parâmetros estabelecidos nas instruções iniciais."

Após estas orientações, o docente terá a oportunidade de visualizar diretamente a tela do ambiente automatizado, como ilustrado na Figura 18 (item a). Neste momento, um modal explicativo será exibido, proporcionando esclarecimentos acerca de cada seção do site.

Figura 18: Painel do Ambiente Automático - Visão Inicial



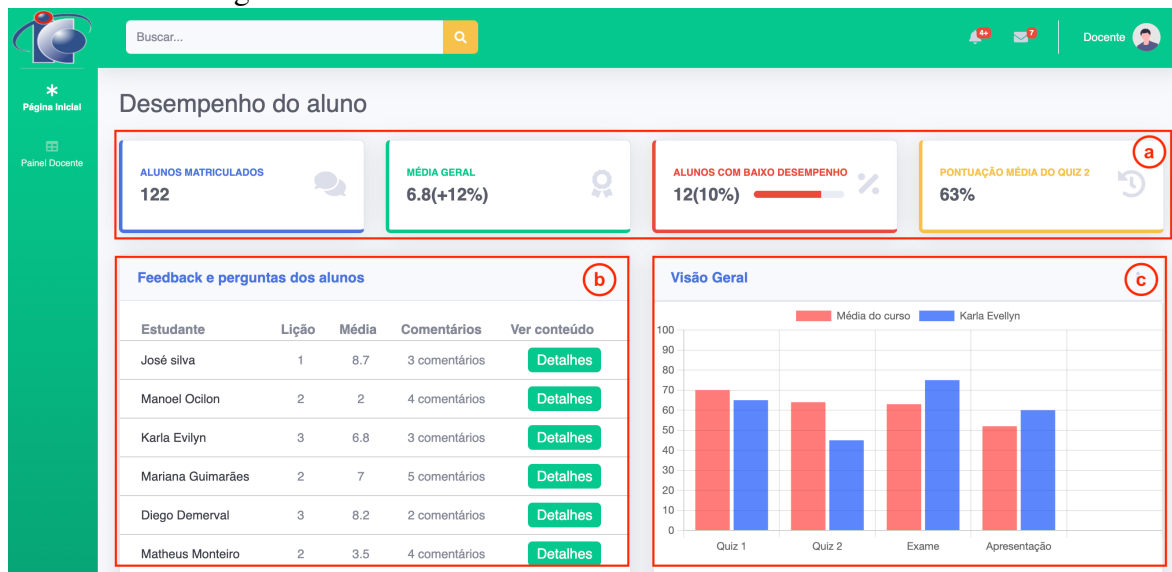
Fonte: Próprio autor

No ambiente automatizado, o docente tem acesso a um painel que fornece uma visão ampla de diversos indicadores. Estes incluem o número de alunos matriculados, a média geral da turma, o percentual de alunos com baixo desempenho e a pontuação percentual da turma em atividades específicas. Tal visão pode ser visualizada na seção "Desempenho do Aluno", conforme demonstrado na Figura 19 (item a).

O sistema apresenta, de maneira organizada, as intervenções realizadas por meio da automação da plataforma. Nessa área, são detalhadas quais ações foram automaticamente enviadas para cada grupo, baseadas nos padrões preestabelecidos de utilização. O docente também pode, de forma prática, visualizar notificações relativas às ações automatizadas, tanto no menu superior quanto na seção intitulada "Visão Geral". Esta última ainda dispõe de um gráfico que contrasta as médias dos estudantes no curso com o desempenho de um aluno selecionado, como pode ser observado na Figura 19 (item c).

A plataforma ainda oferece ao professor uma listagem dos alunos, indicando seus respectivos nomes, médias e comentários postados, conforme ilustrado na Figura 19 (item b). Importante destacar que o sistema concede ao docente a autonomia para fazer ajustes em certos parâmetros, tais como as palavras-chave das postagens e os modelos de feedbacks automatizados.

Figura 19: Painel do Ambiente Automático - Painel Docente



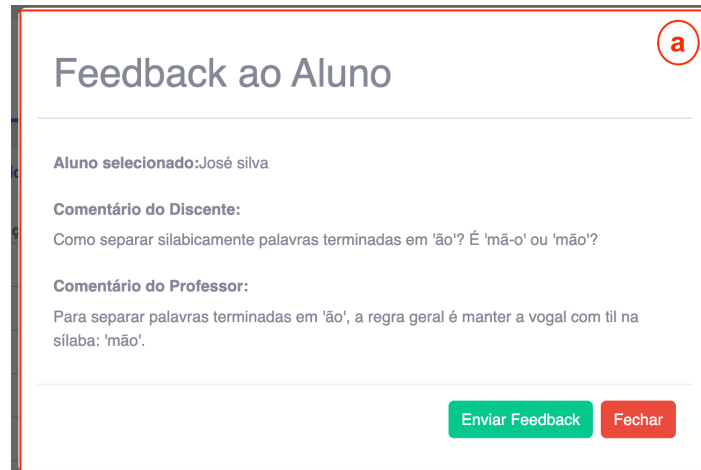
Fonte: Próprio autor

No ambiente em questão, o papel do docente restringe-se ao acompanhamento e à confirmação do feedback previamente disponibilizado. Conforme demonstrado na Figura 20 (item a), não é permitido ao professor alterar a resposta gerada de forma automática.

Uma vez confirmado o envio, uma notificação de sucesso é exibida. Posteriormente, o docente é redirecionado ao painel de postagens, onde um contador exibe o número de solicitações atendidas, como evidenciado na Figura 21. Após esse procedimento, o professor avança para a Fase 6 do experimento.

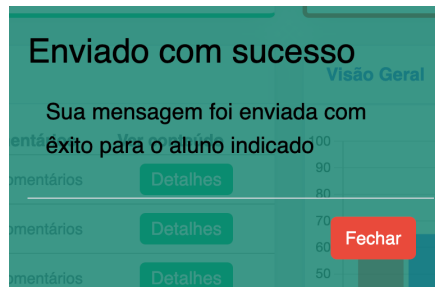
Envio de Feedback no Ambiente Semi-automatizado (AS) – Ao docente envolvido no experimento, foi apresentado o seguinte texto: "Neste ambiente, você, na qualidade de educador, possui uma visão integrada dos ambientes manual e automatizado. As intervenções, particularmente aquelas sugeridas para o envio de cinco feedbacks, dependem de sua confirmação. Isso confere ao docente uma participação ativa no processo de feedback, complementada pelas sugestões automáticas exibidas no painel de dados do sistema. Esta automatização

Figura 20: Painel do Ambiente Automático - Visão do Envio de Feedback



Fonte: Próprio autor

Figura 21: Painel do Ambiente Automático - Confirmação do Envio em lote



Fonte: Próprio autor

opera com base em recomendações previamente cadastradas, as quais são apresentadas ao professor em consonância com os parâmetros estabelecidos nos indicadores de interação. A seguir, uma série de interfaces será apresentada. Caso opte por enviar um feedback proposto pelo sistema automatizado e concorde com o conteúdo sugerido, poderá encaminhá-lo a todos os alunos ou a um grupo selecionado que se encontra listado para recebê-los. Vale ressaltar que os estudantes listados são aqueles com dúvidas pendentes. Durante a etapa de confirmação do envio, você possui a liberdade de modificar as informações do feedback."

A visão inicial do ambiente semi-automatizado é de acordo com o que foi exposto nas instruções para os professores participantes do experimento, sendo que esse ambiente é a proposta de trabalho deste projeto de pesquisa, que combina os recursos manuais e automatizados, para gerar um ambiente de acompanhamento que permita a participação ativa dos professores, na criação e acompanhamento dos feedbacks.

Na visão inicial do ambiente, o participante tem a opção de acompanhar um tutorial

informativo que detalha as seções do site do experimento, como podemos ver na Figura 22.

Figura 22: Painel do Ambiente Semi-automatizado - Visão Inicial



Fonte: Próprio autor

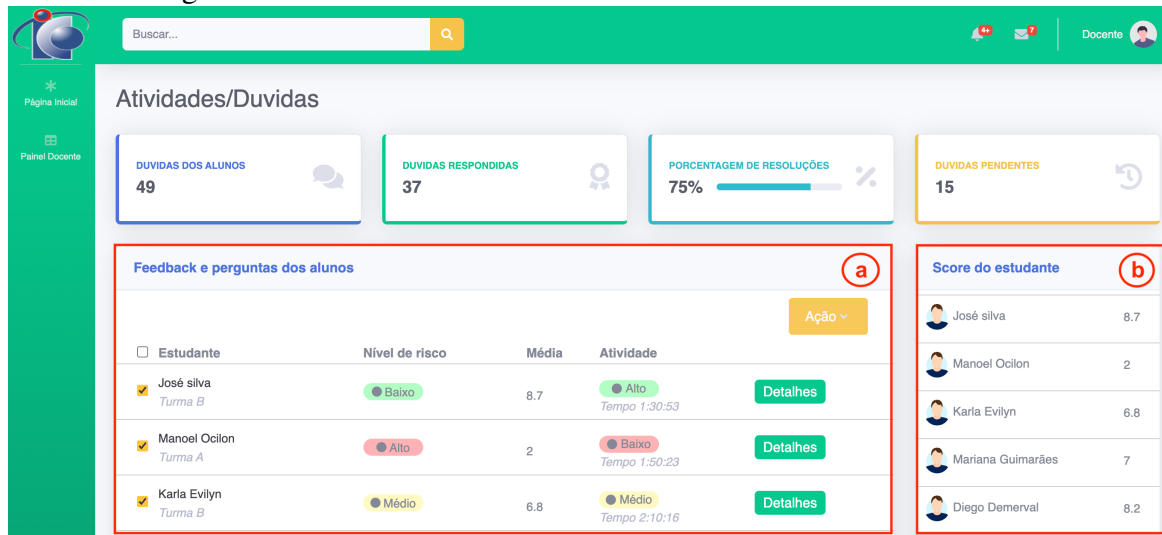
No ambiente semi-automatizado, a interface mescla elementos dos ambientes manual e automatizado. Nesse contexto, o professor, enquanto participante da pesquisa, recebe como sugestões feedbacks gerados por uma Inteligência Artificial. Estes feedbacks, propostos automaticamente, aguardam avaliação e possível confirmação por parte do docente. Consoante a literatura, em particular a obra de (PAIVA et al., 2013), a integração da Inteligência Artificial com a Inteligência Humana, direcionada ao suporte das decisões pedagógicas, potencializa a qualidade da experiência de aprendizado dos discentes.

Ao interagir com a plataforma, o professor é apresentado ao "Score do Estudante", conforme ilustrado na Figura 23 (item b). Além disso, tem acesso a um painel de controle que fornece informações importantes acerca do desempenho dos alunos, indicadores tais como: Dúvidas dos alunos, Dúvidas Respondidas, Percentual de Resolução das dúvidas e a quantidade de Dúvidas Pendentes; Tais métricas são projetadas para embasar o docente no processo decisório, guiando-o sobre as intervenções pedagógicas mais adequadas para cada situação.

Dentro da seção destinada aos feedbacks e questionamentos dos alunos, o docente encontra uma relação dos discentes classificados conforme seu nível de risco nas atividades. Tal registro é acompanhado da média obtida por cada aluno e do tempo despendido por eles em tarefas específicas. Caso deseje fornecer feedback a determinado aluno ou a um grupo,

o professor pode selecionar os respectivos nomes, marcando as caixas de seleção adjacentes e, logo em seguida, acionar o botão de ação, como indicado na Figura 23 (item a).

Figura 23: Painel do Ambiente Semi-automatizado - Painel Docente



Fonte: Próprio autor

Concluindo a interação inicial no ambiente semi-automatizado, o professor visualiza um exemplo prático de sugestão de comentário, direcionado a um grupo de estudantes cujas postagens evidenciam dúvidas similares, em alinhamento ao relatado durante a fase de instruções. A Figura 24 retrata o momento em que o docente opta por enviar feedbacks aos alunos selecionados, seguindo as recomendações automáticas geradas pela plataforma ou adaptar, caso necessário.

Ao acessar a sugestão de feedback proporcionada pelo sistema de automatização, o docente tem a liberdade de modificar integralmente o texto, dado que os campos são editáveis. Também pode determinar se o feedback será encaminhado a todos os alunos que mencionou sobre um determinado tópico da disciplina em questão. O sistema também possibilita a personalização dos templates de feedback conforme os tópicos abordados no curso ou mediante palavras-chave estabelecidas. Nesse contexto, qualquer modificação realizada pelo professor é registrada pelo sistema, otimizando futuras recomendações de feedback que se alinhem aos parâmetros ajustados.

Outra possibilidade, o docente tem a opção de direcionar um feedback a todos os discentes ou a um subconjunto específico que se qualifica para receber tal comentário. A interface exhibe os nomes dos alunos previamente selecionados. Posteriormente à revisão, o profes-

Figura 24: Painel do Ambiente Semi-automatizado - Visão do Envio de Feedback



Feedback ao Aluno

Aluno selecionado: José Silva, Manoel Ocilon, Karla Evilyn, a

Comentário dos Discentes:

Como separar silabicamente palavras terminadas em 'ão'? É 'mã-o' ou 'mão'?, Quando há duas consoantes iguais no meio da palavra, como saber se formam uma ou duas sílabas?, Existe alguma regra específica para a separação de ditongos e tritongos em sílabas?,

Comentário do Professor: b

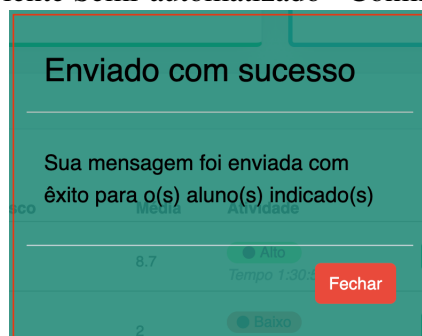
Para separar palavras terminadas em 'ão', a regra geral é manter a vogal com til na sílaba: 'mão'. Duas consoantes iguais no meio da palavra geralmente formam uma só sílaba: 'sol-da-do'. Ditongos (duas vogais juntas) e tritongos (três vogais juntas) não devem ser separados: 'pai', 'saúde'.

Enviar Feedback Fechar

Fonte: Próprio autor

o professor pode optar por confirmar ou cancelar o envio do feedback. Em caso de confirmação, uma mensagem de êxito é exibida. A janela de feedback destinada a um grupo de alunos é ilustrada na Figura 25 (item a).

Figura 25: Painel do Ambiente Semi-automatizado - Confirmação do Envio em Grupo



Fonte: Próprio autor

Prosseguindo com a análise da Figura 24, o professor é encaminhado à Fase 6 do experimento. O propósito das interfaces é simular certos procedimentos referentes à criação, alteração e monitoramento de feedbacks. Caso o docente opte por recusar uma sugestão de feedback, o sistema busca recomendações alternativas para apresentação. Entretanto, dada a

natureza do estudo, cujo escopo se centra na avaliação de hipóteses relacionadas a carga de trabalho e ao tempo de dedicação do professor na plataforma, apenas simulamos o processo de envio de feedbacks para discentes.

5.4.6 Fase 6 - Questionários de percepção

Nesta fase, o docente participante no experimento terá a oportunidade de revisitar a interface do ambiente em que está inserido. Em seguida, será solicitado a ele que preencha um questionário de percepção (disponível na seção de anexos). Este instrumento de coleta de dados é estruturado com itens avaliativos em uma escala que varia de 1 - (Discordo Plenamente) a 5 – (Concordo Plenamente). Além disso, o questionário contém questões discursivas destinadas a identificar perspectivas positivas e negativas sobre o painel (*dashboard*) apresentado. O propósito central desta ferramenta é compreender a percepção do docente a respeito da carga de trabalho e do tempo de dedicação associados ao uso do ambiente experimentado.

Outro instrumento denominado NASA Task Load Index, igualmente localizado na seção de anexos, será preenchido pelo docente. Este questionário tem como finalidade mensurar a carga de trabalho e o tempo dedicado do professor, conforme descrito em (DANIEL, 2020) e (HART; STAVELAND, 1988). O foco reside na percepção do professor em relação ao ambiente em que atuou. Para cada ambiente proposto no experimento, espera-se que os docentes reflitam acerca da simulação e respondam alinhados ao seu entendimento do conceito em questão.

5.4.7 Fase 7 - Processo da Coleta de dados

Durante a etapa de coleta de dados, que ocorreu entre 01 de Agosto e 15 de Setembro de 2023, um convite foi enviado por e-mail a uma lista de docentes. Em virtude de restrições na quantidade diária de mensagens enviadas, a divulgação do questionário da pesquisa estendeu-se por cerca de 5 dias.

Desses dados foram geradas cópias de segurança para garantir a integridade dos registros originais. Já com todas as informações consolidadas, deu-se início ao tratamento e limpeza dos dados.

Concluída a coleta, iniciou-se a etapa de pré-processamento dos dados. Cada ambiente

teve suas respostas compiladas em planilhas distintas, que posteriormente, foram consolidadas em um único arquivo de dados.

Inicialmente, o conjunto de dados continha 25 campos para análise, e para sua codificação, adotou-se uma nomenclatura específica para cada variável do teste NASA TLX a saber: ND_Mental, ND_Física, ND_Temporal, N_Performance, N_Esforço e N_Frustração. Para as perguntas do questionário de percepção, variáveis como "TMP", seguida de um número que representava a seção e a sequência da questão. Ficando mapeado as perguntas da seguinte forma na Tabela 5.

Tabela 5: Conversão das perguntas do questionário de percepção em código
Conversão das perguntas do questionário de percepção em código

Código	Enunciado
TMP-01	Em relação ao tempo de trabalho, o ambiente manual contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedback para os meus alunos?
TMP-02	Em relação ao tempo de trabalho, no ambiente manual, a criação manual de feedback apresentada contribuiria na minha eficiência no envio de feedback para os meus alunos?
SFR-01	Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente manual contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedbacks para os meus alunos?
SFR-02	Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente manual, o envio de feedback criado pelo professor(a), contribuiria no meu acompanhamento da evolução dos alunos?
OBJ-01	Em relação ao tempo de trabalho, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente manual?
OBJ-02	Em relação ao esforço cognitivo, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente manual?

Adicionalmente, dois campos foram incluídos: um identificador da resposta e outro que especificava o ambiente (manual, automatizado ou semi-automatizado) de onde os dados foram coletados.

Na sequência, realizou-se a discretização dos dados em escalas numéricas. As questões de concordância foram ajustadas para uma escala de 1 a 5, enquanto as referentes ao NASA TLX foram acomodadas em uma escala de 1 a 10. Posteriormente, uma nova coluna foi adicionada para identificar os ambientes, com códigos numéricos de 1 a 3, representando, respectivamente, os ambientes automatizado, semi-automatizado e manual.

Os dados referentes às questões abertas foram isolados para posterior análise qualitativa.

Procedeu-se, então, a limpeza do conjunto de dados, removendo-se linhas desnecessárias, ajustando tabulações e preenchendo entradas vazias com NA, de modo a evitar erros na etapa de processamento dos dados.

Finalmente, os dados preparados foram salvos em um arquivo CSV (comma-separated values) e importados em uma aplicação Python para o processamento final.

5.4.8 Fase 8 - Análise dos dados

Nesta fase os dados coletados serão analisados no **Capítulo 6** deste projeto de pesquisa, para a análise dos dados foram implementados alguns métodos estatísticos com ferramentas de análise e linguagem Python e R.

5.4.9 Fase 9 - Apresentação de resultados

Na última fase, serão apresentados os resultados gerais do experimento bem como estão relacionados com as hipóteses levantadas neste projeto de pesquisa, os detalhes da apresentação dos resultados serão expostos no **Capítulo 7**.

5.4.10 Critérios de Inclusão

Professores que utilizam ou utilizaram plataformas educacionais, onde o professor possa desenvolver atividades envolvendo ações em uma plataforma on-line.

5.4.11 Critérios de Exclusão

Professores que não utilizam ou utilizaram plataformas educacionais, onde o professor possa desenvolver atividades envolvendo ações em uma plataforma on-line.

5.5 Riscos

Podem ocorrer riscos físicos relacionados com incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental poderão estar relacionados ao uso do computador por muito tempo. Para minimizar esse risco, a pesquisa será feita de forma clara e objetiva para evitar o uso prolongado do computador ou celular. Existe o risco de quebra de sigilo dos professores com relação aos dados coletados durante o estudo. No entanto, os dados coletados serão todos

anonimizados impedindo a identificação dos participantes da pesquisa. A participação na pesquisa prevê danos à dimensão Psíquica, Social, Cultural do ser humano e Intelectual. Caso venha ocorrer algum dano será encaminhado para o SPA - Serviço de Psicologia Aplicada do UFAL que assumirá este papel.

5.6 Benefícios

Os benefícios esperados através da combinação do uso de inteligência artificial e humana para criação de feedbacks em sistemas educacionais com Learning Analytics irá trazer resultados positivos para os professores em relação a sua carga de trabalho e eficiência na aplicação de um modelo específico de elaboração de feedbacks, contribuindo para proposição de sistemas que possa auxiliar o docente em focar em sua atividade fim. A sociedade poderá ter ganhos de sistemas virtuais educacionais mais efetivos no processo ensino aprendizagem. Ganho de profissionais com a formação mais completa em diversas áreas do conhecimento devido aos trabalhos derivados desta pesquisa.

5.7 Dados Utilizados no Caso de Uso

Com o uso de Inteligência Artificial Generativa foi desenvolvido uma base de dez perguntas e respostas sobre o assunto da disciplina de língua portuguesa. O assunto escolhido para o estudo de caso foi divisão silábica do grupo da Fonologia, por se tratar de uma assunto de fácil compreensão para o grupo alvo do experimento. O prompt usado para a criação dos dados foi:

"Crie 10 parágrafos com até 20 palavras cada com dúvidas sobre o assunto de separação silábica. Em seguida crie outros 10 parágrafos com até 20 palavras cada com as respostas às dúvidas criadas anteriormente."

O propósito de criação da base, além da definição de caso de estudo para o experimento, seria a simulação dos dados de indicadores dos discentes coletados pela LA para gerar feedbacks mais personalizados.

5.8 Metodologia de Análise de Dados

Os dados coletados serão analisados de maneira qualitativa e quantitativa, utilizando-se de métodos estatísticos com o auxílio de ferramentas de softwares voltados para estatística como por exemplo a linguagem Python. Após isso, serão gerados relatórios comparativos para as hipóteses levantadas na pesquisa.

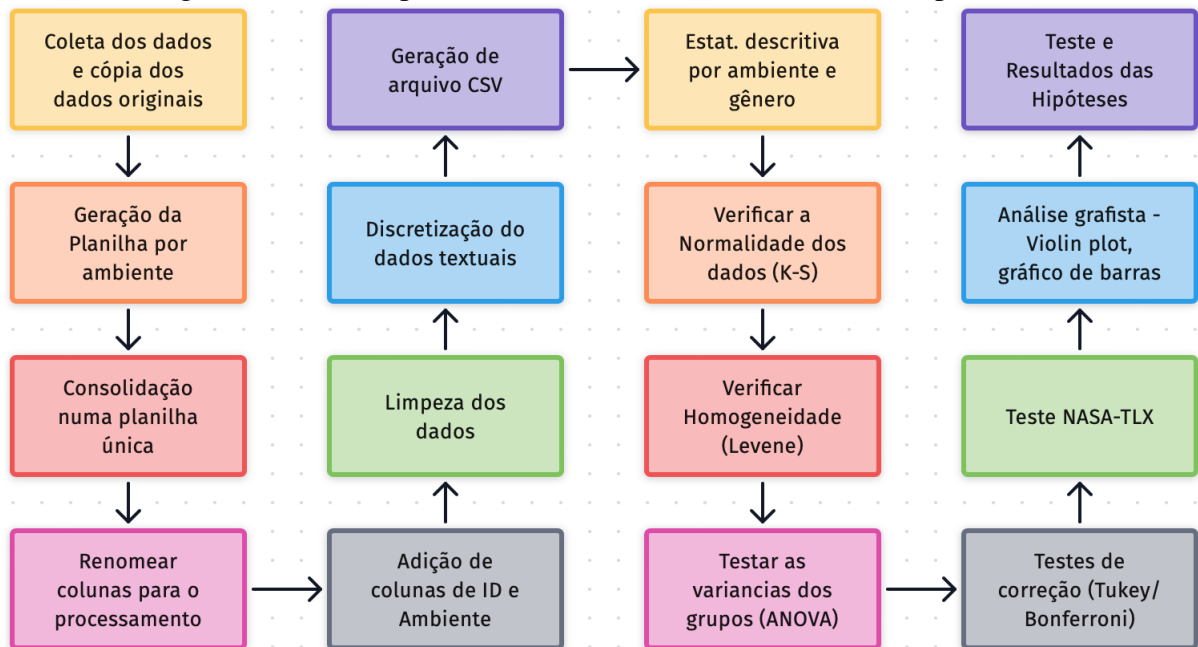
Na imagem da Figura 26 apresenta o caminho trilhado durante a fase de preparação e análise de dados. Nas 8 primeiras etapas serão realizadas a coleta e preparação dos dados já mencionados na Fase 7 do experimento.

Nas etapas 9 a 10 será feita a análise exploratória dos dados buscando verificar se premissas para o Teste ANOVA são atendidas nos dados.

A estatística descritiva dos dados será realizada para fornecer uma visão abrangente da base de dados, analisando a frequência dos respondentes por ambiente e por gênero. As etapas de 9 a 16 abordam a análise quantitativa dos dados e a validação das hipóteses. Inicialmente, a estatística descritiva da base de dados será calculada por ambiente e gênero. Em seguida, os testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S) serão aplicados para avaliar a normalidade dos dados. Para validar a homogeneidade das variâncias será utilizado o teste de Levene. Caso os dados sigam uma normal e sejam homogêneos, o teste ANOVA será empregado para comparação pareada entre os ambientes e os fatores NASA TLX.

Uma seção de análise exploratória foi incorporada para fornecer um entendimento preliminar dos dados e identificar padrões. Uma análise gráfica será feita utilizando o Violin plot, considerando os ambientes e gêneros para os fatores do NASA TLX. Além disso, o teste NASA será calculado e seus resultados analisados por meio de histogramas. Com base nos achados dos testes e análises, será conduzida uma validação das hipóteses. Por fim, os resultados desses testes serão apresentados, indicando se a hipótese nula foi rejeitada ou confirmada.

Figura 26: Passa-a-passo desde a coleta até o resultado das hipóteses



Fonte: Próprio autor

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No experimento, 98 docentes participaram, e ao aplicar o algoritmo de randomização e balanceamento dos três ambientes, a distribuição foi conforme a tabela 6. O ambiente automatizado contou com 34 docentes (34,7%), o ambiente semi-automatizado também com 34 (34,7%), e o ambiente manual com 30 (30,6%).

Tabela 6: Frequências por Ambiente
Frequências por Ambiente

Ambiente	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
manual	30	30.61	100.00
automatizado	34	34.69	34.69
semi-automatizado	34	34.69	69.39
Total	98	100	

Dentre os participantes em relação a declaração do seu gênero 52 (53,06%) são do gênero feminino e 46 (46,9,7%) são do gênero masculino. A distribuição da coleta dos dados em relação ao gênero por ambiente, ficou conforme a tabela 7.

Tabela 7: Frequências por Gênero por Ambiente
Frequências por Gênero

Ambiente	Gênero	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
manual	Feminino	15	50.0	50.0
	Masculino	15	50.0	100.0
	Total	30	100.0	
automatizado	Feminino	18	52.9	52.9
	Masculino	16	47.1	100.0
	Total	34	100.0	
semi-automatizado	Feminino	19	55.9	55.9
	Masculino	15	44.1	100.0
	Total	34	100.0	

6.1 Análises Qualitativa dos Ambientes

Os docentes envolvidos participaram de uma avaliação empregando uma escala Likert de 5 pontos, objetivando mensurar o grau de concordância em relação ao tempo de dedicação

e à carga cognitiva associados às atividades propostas no ambiente delineado. Foram quantificados aspectos referentes ao tempo de trabalho relacionado à produtividade dos docentes no ambiente em questão; ao tempo de trabalho em consonância com a eficiência docente no mesmo ambiente; à demanda cognitiva em relação à produtividade docente no contexto; e à demanda cognitiva associada à supervisão discente no referido ambiente. A seguir, serão apresentados resultados obtidos com base na escala previamente mencionada.

Na fase 5, denominada "Instrução", os docentes foram expostos a uma simulação pedagógica envolvendo uma turma apresentando diversas dúvidas. Após a análise da metodologia de intervenção empregada pela simulação, especificamente no que tange ao envio de feedback pertinente, os docentes foram direcionados à sexta etapa, intitulada "Questionário de Percepção". Neste segmento, responderam a quatro questões voltadas à sua percepção referente ao tempo dedicado e à carga de trabalho associada à elaboração e monitorização dos dados dos discentes simulados, culminando na transmissão do feedback apropriado.

Os itens correspondentes ao "Questionário de Percepção" foram submetidos a um processo de codificação visando a otimização e padronização da matriz de dados acumulados. Utilizou-se para tal a escala Likert de 5 pontos, estruturada da seguinte forma: 1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo plenamente. Assim, para cada ambiente delineado, os participantes emitiram respostas baseadas em suas percepções ao interagir com o ambiente de simulação. Os dados codificados foram então categorizados conforme a seguinte organização:

- O item TMP-01: "Investiga as resposta da seguinte pergunta: Em relação ao tempo de trabalho, o ambiente em questão, contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedback para os meus alunos?"
- O item TMP-02: Analisa as respostas da questão: "Em relação ao tempo de trabalho, no ambiente em questão, a criação de feedback apresentada, contribuiria na minha eficiência no envio de feedback para os meus alunos?"
- O item SFR-01: Investiga acerca das respostas na pergunta: "Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente em questão contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedbacks para os meus alunos?"

- O item SFR-02: Faz observações sobre as respostas da seguinte assertiva: "Em relação ao esforço cognitivo, no ambiente em questão, o envio de feedback criado pelo professor(a), contribuiria no meu acompanhamento da evolução dos alunos?"

Foram incluídas também duas perguntas abertas, abordando aspectos positivos ou negativos dos ambientes empregados no que tange ao carga de trabalho e ao tempo de dedicação docente. Os itens foram codificados e os dados estruturados da forma subsequente:

- O item OBJ-01: Avalia os aspectos positivos ou negativos do ambiente no que se refere ao tempo dedicado ao trabalho.
- O item OBJ-02: Avalia os aspectos positivos ou negativos do ambiente em relação à carga de trabalho durante o execução.

6.1.1 Análise dos dados obtidos a partir do questionário de percepção docente (Escala Likert)

Na tabela 8, temos o agrupamento estatística descritiva da escala Likert de 5 pontos, referente aos campos TMP-01 e TMP-02 que analisam a percepção dos professores do tempo de trabalho em relação a sua produtividade e sua eficiência no ambiente que ele participou do experimento.

Na tabela 9, temos a tabela de frequência o campo TMP-01 por ambiente, onde é possível ter um retorno positivo dos professores em relação ao tempo de dedicação ao utilizar os ambientes simulados: automatizado; manual e semi-automatizado na plataforma, para criar e enviar feedbacks, em relação a sua produtividade no trabalho. Sendo que o ambiente automatizado, demonstra o melhor resultado para os professores.

Na tabela 10, temos a tabela de frequência o campo TMP-02 por ambiente, onde é possível ter um retorno positivo dos professores em relação ao tempo de dedicação ao utilizar os ambientes simulados: automatizado; manual e semi-automatizado na plataforma, para criar e enviar feedbacks, em relação a sua eficiência no trabalho. Sendo que o ambiente "automatizado" tem o maior percentual acumulado nas categorias Likert 4 e 5, o que indica que uma parcela significativa dos professores percebe um tempo de dedicação em relação à eficiência positiva nesse ambiente. Isso significa que, em geral, os professores têm uma visão mais positiva do ambiente automatizado em relação ao tempo de dedicação e eficiência.

Tabela 8: Estatísticas descritivas da Percepção do Tempo de Trabalho dos Professores em Relação a Produtividade e Eficiência

Estatística descritiva de TMP-01 e TMP-02

	TMP-01			TMP-02		
	Automa- tizado	Manual	Semi- automa- tizado	Automa- tizado	Manual	Semi- automa- tizado
Contagem	34	30	34	34	30	34
Média	4.05	3.39	3.91	3.88	3.53	3.97
Desvio Padrão	0.81	1.16	1.11	0.80	0.92	0.90
Variância	0.66	1.35	1.23	0.65	0.85	0.81
Moda	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mediana	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
Mínimo	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
Máximo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
25% percentil	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
50% percentil	4.00	3.50	4.00	4.00	4.00	4.00
75% percentil	4.75	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00

Na tabela 11, temos o agrupamento estatística descritiva da escala Likert de 5 pontos, referente aos campos SFR-01 e SFR-02 que analisam a percepção dos professores do esforço cognitivo em relação a sua produtividade e ao seu acompanhamento do rendimento dos alunos, no ambiente que ele participou do experimento.

Na tabela 12, temos a tabela de frequência o campo SFR-01 por ambiente, onde é possível ter um retorno positivo dos professores em relação ao esforço cognitivo ao utilizar os ambientes simulados: automatizado; manual e semi-automatizado na plataforma, para criar e enviar feedbacks, em relação a sua produtividade no trabalho. Sendo que o AA tem o maior percentual acumulado nas categorias Likert 4 e 5, o que indica que uma parcela significativa dos professores percebe um esforço cognitivo em relação à produtividade positiva nesse ambiente.

Na tabela 13, temos a tabela de frequência o campo SFR-02 por ambiente, onde semelhantemente ao SFR-01, em relação ao acompanhamento do rendimento dos alunos no trabalho. Sendo que o AA tem o maior percentual acumulado nas categorias Likert 4 e 5, o que indica uma melhor percepção dos professores em relação ao acompanhamento dos alunos nesse ambiente.

Também foi desenvolvida uma Validação Adicional incluída nas pesquisas qualitativas

Tabela 9: Percepção do Professor do Tempo de Dedicação em relação à Produtividade nos Ambientes (TMP-01)

Frequências por Percepção do Professor do Tempo de Dedicação em relação a Produtividade

Ambiente	Likert	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
automatizado	1	0	0.0	0.0
	2	3	8.8	8.8
	3	1	2.9	11.7
	4	21	61.7	73.5
	5	9	26.4	100.0
	Total	34	100.0	
manual	1	2	6.6	6.6
	2	4	13.3	20.0
	3	8	26.6	46.6
	4	11	36.6	83.3
	5	6	16.6	100.0
	Total	30	100.0	
semi-automatizado	1	2	5.8	5.8
	2	2	5.8	11.7
	3	4	11.7	23.5
	4	15	44.1	67.6
	5	11	32.3	100.0
	Total	34	100.0	

com duas perguntas abertas solicitando a opinião dos docentes em relação a pontos positivos e negativos sobre a demanda mental e demanda temporal visando entender melhor as percepções dos professores em relação à carga de trabalho e aos ambientes de apresentação.

Na Tabela 14 é apresentada a frequência de palavras para primeira pergunta aberta do questionário de percepção (OBJ-01). As palavras com maior frequência encontradas nesses ambientes são: estudante, tempo, feedback, trabalho, docente. Isso pode indicar a preocupação do docente com seu alunado, enfatizando o tempo dedicado à elaboração de feedback, que no final pode impactar em sua própria carga de trabalho.

Na Tabela 15 é apresentada a frequência de palavras para segunda pergunta aberta do questionário de percepção (OBJ-02). As palavras com maior frequência encontradas nesses ambientes são: estudante, esforço, respostas, docente, cognitivo, feedback. Semelhante à questão anterior, pode ser um indicativo de cuidado do professor para com seus alunos, le-

Tabela 10: Percepção do Professor do Tempo de Dedicação em relação a Eficiência nos Ambientes(TMP-02)

Frequências por Percepção do Professor do Tempo de Dedicação				
Ambiente	Likert	Frequência Percentual		Percentual Acumulado
automatizado	1	0	0.0	0.0
	2	3	8.8	8.8
	3	4	11.7	20.5
	4	21	61.7	82.3
	5	6	17.6	100.0
	Total	34	100.0	
manual	1	0	0.0	0.0
	2	5	16.6	16.6
	3	6	20.0	36.6
	4	16	53.3	90.0
	5	3	10.0	100.0
	Total	30	100.0	
semi-automatizado	1	0	0.0	0.0
	2	3	8.8	8.8
	3	5	14.7	23.5
	4	16	47.0	70.5
	5	12	29.4	100.0
	Total	34	100.0	

vando em consideração o esforço cognitivo demandado para responder às dúvidas da turma.

6.2 Análise Exploratória de Dados

Nesta seção foi realizada uma análise exploratória dos dados visando encontrar padrões e relações nos dados permitindo extrair insights iniciais que possam dar suporte ao plano de análise estatística. O gráfico de violino a seguir foi construído do com dados dos respondentes sobre os 6 fatores do questionário NASA TLX por ambiente numa escala 1 a 10.

Ao analisar o gráfico na Figura 27 da dimensão Demanda Mental (ND_Mental) do AS apresenta maior valor, com a mediana no ponto mais alto e um range menor no Q3. A mediana está um pouco acima da metade da escala, sugerindo que a percepção média de demanda mental é moderada a alta. Sua dispersão é de tamanho moderado, indicando uma variação média na percepção da demanda mental entre os respondentes. Dada a posição da mediana, parece que a maioria dos respondentes sente uma demanda mental ligeiramente acima da

Tabela 11: Estatísticas descritivas da Percepção do Tempo de Trabalho dos Professores em Relação a Produtividade e Eficiência

Estatística descritiva de SFR-01 e SFR-02

	SFR-01			SFR-02		
	Automa- tizado	Manual	Semi- automa- tizado	Automa- tizado	Manual	Semi- automa- tizado
Contagem	34	30	34	34	30	34
Média	3.74	3.64	3.79	4.03	3.96	3.76
Desvio Padrão	1.08	1.10	1.07	0.67	0.84	0.92
Variância	1.17	1.20	1.14	0.45	0.70	0.85
Moda	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mediana	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Mínimo	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00
Máximo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
25% percentil	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.25
50% percentil	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
75% percentil	4.00	4.00	4.75	4.00	4.00	4.00

Tabela 12: Percepção do Professor do Esforço Cognitivo em Relação a Produtividade nos Ambientes(SFR-01)

Frequências por Percepção do Professor

Ambiente	Likert	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
Automatizado	1	1	2.9	2.9
	2	5	14.7	17.6
	3	4	11.7	29.4
	4	16	47.0	76.4
	5	8	23.5	100.0
	Total	34	100.0	
Manual	1	2	6.9	6.9
	2	2	6.9	13.7
	3	6	20.6	34.4
	4	14	48.2	82.7
	5	6	17.2	100.0
	Total	30	100.0	
Semi-automatizado	1	1	2.9	2.9
	2	4	11.7	14.7
	3	6	17.6	32.3
	4	14	41.1	73.5
	5	9	26.4	100.0
	Total	34	100.0	

Tabela 13: Percepção do Professor do Esforço Cognitivo em Relação ao Acompanhamento do Rendimento dos Aluno nos Ambientes (SFR-02)

Frequências por Acompanhamento de rendimento

Ambiente	Likert	Frequência	Percentual	Percentual Acumulado
automatizado	1	0	0.0	0.0
	2	0	0.0	0.0
	3	7	20.6	20.6
	4	19	55.9	76.5
	5	8	23.5	100.0
	Total	34	100.0	
manual	1	1	3.4	3.4
	2	1	3.4	6.9
	3	2	6.9	13.7
	4	20	68.9	82.7
	5	6	17.2	100.0
	Total	30	100.0	
semi-automatizado	1	0	0.0	0.0
	2	5	14.7	14.7
	3	4	11.7	26.4
	4	18	52.9	79.4
	5	7	20.5	100.0
	Total	34	100.0	

média ao usar o AS. Os AA e AM têm medianas similares, mas o AA tem uma amplitude maior, indicando uma variação mais ampla nas respostas. A mediana no AA está um pouco abaixo de 6. A distribuição dos dados é mais dispersa do que no AM, indicado pelo Q3 maior. O AM parece ter uma demanda mental mais consistente e previsível, pois o Q1 é mais compacto e sem a evidência de outliers. Em geral, a demanda mental parece estar na metade superior da escala em todos os três ambientes. Isso pode sugerir que, independentemente do nível de automação, os usuários ainda tem uma demanda mental significativa ao interagir com o sistema no envio de feedbacks.

Na análise do gráfico da dimensão Física (ND_Física) o AM apresenta a maior demanda física, com a mediana no ponto mais alto, e tem uma abrangência maior, indicando uma variação de amplitude nas respostas. Os AA e AS têm medianas similares e bem abaixo do AM. O AS parece ter uma demanda física mais consistente e previsível, pois o Q1 é mais compacto. Não há evidência de outliers nos ambientes para essa dimensão. AM tem a

Tabela 14: Frequência de palavras por ambiente para variável OBJ-01
Frequências de palavras em OBJ-01

Manual		Automatizado		Semi-automatizado		Total	
Palavras	Freq.	Palavras	Freq.	Palavras	Freq.	Palavras	Freq.
estudante	16	estudante	17	tempo	19	estudante	47
tempo	10	tempo	12	estudante	14	tempo	41
feedback	6	trabalho	9	trabalho	6	feedback	20
dúvidas	6	feedback	8	feedback	6	trabalho	20
trabalho	5	docente	7	docente	6	docente	18
docente	5	automatizado	7	respostas	5	respostas	11

Tabela 15: Frequência de palavras por ambiente para variável OBJ-02
Frequências de palavras em OBJ-02

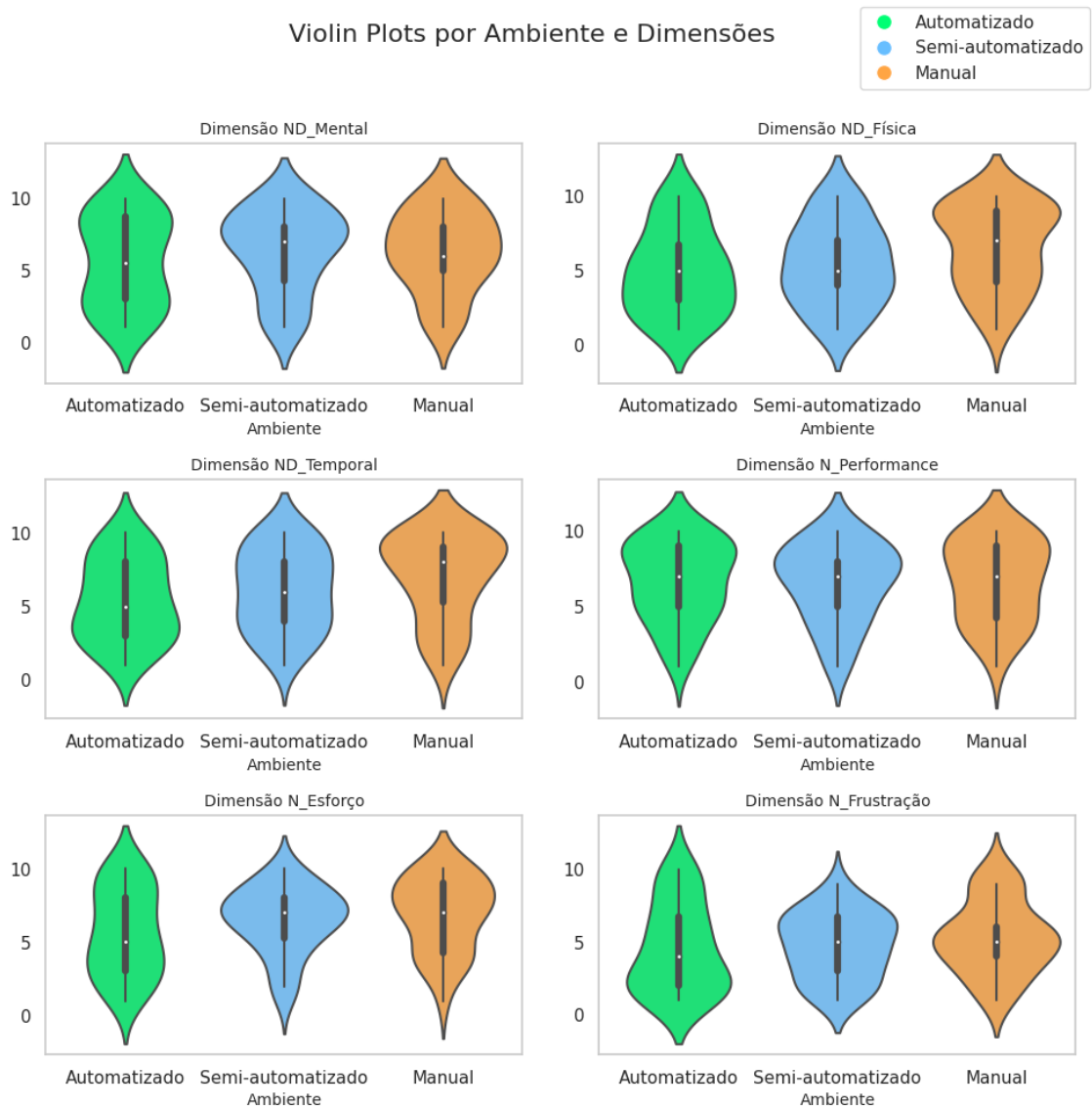
Manual		Automatizado		Semi-automatizado		Total	
Palavras	Freq.	Palavras	Freq.	Palavras	Freq.	Palavras	Freq.
estudante	13	estudante	13	estudante	13	estudante	39
esforço	8	docente	6	esforço	9	esforço	18
cognitivo	6	automatizado	4	cognitivo	7	respostas	18
docente	4	feedback	4	maior	4	docente	14
podem	3	aprendizagem	4	tempo	4	cognitivo	14
atividades	3	tudo	3	docente	4	feedback	10

maior mediana em relação aos demais ambientes. O AA tem a distribuição concentrada em valores mais baixos. Esta concentra-se por ser o resultado da demanda física empregada na confecção de feedback para os alunos, ao passo que o AA simplifica esta tarefa.

No gráfico da Demanda Temporal (ND_Temporal) novamente, o AM tem a maior demanda temporal, com a mediana no ponto mais alto, apresentando uma dispersão menor em comparação aos outros ambientes. Os AS e AA possuem medianas próximas, mas o AA tem um range maior. O AS fica no meio entre os outros ambientes o que indica que a junção das funcionalidade do AA com a liberdade do AM equilibra essa balança na relação do tempo no envio de feedback. O AM foi destacado pelos participantes como aquele com a maior exigência de tempo. A mediana se destaca como a mais elevada entre todos os cenários e dimensões avaliadas pelo NASA TLX. A tarefa de elaborar e enviar feedbacks é demorada, e isso foi ressaltado pelos participantes.

O Nível de Performance (N_Performance) apresentado na Figura 27 medianas iguais para os 3 ambientes. O AM apresenta a maior amplitude nas respostas enquanto o AS tem uma amplitude mais compacta. A justificativa para similaridade em todos os ambientes pode ser

Figura 27: Gráfico Violin Plot das dimensões por Ambiente



Fonte: Próprio autor

indicada pela facilidade dos docentes em operar sistemas do tipo do AM. Essa familiaridade atribui uma maior performance às atividades repetitivas sendo executadas a longo prazo. Para o AA, as facilidades oferecidas nos ambientes virtuais colaboram para que as atividades sejam executadas com a maior rapidez, mas sem levar em consideração a qualidade do feedback enviado.

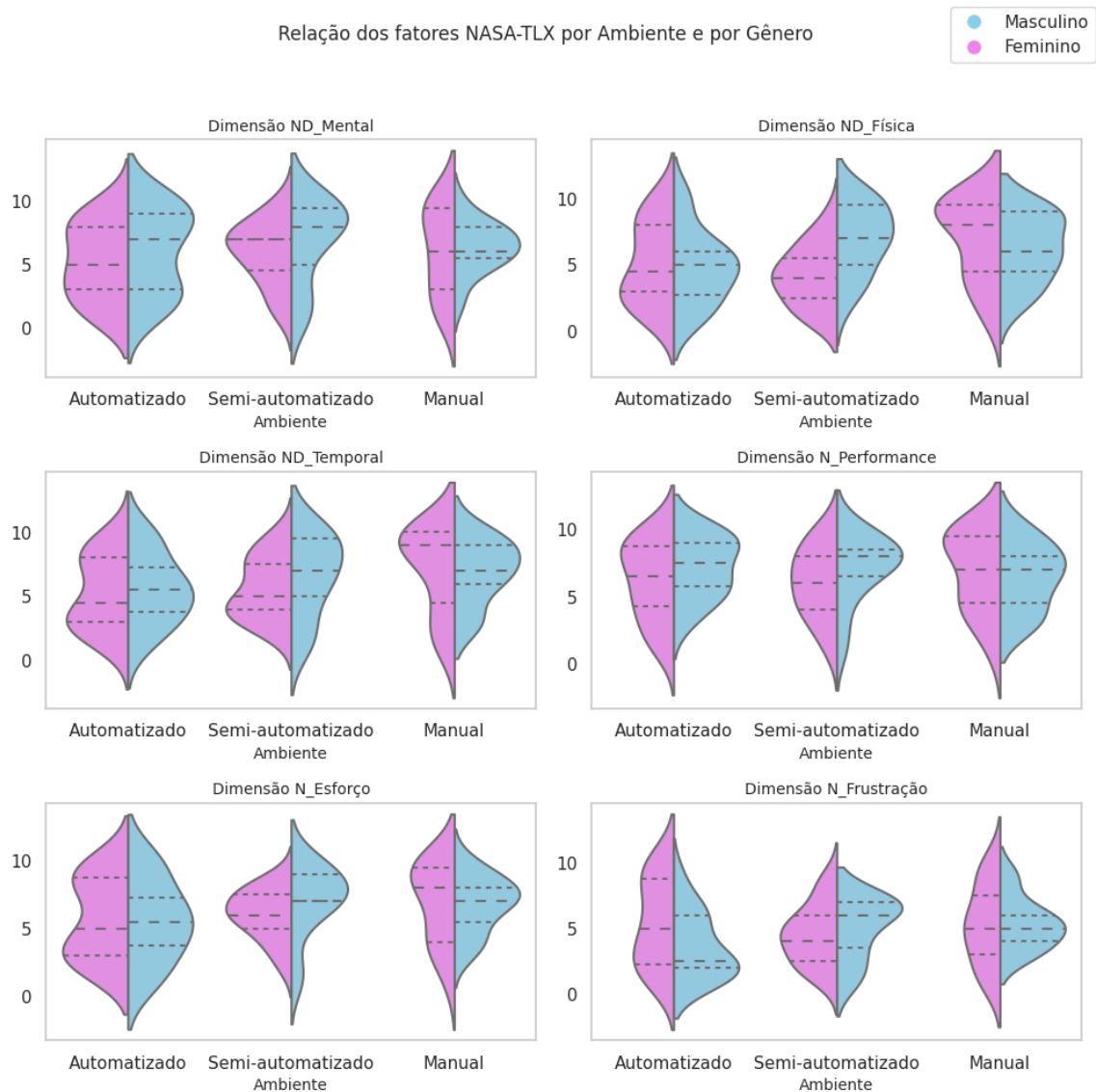
Quando se analisa o Nível de Esforço (N_Esforço), fica visível que o AA apresenta a menor mediana e pelo tamanho do Q1, boa parte dos respondentes não apresentaram muito trabalho em interagir com este ambiente. O AS apresenta um esforço dedutível tendo um

range mais compacto. Os AS e AM apresentam médias bem parecidas, no entanto o AM tem a maior amplitude de respostas indicando que o nível de experiência com o sistema pode influenciar no esforço para o envio de feedback.

No gráfico do Nível de Frustração (N_Frustração), o AM apresenta a menor amplitude nas respostas e tem o Q1 e Q3 equilibrado denotando que um cenário já conhecido para quem lida com esse tipo de sistema. O AM tem o nível mais alto de frustração, evidenciado pela sua mediana. O AS apresenta a mesma equivalência do AM referente a mediana e os quartis, porém com um range maior nas respostas. Essa variação pode ser atribuída à combinação de funcionalidade do AM e AA que equilibram os resultados. O que leva a crer que a participação ativa do docente no envio de feedback não apresenta um incremento nesta dimensão e pode contribuir para feedbacks de mais qualidade na soma da IA com a Inteligência Humana (IE).

Na análise realizada por gênero, no gráfico da Figura 28 a carga mental mediana percebida pelos homens é superior nos AA e AS em relação às mulheres, enquanto no AM as medianas são bem próximas tanto para os homens quanto para as mulheres. As professoras apresentam maior amplitude de respostas no AA e AM, já os professores nos AA e AS. Não parece haver uma variação significativa de carga mental entre os gêneros para qualquer ambiente nesta dimensão. A carga física percebida no AS tem o gênero masculino percebendo uma maior demanda física em comparação com o feminino. As mulheres tendem a perceber uma carga física ligeiramente maior no AM e menor no AA em comparação com os homens nos respectivos ambientes. A ligeira elevação na carga física percebida no AM para as mulheres pode indicar que elas encontram mais desafios ou passos adicionais ao usar ambientes manuais para fornecer feedback. Talvez a interface ou o processo do AM sejam menos intuitivos ou mais demorados. O aumento do esforço no AM pode indicar que dar feedback manualmente é percebido como ligeiramente mais trabalhoso. A carga temporal percebida parece ser bastante semelhante entre os três ambientes, sem variações significativas. Novamente, não há uma variação notável entre os gêneros para qualquer ambiente nesta dimensão. A percepção da performance é bastante consistente entre os três ambientes. As mulheres parecem ter uma ligeira variação na percepção de desempenho no AA, mas isso pode não ser estatisticamente significativo. Na percepção de esforço existe uma ligeira indicação de maior esforço percebido no AM em comparação com o AA. A percepção de

Figura 28: Gráfico Violin Plot das dimensões por Ambiente por Gênero

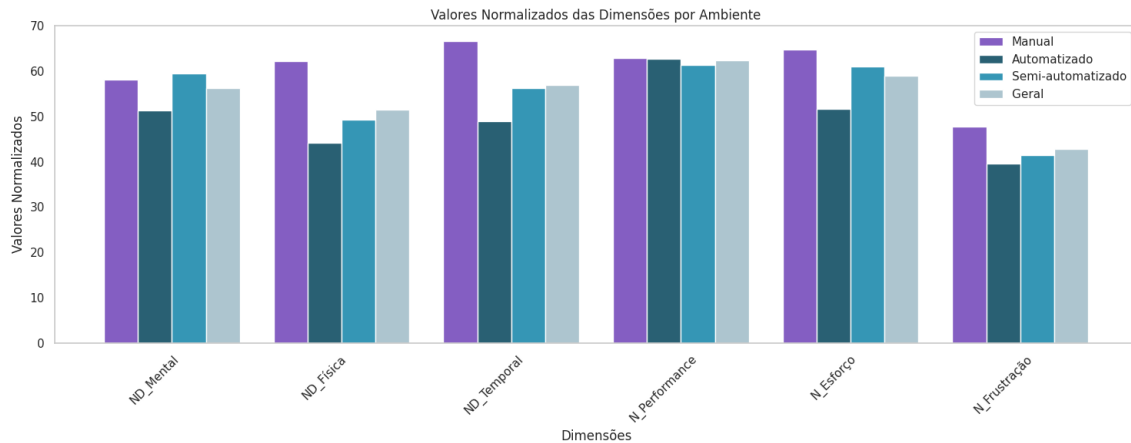


Fonte: Próprio autor

frustração tem uma leve indicação de mediana aproximada entre os gêneros no AM. A dimensão frustração indica que os professores podem encontrar desafios ao fornecer feedback no AM.

Outra análise realizada foi o cálculo do instrumento NASA TLX para encontrar a carga de trabalho subjetiva percebida pelos professores no contexto de envio de feedback. Oficialmente, o teste leva em consideração as 6 dimensões onde cada uma é avaliada em uma escala de 0 a 100, com incrementos de 5 pontos. Para o questionário aplicado foi utilizado a escala de 1 a 10.

Figura 29: Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente

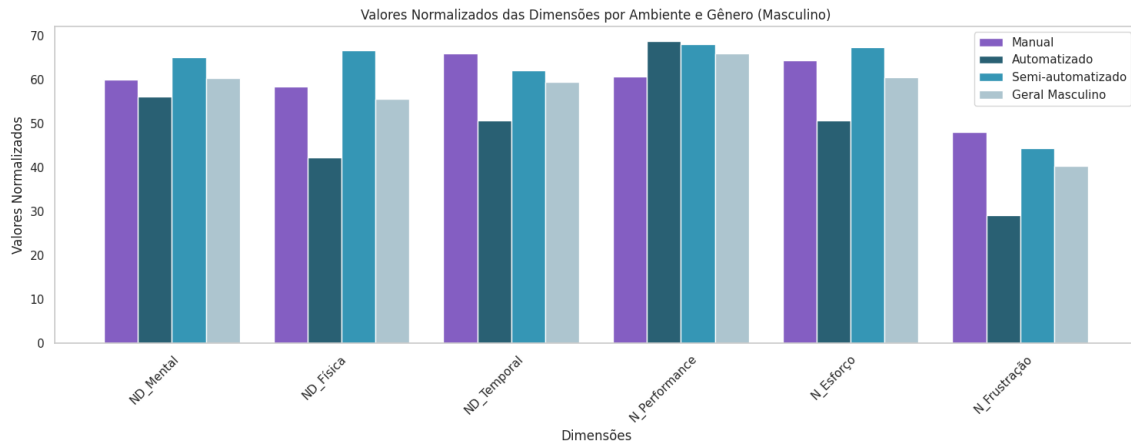


Fonte: Próprio autor

A Figura 29 apresenta os valores normalizados para cada dimensão do teste NASA TLX. Na Demanda Mental o AS e AM tem o valores mais altos, sugerindo que pode ser percebido como o mais mentalmente exigente. Os AA mostra o menor valor para esta dimensão. No agrupamento da Demanda Física o AM tem os valores mais altos até que a média geral, indicando que é percebido como fisicamente mais exigente em comparação aos outros. Já o AA apresenta o menor valor para esta dimensão, tendo uma diferença significativa visualmente com AM. A Demanda Temporal no AM tem valor mais elevado, indicando uma pressão de tempo percebida maior nesse ambiente em comparação com o AA. Esse resultado indica que o tempo na elaboração e envio de feedback é elevado quando feito de forma manual. O Nível de Performance apresenta valores semelhantes entre os 3 ambientes e média geral desta dimensão, indicando que os usuários sentem que se saem melhor ou são mais eficientes nesses ambientes. O esforço percebido tem no AM seu maior valor, indicando que os usuários podem sentir que estão se esforçando mais nesse ambiente. O AA tem o menor valor neste fator do NASA. Já o Nível Frustração, o AM tem o maior nível de frustração, enquanto o automatizado tem o menor, sugerindo que o AM pode ter mais desafios ou dificuldades percebidos e o AA com o menor valor deste agrupamento. O AS apresenta valores intermediários em 4 das dimensões analisadas por ambiente.

Quando analisamos os resultados do gráfico da Figura 30 para o gênero masculino, os valores em todas as dimensões parecem ser mais consistentes entre os ambientes, com exceção da Demanda Física e Frustração, onde o AA se destaca positivamente. No primeiro o

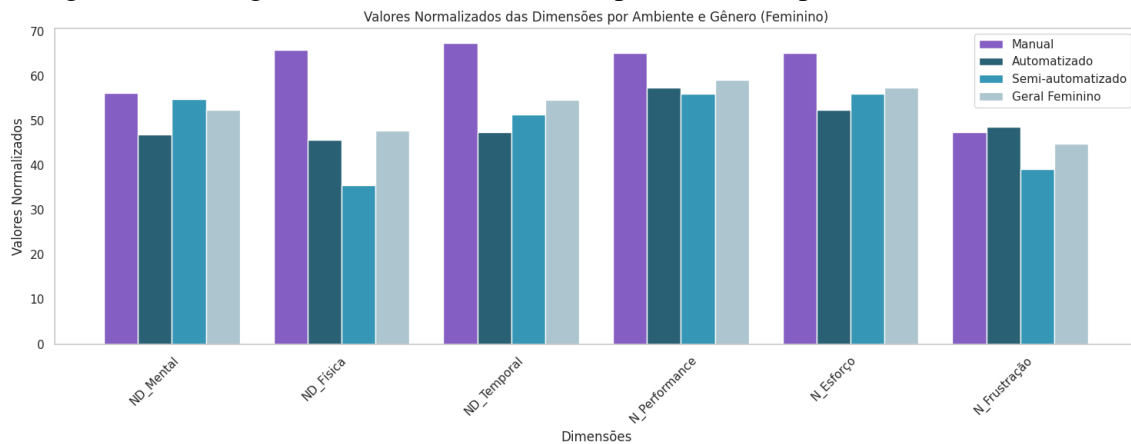
Figura 30: Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente para o Gênero Masculino



Fonte: Próprio autor

AS tem o maior valor, no segundo AM, denotando uma grande diferença visual dentro dessas dimensões, respectivamente. No geral o AS se destacou negativamente em 3 dimensões (mental, física e esforço), o AM em duas (temporal e frustração).

Figura 31: Histograma do Teste NASA TLX por Ambiente para o Gênero Feminino

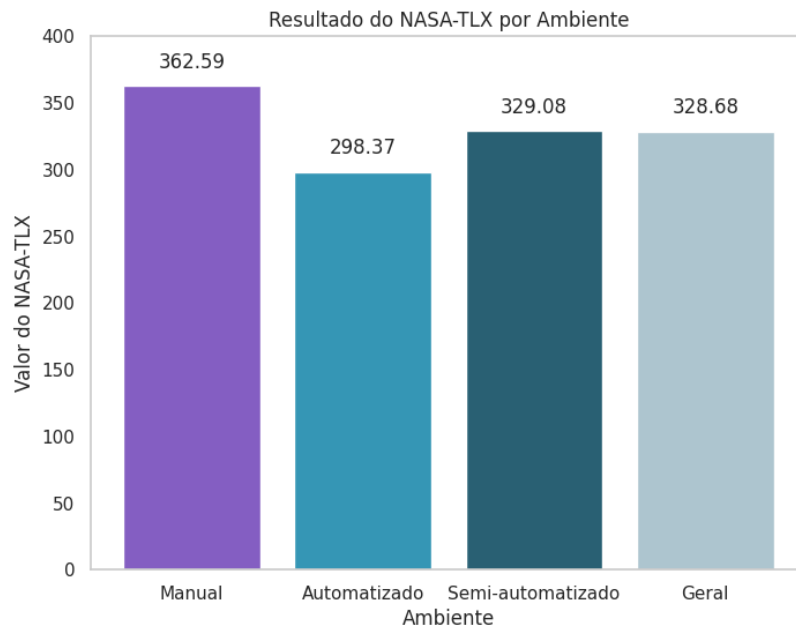


Fonte: Próprio autor

Na análise dos valores normalizados para o gênero feminino, observa-se na Figura 31 uma maior variação nos valores entre os ambientes. Em particular, o ambiente manual mostra valores mais altos para a Demanda Mental e Física, indicando uma percepção de maior exigência nessas áreas. Analisando de forma global, as professoras indicaram que o AM tem valores elevados em 5 das 6 dimensões analisadas. Já para os menores valores fica dividido entre 3 para o AA e outra metade para o AS.

A Figura 32 traz o resultado do teste NASA TLX, indicando a Carga de Trabalho por

Figura 32: Resultado do Teste NASA TLX por Ambiente



Fonte: Próprio autor

ambiente percebida pelo grupos de participantes do experimento. Fica visível que o AM tem, no geral, a maior carga de trabalho pode demandar mais tempo, esforço e uma demanda física maior levando muitas vezes o professor a altos níveis de frustração. Neste resultado o AA se destaca com o menor valor de carga de trabalho, visto que os respondentes indicaram uma redução no tempo ao realizar as atividades de envio de feedback com menor esforço, menor demanda física e mental o que contribui para uma menor sensação de frustração. O AS ficou entre os dois ambientes em termos de carga de trabalho e com uma diferença bem pequena para a média geral dos 3 ambientes. Por se tratar de um ambiente que junta a automação do AA e a possibilidade de participação ativa do docente do AM o AS tem um resultado abaixo da média quando somado o valor de ambos os cenários. Os ganhos na adoção deste ambiente é o envolvimento do professor no processo de ensino aprendizagem dos alunos de forma mais direta e consequentemente tende a ter uma melhora na qualidade dos feedbacks enviados.

6.3 Análise Quantitativa dos Ambientes

Nesta seção, apresentam-se os resultados qualitativos oriundos do questionário NASA TLX, o qual se encontra na seção de anexos. Este instrumento foi empregado com o objetivo

de quantificar a carga mental do docente e o esforço cognitivo, conforme postulado por (DANIEL, 2020) e (HART; STAVELAND, 1988). Previamente à aplicação do questionário, foi proporcionada aos professores uma instrução detalhada acerca dos conceitos abrangidos pelo NASA TLX, visando assegurar a correta compreensão dos termos presentes. As análises principais foram conduzidas utilizando o teste de ANOVA, tendo em vista que, ao se contrastar os dados provenientes de três conjuntos distintos de ambientes, o referido teste é adequado para discernir se as variâncias dos grupos são estatisticamente diferentes. As análises foram baseadas nas seguintes informações:

- Variáveis dependentes (DV):
 - Percepção da demanda mental (ND_Mental)
 - Percepção da demanda física (ND_Física)
 - Percepção da demanda temporal (ND_Temporal)
 - Percepção de performance (N_Performance)
 - Percepção de esforço (N_Esforço)
 - Percepção de frustração (N_Frustração)

No presente estudo, todas as variáveis dependentes manifestaram dados qualitativo ordinal que não se ajusta à normalidade, para contornar esse cenário os dados foram discretizados.

- Variáveis independentes (IV):
 - Ambiente: nas condições manual, com recomendação automática e com recomendação semi-automática.
 - Gênero: nas condições feminino e masculino.

6.3.1 Análise prévia dos Dados

Foram realizados testes estatísticos para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias para diferentes variáveis, premissas necessárias para realização do teste ANOVA.

No Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), a variável ND_Mental tem a estatística ϵ 0.1463 com um valor-p de 0.2723, o que sugere que a distribuição não é normal ($p < 0.05$). A

ND_Física conta com a estatística de 0.1141 e com um valor-p de 0.1442, indicando que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese de normalidade ($p > 0.05$). ND_Temporal: A estatística é 0.1335 com um valor-p de 0.0554, que está acima do limiar de significância, sugerindo uma possível normalidade. Na variável N_Performance a estatística é de 0.1512 e o valor-p de 0.0202, indicando que a distribuição não é normal ($p < 0.05$). Já o N_Esforço tem estatística é 0.1453 com um valor-p de 0.0286, o que também sugere uma distribuição não normal ($p < 0.05$). Por fim, o N_Frustração apresenta a estatística em 0.1174 com um valor-p de 0.1236, sugerindo que a distribuição pode ser considerada normal ($p > 0.05$). As variáveis ND_Física, ND_Temporal e N_Frustração apresentam normalidade em suas distribuições.

Os resultados para o Teste de Levene, conforme visto na Tabela 16 que para todas as variáveis, os valores-p são maiores que o nível de significância típico de 0.05, o que sugere que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese de que as variâncias são homogêneas entre os grupos. As variâncias são consistentes entre os diferentes grupos para todas as variáveis testadas.

De maneira geral, a uniformidade das variâncias indica que as discrepâncias na variabilidade dos dados não influenciarão as comparações entre grupos, favorecendo a interpretação de análises estatísticas como ANOVA ou outros métodos de comparação entre grupos. Os testes realizados, especialmente para algumas variáveis no teste de K-S, atendem às premissas necessárias para a aplicação adequada do teste ANOVA.

Tabela 16: Resultados dos Testes de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e Homogeneidade das Variâncias(Levene)

Variável	Teste K-S		Teste Levene	
	Estatística	(p-valor)	Estatística	(p-valor)
Demanda Mental	0.1463	0.0270	1.3189	0.2723
Demanda Física	0.1141	0.1442	0.0746	0.9282
Demanda Temporal	0.1335	0.0554	0.0016	0.9984
Nível de Performance	0.1512	0.0202	0.1872	0.8296
Nível de Esforço	0.1453	0.0286	2.6104	0.0788
Nível de Frustração	0.1174	0.1236	2.1209	0.1256

Os resultados da ANOVA, apresentados na Tabela 17, fornecem informações sobre as variações entre e dentro dos grupos para as variáveis dependentes do NASA TLX em dife-

Tabela 17: Teste ANOVA nas variáveis NASA TLX por Ambiente

Variável Testada	Sum_sq	Valor Res.	Valor de F	(p-valor)	(Rej. H0)
Demanda Mental	10.697	805.26	0.6110	0.5449	Não
Demanda Física	42.843	687.23	2.8677	0.0619	Sim
Demanda Temporal	39.738	733.43	2.4923	0.0883	Sim
Nível de Performance	0.225	643.08	0.0160	0.9840	Não
Nível de Esforço	24.238	631.56	1.7654	0.1769	Não
Nível de Frustração	9.842	623.03	0.7266	0.4863	Não

rentes ambientes (Manual, Automatizado, Semi-automatizado). Para a variável ND_Mental, a soma dos quadrados entre os grupos sum_sq é ≈ 10.7 , com 2 graus de liberdade; a soma dos quadrados residuais é ≈ 805.26 , com 90 graus de liberdade; e o valor de F é ≈ 0.61 , indicando que não existe uma variação significativa entre os grupos em comparação à variação interna para a variável ND_Mental. O p-valor é ≈ 0.545 , significativamente acima do nível de significância estabelecido em 0.1, o que sugere ausência de diferenças estatísticas significativas no ND_Mental entre os ambientes.

Para ND_Física, o valor de F é ≈ 2.87 e o p-valor é ≈ 0.062 , situando-se no limite do nível de significância estipulado, sugerindo uma possível diferença significativa entre os grupos. Similarmente, para ND_Temporal, o valor de F é ≈ 2.49 e o p-valor é ≈ 0.088 , indicando diferenças significativas ao nível de significância definido.

Quanto à variável N_Performance, o valor de F é notavelmente baixo, cerca de 0.016, e o p-valor é ≈ 0.984 , apontando para uma inexistência de diferenças significativas entre os grupos. N_Esforço apresenta um valor de F ≈ 1.76 e um p-valor de ≈ 0.177 , reforçando a falta de evidências de diferenças significativas. Por fim, N_Frustração tem um valor de F ≈ 0.726 e um p-valor de ≈ 0.486 , deixando claro a ausência de diferenças significativas entre os grupos.

De acordo com o teste ANOVA, não existem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de inexistência de diferenças entre os ambientes na maioria das variáveis dependentes, exceto ND_Física e ND_Temporal, onde o p-valor se situa abaixo do limiar de significância convencional. Considerando a maioria dos valores de F baixos e os p-valores altos, conclui-se que o tipo de ambiente não afeta significativamente a maioria das variáveis dependentes ao nível de significância de 0.1.

Nos testes de intergrupos apresentados na Tabela 18, na ND_Física, o Tukey HSD indica

Tabela 18: Resultados ajustados dos testes de Tukey e Bonferroni

Variável	Grupo 1	Grupo 2	Testes de Tukey		Teste Bonferroni		Rej.H0
			Dif. Méd.	p-adjT	p-adjB	p-adj Cor.	
Dem. Física	Automatizado	Manual	1.6294	0.0599	0.0257	0.077	Sim
	Automatizado	Semi-auto	0.4706	0.7713	0.4957	1.000	Não
	Manual	Semi-auto	-1.1588	0.2343	0.1020	0.306	Não
Dem. Temporal	Automatizado	Manual	1.5882	0.0652	0.0280	0.084	Sim
	Automatizado	Semi-auto	0.6471	0.6073	0.3370	1.000	Não
	Manual	Semi-auto	-0.9412	0.3744	0.1862	0.558	Não

uma diferença significativa entre o AA e o AM ($p\text{-adj} = 0.0599$, menor que a taxa de erro familiar (FWER) de 0.10), o que implica que a média do ND_Física é significativamente diferente entre esses dois grupos. Para ND_Temporal, o Tukey também mostra uma diferença significativa entre o AA e o AM ($p\text{-adj} = 0.0652$, menor que o FWER de 0.10). Os resultados ajustados pelo Bonferroni para ND_Física e ND_Temporal mostraram diferenças significativas entre os grupos, pois os p-valores ajustados (0.077 e 0.084) são menores que o nível de significância de 0.1. Os resultados indicam que há possíveis diferenças nas médias de ND_Física e ND_Temporal entre os AA e AM. O Tukey e o Bonferroni sugerem diferenças significativas.

Tabela 19: Resultados da ANOVA para a interação entre ambiente e gênero nas variáveis dependentes do NASA TLX.

Variável	Sum_sq	Valor de F	p-valor	Rej. H0
Demanda Mental	1.5750	0.0899	0.9140	Não
Demanda Física	58.9933	3.9486	0.0226	Sim
Demanda Temporal	4.9524	0.3106	0.7337	Não
Nível de Performance	10.9367	0.7823	0.4603	Não
Nível de Esforço	7.0544	0.5138	0.5999	Não
Nível de Frustração	23.7668	1.7547	0.1786	Não

A Tabela 19 fornece os resultados das análises de variância (ANOVA) por ambiente e por gênero em relação a várias variáveis dependentes do NASA TLX. Na variável ND_Mental a diferença entre ambiente e gênero não é estatisticamente significativa ($p = 0.9140$). Isso sugere que, para a carga de trabalho mental, não há diferenças significativas que possam ser atribuídas simultaneamente ao ambiente e ao gênero.

A ND_Física tem a interação entre ambiente e gênero é estatisticamente significativa ($p = 0.0226$), indicando que a demanda física percebida pode ser afetada pela combinação de ambiente e gênero. Tendo o valor p é menor que 0.1, há evidências suficientes para sugerir que a interação dos fatores tem um efeito significativo na carga de trabalho física.

Já com a ND_Temporal não há interação significativa entre ambiente e gênero ($p = 0.7338$) em relação à carga de trabalho temporal. O fator N_Performance tem uma relação de interação entre ambiente e gênero não estatisticamente significativa ($p = 0.4604$) para a variável de performance. N_Esforço: A interação entre ambiente e gênero também não é significativa ($p = 0.5999$) para o esforço. A percepção do esforço não parece ser influenciada pela combinação de ambiente e gênero. O N_Frustração apresenta que a interação entre ambiente e gênero não é significativa ($p = 0.1787$) para a frustração. Embora o valor p esteja relativamente mais próximo do limiar de 0.1 em comparação com outras variáveis, ainda assim não é suficientemente baixo para indicar uma interação significativa entre os fatores.

A única variável onde a interação entre ambiente e gênero foi significativa é a "ND_Física". Isso pode sugerir que homens e mulheres podem experimentar a carga de trabalho física de maneira diferente dependendo do ambiente em que estão trabalhando. Para as outras variáveis (ND_Mental, ND_Temporal, N_Performance, N_Esforço, N_Frustração), não parece haver uma interação significativa entre ambiente e gênero que afete a percepção dos indivíduos. O fato de apenas uma das variáveis mostrarem uma interação significativa pode indicar que os efeitos do ambiente e do gênero são mais independentes do que combinados, exceto no caso da carga de trabalho física.

No teste de Tukey, considerando o nível de significância de 0.1, tem-se que a comparação entre os grupos Manual_Feminino vs. Semi-automatizado_Feminino tem diferença na média de -2.7228, com um valor- p ajustado de 0.0536. Com um α de 0.1, esta diferença é considerada estatisticamente significativa, indicando que há uma diferença significativa nos escores de ND_Física entre mulheres em ambientes manuais e semi-automatizados.

Na comparação entre Semi-automatizado_Feminino vs. Semi-automatizado_Masculino: a diferença média é 2.7895, com um valor- p ajustado de 0.0445. Esta diferença também é estatisticamente significativa, sugerindo que há uma diferença nos escores de ND_Física entre mulheres e homens em ambientes semi-automatizados.

Para os outros pares de comparação dispostos na Tabela 20, onde "Rejeita H_0 " é Não,

Tabela 20: Resultado do Teste de Tukey HSD para o fator Demanda Física NASA TLX por ambiente por gênero

Grupo 1	Grupo 2	Méd_Dif	p-adj	Lower	Upper	Rej. H0
Automatizado_Fem.	Auto_Masc.	-0.2986	0.9996	-2.7699	2.1727	Não
Automatizado_Fem.	Manual_Fem.	1.8222	0.4045	-0.6923	4.3368	Não
Automatizado_Fem.	Manual_Masc.	1.1556	0.8313	-1.3590	3.6701	Não
Automatizado_Fem.	Semi-auto_Fem.	-0.9006	0.9162	-3.2664	1.4652	Não
Automatizado_Fem.	Semi-auto_Masc.	1.8889	0.3635	-0.6257	4.4034	Não
Automatizado_Masc.	Manual_Fem.	2.1208	0.2671	-0.4642	4.7058	Não
Automatizado_Masc.	Manual_Masc.	1.4542	0.6775	-1.1308	4.0392	Não
Automatizado_Masc.	Semi-auto_Fem.	-0.602	0.9868	-3.0425	1.8385	Não
Automatizado_Masc.	Semi-auto_Masc.	2.1875	0.2357	-0.3975	4.7725	Não
Manual_Fem.	Manual_Masc.	-0.6667	0.9850	-3.2930	1.9597	Não
Manual_Fem.	Semi-auto_Fem.	-2.7228	0.0536	-5.2071	-0.2385	Sim
Manual_Fem.	Semi-auto_Masc.	0.0667	1.0000	-2.5597	2.6930	Não
Manual_Masc.	Semi-auto_Fem.	-2.0561	0.2580	-4.5404	0.4282	Não
Manual_Masc.	Semi-auto_Masc.	0.7333	0.9771	-1.8930	3.3597	Não
Semi-auto_Fem.	Semi-auto_Masc.	2.7895	0.0445	0.3052	5.2738	Sim

a diferença nos meios não é estatisticamente significativa no nível alpha definido. Pode-se concluir que, com base nos dados e no teste realizado, não há evidência suficiente para afirmar que as diferenças observadas são devidas a algo além da variação aleatória.

6.3.2 Testes de Hipóteses

- H1(nula): Não há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, performance, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário.
- H2(nula): Não há diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda mental, demanda física, demanda temporal, performance, esforço e frustração) dos professores dependendo do "ambiente" que foi apresentado para eles no questionário, de acordo com o seu "gênero".

6.3.3 Resultados das Hipóteses

Para H1, Testes ANOVA com variáveis independentes entre sujeitos “Ambientes” (automatizado, manual, semi-automatizado) foram realizados para determinar diferença estatisticamente significativa nas variáveis dependentes “Demanda Mental”, “Demanda Física”, “Demanda Temporal”, “Nível de Performance”, “Nível de Esforço”, “Nível de Frustração” e testes de Tukey e Bonferroni para comparação intergrupo. Para a variável dependente Demanda Mental, não houve efeitos estatisticamente significativos. Para variável dependente Demanda Física, houve efeitos estatisticamente significantes na comparação pareada do Ambiente Manual com o Ambiente Automatizado com valor $p = 0.060$ para o teste de Tukey e valor p corrigido = 0.077 para o teste de Bonferroni. Para a variável dependente Demanda Temporal, houve efeitos estatisticamente significantes na comparação pareada do Ambiente Manual com o Ambiente Automatizado com valor $p = 0.065$ para o teste de Tukey e valor p corrigido = 0.084 para o teste de Bonferroni. Para a variável dependente “Nível de Performance”, não houve efeitos estatisticamente significantes. Para a variável dependente “Nível de Esforço”, não houve efeitos estatisticamente significantes. Para a variável dependente “Nível de Frustração”, não houve efeitos estatisticamente significantes.

Os resultados apresentados na Tabela 17 e Tabela 18 mostram as diferenças estatísticas dos grupos mencionados. Também os resultados do teste NASA TLX na Figura 29 evidenciam visualmente essas diferenças estatisticamente significantes nos ambientes já mencionados para as dimensões ND_Física e ND_Temporal. Resultando para H1, que a percepção dos professores apresenta diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda cognitiva, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração).

Para a hipótese H2, foram conduzidos Testes ANOVA com variáveis independentes entre sujeitos "Ambientes" (automatizado, manual, semi-automatizado) e "Sexo" (Feminino, Masculino) a fim de discernir diferenças estatisticamente significantes nas variáveis dependentes: "Demanda Mental", "Demanda Física", "Demanda Temporal", "Performance", "Nível de Esforço", "Nível de Frustração". Para a variável dependente Demanda Mental, não houve efeitos estatisticamente significativos. Para variável dependente Demanda Física, houve efeitos estatisticamente significantes na comparação em os grupos do Ambiente Manual com o Ambiente Semi-automatizado para gênero Feminino com valor $p = 0.053$ e para os Am-

bientes Semi-automatizado e para o gênero Feminino e Masculino com valor $p = 0.046$ no mesmo ambiente. Para a variável dependente Demanda Temporal, não houve efeitos estatisticamente significantes. Para a variável dependente “Performance”, não houve efeitos estatisticamente significantes. Para a variável dependente “Esforço”, não houve efeitos estatisticamente significantes. Para a variável dependente “Frustração”, não houve efeitos estatisticamente significantes.

Para apoiar esses resultados a Tabela 19 e Tabela 20 trazem em destaque as diferenças estatísticas dos pares mencionados. Juntamente com os resultados do teste NASA TLX por gênero nas Figura 30 e Figura 31 confirmando visualmente essas diferenças estatisticamente significantes nos ambientes citados anteriormente para a dimensão ND_Física. Resultando para H2, infere-se parcialmente que, a percepção do docente em relação ao gênero apresenta diferença significativa na "percepção da carga de trabalho" e seus seis fatores (demanda cognitiva, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração).

6.4 Discussões

6.4.1 Discussão das estatísticas descritivas e análise qualitativa

Nos resultados das frequências apresentadas na tabela 6 e 7 percebe-se que o experimento conseguiu uma adesão expressiva de docentes em estudos desse tipo. O gênero feminino teve maior participação entre os respondentes.

Na estatística descritiva apresentada na tabela 8, que mostra a percepção do tempo de trabalho dos professores em relação à produtividade e eficiência para duas variáveis (TMP-01 e TMP-02) nos três ambientes de trabalho (Automatizado, Manual e Semi-automatizado), as médias nos ambientes sugere que os professores percebem o tempo de trabalho como mais eficiente no ambiente Automatizado para a variável TMP-01. As médias para a variável TMP-02 indicam uma percepção ligeiramente superior de eficiência ou produtividade no ambiente Semi-automatizado. O desvio padrão e a variância são maiores no AM para ambas as variáveis, indicando uma maior variação nas respostas dos professores neste ambiente. Isso pode refletir uma inconsistência ou diferenças nas experiências de trabalho neste ambiente. Para todas as categorias e ambas as variáveis, a moda e a mediana são consistentemente 4.00, o que sugere uma tendência geral dos professores de classificar a eficiência ou produ-

tividade como alta. Os percentis 25% e 75% mostram que, em geral, as avaliações tendem a agrupar-se em torno dos valores superiores, especialmente no AA e AS, sugerindo uma percepção geral positiva nestes ambientes. Há uma tendência dos professores em perceber uma maior eficiência e produtividade nos AA e AS em comparação com o AM. A maior variação no ambiente Manual sugere que a experiência dos professores neste ambiente é mais heterogênea, podendo ser influenciada por uma série de fatores distintos. A consistência da moda e mediana em 4.00 para todas as categorias indica uma tendência geral positiva na percepção de eficiência e produtividade.

As tabelas 9 e 10 apresentaram dados sobre a percepção dos professores quanto ao tempo de dedicação em relação à produtividade (TMP-01) e eficiência (TMP-02), em diferentes ambientes de trabalho, com base numa escala Likert. Onde, para TMP-01, no AA a maioria dos professores classificou sua percepção de produtividade como alta (4 na escala Likert). No AM a distribuição das respostas é mais uniforme tendo a maior proporção que também classificou a produtividade como alta (4). O AS teve as respostas mais concentradas nas pontuações 4 e 5, indicando uma percepção positiva da produtividade. Já para a variável TMP-02, o AA se assemelha ao TMP-01, a maioria classificou a eficiência como alta (4), seguida por uma pontuação de 5, sugerindo uma percepção positiva de eficiência nesse ambiente. O AA com maior proporção atribuiu uma pontuação de 4, com a segunda maior proporção atribuindo 3, indicando uma percepção levemente menos positiva de eficiência em comparação com o AA. O AS ficou com a distribuição mais equilibrada entre as pontuações 4 e 5, com uma tendência mais positiva do que nos AA e AM. Em todos os ambientes, as percepções dos professores sobre produtividade e eficiência tendem a ser positivas, com a maioria das respostas concentradas nas pontuações mais altas da escala Likert. O AA é percebido como ligeiramente mais positivo em termos de produtividade e eficiência, enquanto o AM apresenta uma percepção um pouco mais moderada. O AS parece ser bem avaliado em termos de eficiência, indicando que a combinação de automação e intervenção humana pode ser eficaz na percepção dos professores.

Já na tabela 11 da estatísticas descritivas para as variáveis SFR-01 e SFR-02, que representam a percepção do tempo de trabalho dos professores em relação à produtividade e eficiência, distribuídas em três ambientes de trabalho diferentes. Na variável SFR-01 (Percepção do Tempo de Trabalho em Relação à Produtividade), as médias estão próximas em

todos os ambientes, sugerindo que a percepção dos professores sobre a produtividade é moderadamente positiva em todos os ambientes. O desvio padrão e a variância são semelhantes nos três ambientes, indicando uma consistência na variação das respostas dos professores com a moda e mediana em 4.00 em todos os ambientes, o que reflete uma tendência de percepção positiva sobre a produtividade. Na análise da variável SFR-02 (Percepção do Tempo de Trabalho em Relação à Eficiência), as médias são um pouco mais altas do que para SFR-01, especialmente no AA e AM, sugerindo uma percepção ligeiramente mais positiva da eficiência. O desvio padrão e a variância são menores para SFR-02, especialmente no AA, indicando uma maior consistência nas percepções de eficiência. Os professores tendem a perceber tanto a produtividade quanto a eficiência de forma positiva em todos os ambientes. A variação nas percepções de eficiência é menor, indicando que os professores têm experiências mais consistentes em relação à eficiência em comparação com a produtividade. A percepção de eficiência é particularmente alta no AA, o que pode sugerir que a tecnologia e a automação têm um impacto positivo na eficiência percebida. As percepções dos professores não variam drasticamente entre os diferentes ambientes, indicando que fatores além do tipo de ambiente podem influenciar significativamente a percepção do tempo de trabalho.

As tabelas 12 e 13 mostram a percepção dos professores sobre o esforço cognitivo em relação à produtividade (SFR-01) e ao acompanhamento do rendimento dos alunos (SFR-02) em três ambientes diferentes. Na variável SFR-01, o AA boa parte dos professores perceberam um esforço cognitivo moderado, seguido por uma percepção de esforço mais alto. O AM tem maior frequência no Likert 4, indicando um esforço cognitivo moderado, seguido por uma percepção mais alta de esforço para Likert 5. O SM têm percepções semelhantes ao AA, com a maioria indicando esforço moderado e um número significativo percebendo um esforço mais alto para Likert 5. Analisando a variável SFR-02 no AA tem a maioria dos professores percebe um esforço cognitivo moderado ao acompanhar o rendimento dos alunos, com um número significativo percebendo um esforço mais alto para Likert 5. O AM a percepção é predominantemente de um esforço moderado, com menores percentuais distribuídos entre as outras categorias. No AS a maioria percebe um esforço cognitivo moderado, com um número significativo percebendo um esforço mais alto para Likert 5). Em todos os ambientes, a tendência é que os professores percebam um esforço cognitivo moderado, tanto em relação à produtividade quanto ao acompanhamento do rendimento dos alunos. Os am-

bientes AS e AA parecem induzir percepções semelhantes quanto ao esforço cognitivo, com uma inclinação um pouco maior para um esforço mais alto no AS. O AM, apesar de também ter uma tendência para um esforço moderado, tem uma distribuição mais uniforme entre as diferentes percepções de esforço. Essas percepções podem indicar que a automação e a semi-automatização ajudam a gerenciar o esforço cognitivo dos professores, potencialmente tornando as tarefas menos onerosas.

Nas tabelas 14 e 15 que trazem a frequência de palavras mencionadas em dois conjuntos de dados, OBJ-01 e OBJ-02, em três ambientes diferentes. Para OBJ-01 as palavras comuns foram: "Estudante" e "tempo" são as palavras mais frequentes em todos os ambientes, sugerindo que o foco está fortemente nos estudantes e no gerenciamento do tempo. No AM, além de "estudante" e "tempo", palavras como "feedback" e "dúvidas" são comuns, indicando uma ênfase no feedback e na resolução de dúvidas. O AA tem palavras como "trabalho", "docente" e "automatizado" destacam-se, sugerindo uma discussão sobre o trabalho do docente em um ambiente automatizado. No AS, "Tempo" é a palavra mais frequente, seguida por "estudante" e "trabalho", indicando um foco no gerenciamento do tempo e no trabalho do estudante. Na tabela da variável OBJ-02 tem a palavra comum "Estudante", reforçando o foco nos estudantes em todos os ambientes. No AM, palavras como "esforço", "cognitivo" e "docente" são frequentes, indicando uma preocupação com o esforço cognitivo e o papel do docente. Já o AA, palavras como "docente", "automatizado" e "feedback" são destacadas, sugerindo uma ênfase na interação docente-tecnologia e feedback. O AS tem palavras "Esforço", "cognitivo" e "maior" são frequentes, indicando preocupações com o esforço cognitivo e possivelmente um aumento no esforço em ambientes semi-automatizados. Há um claro foco nos estudantes e na gestão do tempo em todos os ambientes, o que sugere que estas são preocupações universais independentemente do tipo de ambiente de trabalho. O esforço cognitivo é uma preocupação especialmente nos AM e AS, talvez refletindo os desafios de ensino e aprendizagem nesses contextos. O AA parece estar mais focado na interação entre tecnologia e docente, enquanto o AS traz à tona questões sobre esforço e eficácia.

Nas estatísticas descritivas, observa-se que o AA é percebido como mais eficiente em termos de tempo de trabalho, enquanto o AS destaca-se ligeiramente na produtividade. A maior variação de respostas no AM sugere experiências mais heterogêneas, refletindo possivelmente a natureza física e manual desse ambiente. A análise qualitativa, focada na per-

cepção dos professores em relação ao esforço cognitivo e acompanhamento do rendimento dos alunos, mostra uma tendência ao esforço cognitivo moderado, com o AA e AS induzindo percepções semelhantes, enquanto o AM apresenta uma distribuição mais uniforme das percepções. A frequência de palavras nas análises qualitativas reflete um foco comum nos estudantes e no gerenciamento do tempo em todos os ambientes, com nuances específicas em cada ambiente, como a ênfase na interação docente-tecnologia no AA e questões de esforço e eficácia no AS. Esses resultados indicam que enquanto a automação e semi-automação podem ajudar na gestão do esforço cognitivo, há desafios específicos associados a cada tipo de ambiente que influenciam a percepção dos professores sobre produtividade e eficiência.

6.4.2 Discussão da análise exploratória

Da análise dos gráficos das 6 dimensões do NASA TLX por ambiente da Figura 27 pode-se concluir que o AA tende a menor demanda mental, temporal, esforço e frustração; o AM apresenta a maior demanda física, temporal e tendo a frustração mais esperada; o AS geralmente fica entre os outros dois ou com medianas parecidas em termos de demandas física, temporal, performance, esforço e frustração, sugerindo que ele equilibra características dos AA e AM. Isso pode indicar que, enquanto a automação pode reduzir algumas demandas no envio de feedback, ela pode introduzir novas complexidades que aumentam outras demandas. O AM, por outro lado, embora possa ser fisicamente mais exigente e frustrante, pode proporcionar aos usuários uma sensação de maior controle e eficácia.

Os participantes expressaram uma maior demanda física no AM, esse fato sugere que os professores podem estar escrevendo feedbacks manualmente ou passando mais tempo navegando entre telas em ações repetitivas, ao contrário de usar interfaces com automações. O AM exige mais do professor em termos de tempo. Isso pode indicar que os sistemas com funções manuais, têm atividades mais repetitivas ou mais demoradas para navegar em seu uso cotidiano. A frustração controlada no AM pode indicar que, embora os professores possam sentir que estão fornecendo feedback de qualidade, o processo pode ser demorado, repetitivo ou ineficiente. A baixa demanda mental pode indicar que, no AM é mais simples e direto, pode não ser tão eficiente em termos de tempo, recursos e ferramentas para dar feedback de forma rápida e abrangente. A performance percebida pode indicar que os professores sentem

que podem fornecer feedback mais personalizado e detalhado neste ambiente. No entanto, isso pode vir à custa de um processo mais demorado.

A maior sensação de performance no AA sugere que os professores podem sentir que a automação no envio do feedback é mais eficaz do que quando dado manualmente. A alta demanda de esforço no AA sugere que por mais domínio que o professor tenha da ferramenta, ainda sim é mais trabalhoso fornecer feedback por meio desse sistema, pois requer um certo esforço cognitivo para assimilar as postagens e processar o feedback mais adequado. A baixa demanda mental e o esforço em ambientes mais automatizados podem indicar uma curva de aprendizado para os professores ao se adaptarem a ferramentas e interfaces mais complexas no AA.

A semi-automação requer que o professor se ajuste e compreenda um novo sistema ou plataforma, levando a uma maior demanda mental, podendo indicar também que os professores acham desafiador usar ferramentas automatizadas para responder a perguntas específicas dos alunos. Isso sugere que, inicialmente, pode haver uma curva de aprendizado íngreme ao adotar ferramentas semi-automatizadas. A alta demanda mental no AS sugere que, embora haja automação em algumas partes, ainda pode haver um grau significativo de envolvimento e atenção necessários por parte do professor. O nível frustração neste ambiente sugere que, enquanto a automação pode trazer eficiência em algumas tarefas, ela também pode introduzir complexidade ou problemas que os professores acham desafiadores ou irritantes.

Na análise por gênero da Figura 28, os três ambientes têm percepções de carga de trabalho bastante semelhantes nas seis dimensões, com algumas exceções menores. Em relação ao gênero, em geral, com exceção da dimensão Nível de Frustração, as professoras apresentaram medianas menores nas demais dimensões para os AA e AS e medianas maiores ou bem próxima ao dos professores no AM. Isso pode expressar uma familiaridade dos professores ao lidar com sistemas educacionais manuais que demandam mais atividades manuais enquanto as professoras conseguem performar melhor em sistemas com automação ou semi-automação. Há variações nas percepções das diferentes dimensões do NASA TLX em relação ao ambiente e gênero. Em alguns casos, as diferenças são sutis, enquanto em outros, as diferenças são mais pronunciadas.

Em comparação direta entre os gêneros realizada nos teste NASA TLX nas Figuras 30 e 31, com exceção da dimensões frustração, os valores para o gênero feminino são geralmente

mais altos no ambiente manual em comparação com o masculino. Isso pode sugerir que as mulheres encontram mais desafios ou percebem uma maior carga de trabalho no ambiente manual em comparação aos homens. Já os homens apresentam altos valores nos ambientes AS e AA combinados, denotando um certo grau de dificuldade na curva de aprendizagem em ambiente que se propõe a automatizar feedbacks.

Uma alta Demanda Temporal no AM sugere que os professores podem estar sentindo pressão para responder em tempo hábil. Isso pode afetar a qualidade do feedback. Se as mulheres percebem uma maior Demanda Física e Mental no ambiente manual, talvez existam características nesse ambiente que não sejam amigáveis ou adaptadas às necessidades específicas delas. Se o AA é percebido como tendo menor Demanda Física e Frustração, pode ser uma opção preferível para tarefas de feedback mais rotineiras. No entanto, para feedbacks mais personalizados e detalhados, os professores podem optar por ambientes manuais ou semi-automatizados, apesar das demandas adicionais.

A análise dos gráficos do NASA TLX revela que diferentes ambientes de feedback influenciam a carga de trabalho dos professores de maneiras variadas. O AA tende a reduzir a demanda mental, temporal, de esforço e frustração, sugerindo que a automação alivia certos aspectos da carga de trabalho, mas também introduz novas complexidades. O AM é caracterizado por uma maior demanda física e temporal, indicando que, embora possa ser mais controlável, também é mais demorado e repetitivo. O AS parece equilibrar as características dos dois outros, exigindo ajustes e compreensão das novas ferramentas. Adicionalmente, a análise por gênero revela diferenças nas percepções de carga de trabalho, com as professoras tendendo a preferir sistemas automatizados ou semi-automatizados, enquanto os professores se adaptam melhor ao ambiente manual.

6.4.3 Discussão da análise quantitativa

Os testes estatísticos realizados na Tabela 16 para avaliar a normalidade e a homogeneidade das variâncias das variáveis revelam resultados mistos. Enquanto algumas variáveis, como ND_Mental, N_Performance e N_Esforço, não apresentam uma distribuição normal, outras como ND_Física, ND_Temporal e N_Frustração mostram uma distribuição normal. O Teste de Levene indica que as variâncias entre os grupos são homogêneas para todas as variáveis. A homogeneidade das variâncias e a normalidade de algumas variáveis cumprem

as premissas necessárias para a realização do teste ANOVA. Isso possibilitou comparações significativas entre grupos.

Os resultados da ANOVA apresentados na Tabela 17 indicaram que não há variações significativas entre os diferentes ambientes de trabalho (Manual, Automatizado, Semi-automatizado) na maioria das variáveis dependentes do NASA TLX. Para ND_Mental, o valor de F baixo e o p-valor significativamente alto sugerem a inexistência de diferenças relevantes entre os ambientes. Este padrão é replicado nas variáveis N_Performance, N_Esforço e N_Frustração, onde os valores de F são baixos e os p-valores altos, indicando ausência de diferenças significativas. Por outro lado, ND_Física e ND_Temporal mostram p-valores próximos ao limiar de significância, sugerindo possíveis diferenças significativas entre os ambientes nestas variáveis. Em geral, os resultados sugerem que o tipo de ambiente de trabalho não influencia significativamente a maioria das variáveis dependentes, com exceção de ND_Física e ND_Temporal, onde houve indícios de variações significativas. Isso sugere que, enquanto certos aspectos do trabalho, como a demanda física e temporal, podem ser afetados pelo ambiente, outras dimensões como a carga mental, o esforço e a frustração são menos sensíveis ao tipo de ambiente.

A análise dos resultados dos testes de intergrupos para ND_Física e ND_Temporal visualizado na Tabela 18 revelou diferenças significativas entre os ambientes de trabalho automatizado e manual. O teste Tukey HSD indica que a média de ND_Física no ambiente automatizado difere significativamente da média no ambiente manual, com um p-valor ajustado de 0.0599, que está abaixo da taxa de erro familiar (FWER) de 0.10. De maneira similar, ND_Temporal também mostra uma diferença significativa entre os mesmos ambientes, com um p-valor ajustado de 0.0652. Além disso, os resultados ajustados pelo método de Bonferroni corroboram essas descobertas, pois os p-valores ajustados para ND_Física e ND_Temporal (0.077 e 0.084, respectivamente) são menores que o nível de significância estabelecido em 0.1. Esses resultados sugerem que a natureza do ambiente de trabalho, seja automatizado ou manual, tem um impacto significativo nas médias de ND_Física e ND_Temporal, com diferenças na percepção dos professores quanto à demanda física e temporal nessas duas configurações de trabalho. O uso combinado do Tukey HSD e do Bonferroni reforça a robustez dessas conclusões, destacando as variações significativas que existem entre os ambientes automatizado e manual em relação a esses aspectos específicos.

A análise de variância (ANOVA) conduzida para explorar a relação entre ambiente e gênero nas variáveis do NASA TLX revela que, com exceção da ND_Física, não existem diferenças significativas que possam ser atribuídas simultaneamente ao ambiente de trabalho e ao gênero dos professores. Conforme visto na Tabela 19, a ND_Física, a interação entre ambiente e gênero é significativa, indicando que homens e mulheres podem perceber a carga de trabalho física diferentemente dependendo do ambiente. No entanto, para as outras variáveis analisadas - ND_Mental, ND_Temporal, N_Performance, N_Esforço e N_Frustração - a interação entre ambiente e gênero não apresenta significância estatística, sugerindo que essas percepções de carga de trabalho são influenciadas por fatores além da combinação de ambiente e gênero. Este resultado destaca que, embora o ambiente de trabalho e o gênero possam afetar certos aspectos da percepção da carga de trabalho, a maioria das dimensões é influenciada de forma mais independente por esses fatores.

A interação entre gênero e tipo de ambiente apresentada na Tabela 20 tende a não ser uma influência significativa para a maioria das comparações feitas, indicando que as diferenças de gênero podem não ser consistentemente afetadas pelo tipo de ambiente em relação à percepção de ND_Física. No entanto, existem diferenças específicas de gênero dentro do ambiente semi-automatizado e entre mulheres em ambientes manuais e semi-automatizados que são estatisticamente significativas, o que pode sugerir que estes ambientes têm impactos diferentes em homens e mulheres ou que as mulheres experimentam uma mudança significativa quando se movem de um ambiente manual para um semi-automatizado. O único par de comparação que mostrou uma diferença significativa entre os gêneros está no ambiente semi-automatizado, o que pode indicar que as características deste ambiente afetam os gêneros de maneira diferente, ou que as respostas ao estresse e carga de trabalho físico podem variar significativamente entre homens e mulheres neste contexto específico.

6.4.4 Discussão dos resultados em relação aos trabalhos relacionados

Na análise qualitativa conduzida, os 98 docentes envolvidos avaliaram de maneira favorável os três ambientes no design experimental desenvolvido. Os recurso de automação simulando o uso de *Learning Analytics* em *dashboard* teve boa aceitação, o que atende ao objetivo específico deste trabalho e o tema de trabalho futuro de (SAHIN; IFENTHALER, 2021). O protótipo será registrado e disponibilizado para comunidade científica. Esse feedback po-

sitivo sugere que, independentemente do gênero dos educadores, há um reconhecimento dos participantes de que o emprego de tecnologias pode potencialmente mitigar sua carga de trabalho e tempo de dedicação. Esta percepção é definida primariamente pelo nível de familiaridade do docente com a ferramenta em questão e pelos objetivos pretendidos para seu uso.

Já na avaliação quantitativa, os dados referentes aos testes de hipóteses H1 indicam que os docentes percebem que o ambiente automatizado demanda menor esforço físico e temporal, e impõe uma carga de trabalho inferior em comparação ao ambiente manual, sobretudo em aspectos visuais. No plano estatístico foram observadas diferenças de relevância significativa que confirmaram as constatações visuais. Entretanto, o ambiente semi-automatizado assemelha-se, em termos de percepção, ao ambiente automatizado. Esta constatação é a primeira contribuição da presente dissertação, uma vez que evidencia a importância da participação ativa do educador no desenvolvimento de ambientes educacionais potencializados por IA com LA direcionado ao envio de feedbacks (DERMEVAL, 2016). Os achados associados a H1 elucidam que, sob a ótica da percepção docente, é vantajoso implementar um ambiente semi-automatizado para um monitoramento mais ágil e para o envio de feedbacks mais céleres - estes últimos sendo gerados com o auxílio da IA, mas sempre com a possibilidade de intervenção do docente a fim de adequar o conteúdo às demandas específicas das necessidades estudantis. Nesta hipótese o resultado se assemelha ao trabalho relacionado proposto por (MACHADO et al., 2021) no que tange ao uso de sistemas semi-automatizado para auxiliar o professor no processo educacional.

No âmbito da hipótese H2, ao examinar os docentes por gênero, os dados demonstraram que, para a variável avaliada (demanda física), ambos os gêneros perceberam diferenças significativas entre os ambientes, a saber: os professores masculinos perceberam uma maior demanda física para o ambiente semi-automatizado em relação às professoras no mesmo ambiente. Já as professoras perceberam que o ambiente semi-automatizado apresenta uma demanda física bem inferior ao ambiente manual. Quando submetidos a testes estatísticos rigorosos, tais resultados confirmaram diferenças significativas. Por outro lado, no contexto manual, foi observada uma diferença notável no desempenho das professoras que integraram a pesquisa. Desta feita, os resultados desta investigação sinalizam que o gênero não serve como um eixo analítico fundamental para decifrar a percepção dos docentes quanto às

mencionadas variáveis, sobretudo no que tange à elaboração e transmissão de feedbacks aos discentes em ambiente educacional virtual. O resultado desta hipótese diverge dos resultados apresentados por (MACHADO et al., 2021) uma vez que, em seu trabalho os resultados são positivos apenas para o ambiente automatizado na análise de gênero.

7 CONCLUSÃO

Neste estudo, objetivou-se examinar a percepção docente acerca da carga de trabalho e do tempo despendido na elaboração e transmissão de feedbacks em plataformas educacionais virtuais com o uso de learning analytics. Para quantificar a percepção dos educadores, foram empregados três ambientes distintos com ambientes simulados: um ambiente automatizado, um manual e, como proposta deste trabalho, um ambiente semi-automatizado que combina o uso da IA com LA para sugestão de feedbacks à intervenção docente, promovendo, assim, sua participação ativa no processo.

No escopo da avaliação das hipóteses relacionadas à percepção dos docentes ao interagir com os ambientes simulados, apresentou-se aos participantes uma série de interfaces. Posteriormente, solicitou-se que analisarem detidamente cada ambiente e, em sequência, respondessem a dois instrumentos de coleta de dados: o primeiro voltado para uma análise qualitativa, utilizando-se uma escala Likert de cinco níveis, e o segundo para uma avaliação quantitativa das hipóteses propostas, por meio do instrumento NASA TLX, visando discernir eventuais efeitos significativos das variáveis em estudo.

Este trabalho examinou a hipótese de que o ambiente apresentado aos professores no questionário poderia influenciar a sua percepção da carga de trabalho e seus componentes. Os resultados da ANOVA não encontraram diferenças significativas na percepção da demanda mental, performance, nível de esforço e nível de frustração dos professores entre os ambientes automatizado, manual e semi-automatizado. Contudo, as variáveis demanda física e demanda temporal apresentaram diferenças estatísticas significativas, principalmente quando comparando o ambiente manual com o automatizado, sugerindo que o ambiente de trabalho pode influenciar a percepção de carga de trabalho física e temporal dos professores.

Quanto à influência do gênero na percepção da carga de trabalho, a segunda hipótese testada, os resultados também apontaram para uma falta de diferenças significativas na maioria das variáveis dependentes. A exceção foi encontrada na demanda física, onde houve diferenças estatísticas significativas entre os gêneros nos ambientes manual e semi-automatizado. Tais achados indicam que, embora o gênero por si só não seja um fator determinante na percepção da carga de trabalho em geral, ele pode ter um papel na percepção da demanda física em contextos específicos. Esses resultados contribuem para um entendimento mais matizado

de como fatores ambientais e de gênero interagem para influenciar a carga de trabalho dos professores.

Concluiu-se que as hipóteses nulas apresentadas neste estudo foram rejeitadas, pois identificaram-se diferenças estatisticamente significativas na percepção dos participantes em relação às algumas dimensões do NASA TLX nos ambientes propostos. Essa diferenciação foi notada tanto de forma geral quanto estratificada por gênero em ambientes virtuais, combinada com o uso de Learning Analytics no envio de feedbacks.

7.1 Limitações

Nesta dissertação, uma das principais limitações residia na configuração de um ambiente experimental simulado, haja vista que a plataforma educacional, integrada com um sistema de Learning Analytics com o qual se estabeleceu contato inicial, abrigava dados sensíveis dos discentes. Tal característica inviabilizou o acesso direto à plataforma, seja devido a restrições legais, licenças de uso ou desafios técnicos para sua replicação. Como solução, o sistema examinado neste estudo foi estruturado a partir de um conjunto de interfaces, conduzindo o docente a uma simulação de ambiente focada na elaboração e transmissão de feedbacks. Tal abordagem pode ser vista como uma restrição, dada a potencial falta de contextualização completa para os educadores.

Os instrumentos de coleta de dados centraram-se na percepção docente, e não em ações concretas, considerando a natureza simulada dos ambientes. Isso pode resultar em interpretações equivocadas por parte de educadores não familiarizados com tal modalidade de pesquisa, representando um potencial viés. Adicionalmente, as escalas utilizadas, variando de 1 a 5 ou 1 a 10, podem não capturar a profundidade das respostas, em comparação com escalas mais amplas, p.e. como a do NASA TLX que vai de 0 a 100, o que demanda investigações complementares.

Uma outra limitação referente a apresentação do experimento, realizada de forma virtual, dependeu da leitura e compreensão autônoma dos docentes, uma vez que não foi viável a organização de uma sessão expositiva presencial. Ademais, convites para participação foram enviados eletronicamente a contas institucionais, possibilitando interações esporádicas e assíncronas com o investigador.

Há, ainda, a consideração de que as respostas dos envolvidos poderiam não refletir um

engajamento genuíno dos participantes com o propósito da pesquisa, que objetivava discernir a percepção docente acerca do esforço cognitivo e do tempo despendido em plataformas virtuais de ensino.

7.2 Trabalhos Futuros

De acordo com as limitações expostas e de todo o potencial de exploração das bases teóricas e do experimento realizado, propomos a realização das seguintes atividades em trabalhos futuros:

- Aprimorar a coleta de dados que influenciam na percepção dos professores sobre o esforço cognitivo e o tempo dedicado ao trabalho em plataformas educacionais.
- Desenvolver e implementar o modelo do ambiente semi-automatizado de recomendações de feedbacks em uma plataforma pedagógica para ser avaliado por professores em um ambiente realístico.
- Avaliar a percepção dos professores em relação a sua carga de trabalho e tempo de dedicação em uma plataforma real, utilizando o modelo desenvolvido para o ambiente semi-automatizado por um período prolongado.
- Aplicar outros testes que mensuram a carga de trabalho no contexto de envio de feedback em ambiente semi-automatizado com o uso de learning analytics, como a ferramenta SWAT e comparar os resultados com o NASA TLX (RUBIO et al., 2004).
- Avaliar a qualidade do feedback enviado pelo professor aos discentes. Este trabalho daria condições de verificar se o feedback enviado aos alunos pelos ambientes virtuais educacionais atendem às suas expectativas.
- Avaliar a qualidade do feedback com compreensão, comparando o que foi fornecido pelos docentes ao feedback gerado pela IA, como o Chat GPT combinado com os dados estatísticos de learning analytics (DAI et al., 2023).
- Expandir o escopo do experimento, incorporando variáveis adicionais a fim de traçar um diagnóstico mais acurado. Considerar fatores como faixa etária, grau de instrução e outras variáveis propostas pela teoria da carga de trabalho.

- Empregar métricas técnicas, como tempo para executar tarefas, número de cliques e velocidade de digitação, para fornecer mais insumos estatísticos à análise dos dados.
- Utilizar redes neurais para processar os sinais cerebrais dos participantes durante a realização de experimentos. Isso nos permitirá avaliar com maior precisão a percepção da carga de trabalho e fazer comparações com as respostas fornecidas nas pesquisas anteriores.

Referências

- AFRIDI, A. H. and MENGASH, H. A. (2022). Nasa-tlx-based workload assessment for academic resource recommender system. *Personal and ubiquitous computing*, 26(3):881–899.
- BANDURA, A. (1999). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Asian journal of social psychology*, 2(1):21–41.
- BLACK, P. and WILIAM, D. (1998). Assessment and classroom learning. assessment in education, 5 (1), 7–74. *Google Scholar Google Scholar Cross Ref Cross Ref*.
- BOUD, D. and MOLLOY, E. (2012). What is the problem with feedback? In *Feedback in higher and professional education*, pages 1–10. Routledge.
- CARLESS, D., SALTER, D., YANG, M., and LAM, J. (2011). Developing sustainable feedback practices. *Studies in higher education*, 36(4):395–407.
- CERF, V. G. (2013). Augmented intelligence. *IEEE Internet Computing*, 17(5):96–96.
- COOPER, G. (1990). Cognitive load theory as an aid for instructional design. *Australasian Journal of Educational Technology*, 6(2).
- CUKUROVA, M., KENT, C., and LUCKIN, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 50(6):3032–3046.
- DAI, W., LIN, J., JIN, H., LI, T., TSAI, Y.-S., Gašević, D., and Chen, G. (2023). Can large language models provide feedback to students? a case study on chatgpt. In *2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 323–325. IEEE.
- DANIEL, C. S. (2020). Assessing learning efficiency in narrative simulation delivered through interactive multimedia.
- DERMEVAL, D. (2016). Intelligent authoring of gamified intelligent tutoring system. In *UMAP (Extended Proceedings)*.

- DERMEVAL, D., PAIVA, R., BITTENCOURT, I. I., VASSILEVA, J., and BORGES, D. (2018). Authoring tools for designing intelligent tutoring systems: a systematic review of the literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(3):336–384.
- Gašević, D., DAWSON, S., and SIEMENS, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1):64–71.
- HAN, J., KIM, K. H., RHEE, W., and CHO, Y. H. (2021). Learning analytics dashboards for adaptive support in face-to-face collaborative argumentation. *Computers & Education*, 163:104041.
- HART, S. G. and STAVELAND, L. E. (1988). Development of nasa-tlx (task load index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology*, volume 52, pages 139–183. Elsevier.
- HASNINE, M. N., NGUYEN, H. T., TRAN, T. T. T., BUI, H. T., Akçapınar, G., and UEDA, H. (2023). A real-time learning analytics dashboard for automatic detection of online learners' affective states. *Sensors*, 23(9):4243.
- HATTIE, J. and TIMPERLEY, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1):81–112.
- Ketchum, C., LaFave, D. S., Yeats, C., Phompheng, E., and Hardy, J. H. (2020). Video-based feedback on student work: An investigation into the instructor experience, workload, and student evaluations. *Online Learning*, 24(3):85–105.
- KIM, J., JO, I.-H., and PARK, Y. (2016). Effects of learning analytics dashboard: analyzing the relations among dashboard utilization, satisfaction, and learning achievement. *Asia Pacific Education Review*, 17(1):13–24.
- KLUGER, A. N. and DENISI, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: a historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological bulletin*, 119(2):254.
- LI, K. W., LU, Y., and LI, N. (2022). Subjective and objective assessments of mental workload for uav operations. *Work*, 72(1):291–301.

- LOCKE, E. A. and LATHAM, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American psychologist*, 57(9):705.
- LOWNDES, B. R., FORSYTH, K. L., BLOCKER, R. C., DEAN, P. G., TRUTY, M. J., HELLER, S. F., BLACKMON, S., HALLBECK, M. S., and NELSON, H. (2020). Nasa-tlx assessment of surgeon workload variation across specialties. *Annals of surgery*, 271(4):686–692.
- MACHADO, A. J. B. et al. (2021). Percepção de carga de trabalho na recomendação de recursos educacionais apoiada por inteligência artificial: um experimento controlado com professores.
- MALEKPOUR, F., MEHRAN, G., MOHAMMADIAN, Y., MIRZAEI, V., and MALEKPOUR, A. (2014). Assessment of mental workload in teachers of hashtrud city using nasa-tlx mental workload index. *Pajoohandeh Journal*, 19(3):157–161.
- MATOS, D. D. M. d. C. et al. (2017). Authoring gamified intelligent tutoring systems.
- MILLER, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2):81.
- MOLENAAR, I. and Knoop-van CAMPEN, C. (2017). Teacher dashboards in practice: Usage and impact. In *European conference on technology enhanced learning*, pages 125–138. Springer.
- MOTHIBI, G. (2015). A meta-analysis of the relationship between e-learning and students' academic achievement in higher education. *Journal of Education and Practice*, 6(9):6–9.
- NUR, I., ISKANDAR, H., and ADE, R. (2020). The measurement of nurses' mental workload using nasa-tlx method (a case study). *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 20(Special1):60–63.
- PAIVA, R. and BITTENCOURT, I. I. (2020). Helping teachers help their students: A human-ai hybrid approach. In *International conference on artificial intelligence in education*, pages 448–459. Springer.

- PAIVA, R., BITTENCOURT, I. I., and Da SILVA, A. P. (2013). Uma ferramenta para recomendação pedagógica baseada em mineração de dados educacionais. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 2.
- PAIVA, R., BITTENCOURT, I. I., PACHECO, H., da SILVA, A. P., JACQUES, P., and ISOTANI, S. (2012). Mineração de dados and a gestão inteligente da aprendizagem: desafios and direcionamentos. In *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação*, pages 158–167.
- PAIVA, R., BITTENCOURT, I. I., TENÓRIO, T., JAQUES, P., and ISOTANI, S. (2016). What do students do on-line? modeling students' interactions to improve their learning experience. *Computers in Human Behavior*, 64:769–781.
- PARDO, A., JOVANOVIĆ, J., DAWSON, S., Gašević, D., and MIRRIAH, N. (2019). Using learning analytics to scale the provision of personalised feedback. *British Journal of Educational Technology*, 50(1):128–138.
- PARK, Y. and JO, I.-H. (2015). Development of the learning analytics dashboard to support students' learning performance. *Journal of Universal Computer Science*, 21(1):110.
- PRABASWARI, A. D., BASUMERDA, C., and UTOMO, B. W. (2019). The mental workload analysis of staff in study program of private educational organization. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, volume 528, page 012018. IOP Publishing.
- PUTRA, A. A., PRATAMA, R. C., and FARAHDIANSARI, A. P. (2023). Analysis of mental workload with nasa-tlx method on employees of kareb bojonegoro cooperative. *Journal of Information System, Technology and Engineering*, 1(3):95–103.
- REIS, H. M., BORGES, S. S., DURELLI, V. H., MORO, L. F. d. S., BRANDAO, A. A., BARBOSA, E. F., BRANDAO, L. O., ISOTANI, S., JACQUES, P. A., and BITTENCOURT, I. I. (2012). Towards reducing cognitive load and enhancing usability through a reduced graphical user interface for a dynamic geometry system: An experimental study. In *2012 IEEE International Symposium on Multimedia*, pages 445–450. IEEE.

- RUBIO, S., Díaz, E., Martín, J., and PUENTE, J. M. (2004). Evaluation of subjective mental workload: A comparison of swat, nasa-tlx, and workload profile methods. *Applied psychology*, 53(1):61–86.
- SCHUMACHER, C. and IFENTHALER, D. (2018). Features students really expect from learning analytics. *Computers in human behavior*, 78:397–407.
- SUSNJAK, T., RAMASWAMI, G. S., and MATHRANI, A. (2022). Learning analytics dashboard: a tool for providing actionable insights to learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1):12.
- SWELLER, J. (1988). load during problem solving: on/learn/ng. *Cognitive Science*, 12(2).
- SWELLER, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22(2):123–138.
- TENÓRIO, K., DERMEVAL, D., CHALLCO, G. C., LEMOS, B., NASCIMENTO, P., SANTOS, R., and da SILVA, A. P. (2020). An evaluation of the gamanalytics tool: Is the gamification analytics model ready for teachers? In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 562–571. SBC.
- Van Leeuwen, A. (2015). Learning analytics to support teachers during synchronous cscl: Balancing between overview and overload. *Journal of learning Analytics*, 2(2):138–162.
- VERBERT, K., GOVAERTS, S., DUVAL, E., SANTOS, J. L., Van ASSCHE, F., PARRA, G., and KLERKX, J. (2014). Learning dashboards: an overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6):1499–1514.
- WOOLF, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- XHAKAJ, F., ALEVEN, V., and MCLAREN, B. M. (2017). Effects of a teacher dashboard for an intelligent tutoring system on teacher knowledge, lesson planning, lessons and student learning. In *European conference on technology enhanced learning*, pages 315–329. Springer.

- YURKO, Y. Y., SCERBO, M. W., PRABHU, A. S., ACKER, C., and e STEFANIDIS, D. (2010). Higher mental workload is associated with poorer laparoscopic performance as measured by the nasa-tlx tool. *Simulation in healthcare*, 5(5):267–271.
- Şahin, M. and Ifenthaler, D. (2021). Visualizations and dashboards for learning analytics: A systematic literature review. *Advances in Analytics for Learning and Teaching*.

A ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “PERCEPÇÃO DE CARGA DE TRABALHO NO ENVIO DE FEEDBACK PARA DASHBOARDS E LEARNING ANALYTICS: UM EXPERIMENTO CONTROLADO COM PROFESSORES.” dos pesquisadores Ítalo Rodrigo da Silva Arruda e prof. Dr. Diego Dermeval Medeiros da Cunha Matos. A seguir, as informações do projeto de pesquisa com relação a sua participação neste projeto.

1. O estudo trata-se de uma dissertação do curso de Mestrado em Informática da Universidade Federal de Alagoas que objetiva investigar qual o impacto do uso de feedbacks gerados automaticamente a partir de dados dos usuários na utilização de ambiente virtual em comparação à análise manual por professores na percepção do professor com respeito ao esforço cognitivo e tempo de dedicação. O acesso a esta pesquisa pode ser feito através de aparelhos conectados à internet acesso o link recebido no e-mail convite que direciona para o site da pesquisa. A pesquisa será aplicada por meios eletrônicos onde o participante terá acesso ao site da pesquisa que contém uma descrição inicial da pesquisa. Após o início da pesquisa o participante será direcionado para o formulário do Google Forms. O custo envolvido será o do aparelho do participante e/ou da conectividade dependendo do meio que é feito o acesso a pesquisa.
2. A importância desse estudo para o participante será de oportunizar a avaliação de um sistema com potencial de auxiliá-lo no desenvolvimento de suas atividades como docente. Para a comunidade científica será beneficiada com entendimento de qual é o impacto do uso de feedback combinadas ou não com a participação dos professores no ambiente em relação ao esforço cognitivo e tempo de dedicação para elaboração de feedbacks na plataforma.
3. Os resultados que se desejam alcançar são os seguintes; espera-se encontrar um resultado positivo em relação a utilização de feedbacks em um ambiente virtual com LA, comparando a participação ativa do professor em relação a automação de feedbacks no ambiente.

4. A coleta de dados começará entre 01 de Agosto e terminará em 15 de Setembro de 2023.
5. O estudo será feito da seguinte maneira:
 - No primeiro momento: O professor que irá participar do estudo, será direcionado para uma simulação de criação e acompanhamento de recursos pedagógicos em uma plataforma on-line.
 - No segundo momento: o professor irá ler um estudo de caso, onde ele irá vivenciar um ambiente de desempenho pedagógico e interativo de um grupo de estudantes simulados, de acordo com um dos três grupos que ele estará atribuído de maneira aleatória.
 - No terceiro momento: o professor será apresentado a uma das visualizações de três ambientes gerados aleatoriamente onde deve realizar as operações informadas nas instruções iniciais.
 - No quarto momento: responder um conjunto de perguntas que tratam a sua percepção do esforço cognitivo e tempo de dedicação ao acompanhar o ambiente e as ações como professor na plataforma.
6. A sua participação será nas seguintes etapas: acontecerão em todas as etapas descritas no item 5, sendo assegurado o seu direito de não responder, todo o questionário ou qualquer uma das questões. Também é garantido o acesso a todo conteúdo dos questionários logo no início antes.
7. Pode existir possibilidade de danos à dimensão:
 - Física: Os incômodos e possíveis riscos à saúde física e/ou mental poderão estar relacionados ao uso do computador por muito tempo. Para minimizar esse risco, a pesquisa será feita de forma clara e objetiva para evitar o uso prolongado do computador ou celular.

- Moral: Existe o risco de quebra de sigilo dos professores com relação aos dados coletados durante o estudo. No entanto, os dados coletados serão todos anonimizados impedindo a sua identificação.
 - A participação na pesquisa prevê danos à dimensão Psíquica, Social, Cultural do ser humano e Intelectual. Caso venha ocorrer algum dano será encaminhado para o SPA - Serviço de Psicologia Aplicada do UFAL que assumirá este papel.
8. Os benefícios esperados através da combinação do uso de inteligência artificial e humana para criação de feedbacks em sistemas educacionais com Learning Analytics irá trazer resultados positivos para:
- O participante: Os professores em relação ao seu esforço cognitivo e eficiência na aplicação de um modelo específico de elaboração de feedbacks, contribuindo para proposição de sistemas que possam auxiliar o docente em focar em sua atividade final.
 - A sociedade: O ganho de profissionais com a formação mais completa em diversas áreas do conhecimento devido aos trabalhos derivados desta pesquisa.
9. Você será informado(a) do resultado do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo sendo garantido do o acesso a este termo (TCLE) em papel e formato digital a depender do seu interesse.
10. A qualquer momento, você poderá recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.
11. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto após a sua autorização. Os dados serão armazenados de forma segura na nuvem institucional, bem como as ferramentas de coleta de dados. Será feita cópias de segurança que ficará armazenado no período de 5 anos. Após esse período será feito o apagamento de todo e qualquer registro da plataforma virtual ou nuvem conforme a política de privacidade da ferramenta do Google Workstation,

12. Será garantido o ressarcimento de todos os gastos, sendo os custos diretos e indiretos, que você porventura tenha em decorrência da pesquisa e sendo proporcionada a assistência imediata e na íntegra pelo pesquisador bastando entrar em contato pelos canais informados neste termo.
13. Você será indenizado(a) por qualquer dano que venha a sofrer com a sua participação na pesquisa.
14. Você receberá o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que será elaborado em duas vias, sendo, assinadas ao final pelo participante e pelo pesquisador. É recomendável que armazene em local seguro.

ATENÇÃO: Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da UFAL: (82) 3214-1041. Grupo de avaliadores de projetos de pesquisa científica com objetivo de avaliação ética inicial e continuada do estudo no sentido de preservação do participante da pesquisa. O COMITÊ se responsabiliza pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos das pesquisas envolvendo seres humanos, respaldado pelas diretrizes éticas brasileiras (Resoluções CNS nº 466/2012, nº 510/2016 e complementares).

- Informamos que, em virtude do atual ambiente devido à pandemia da COVID-19, o pesquisador deve se comprometer a modificar seu cronograma para realizar a pesquisa em campo apenas quando possível, respeitando os decretos sobre a pandemia de acordo com os decretos em vigor.

- A coleta dos dados somente poderá ser realizada pelo pesquisador, após o envio das autorizações das Instituições responsáveis, via Notificação.

- Caso tenha dúvidas entre em contato com o CEP via e-mail: comitedeeticaufal@gmail.com ou via Skype: comitedeeticaufal@hotmail.com

- O Comitê de Ética da UFAL analisou e aprovou este projeto de pesquisa.

Para obter mais informações a respeito deste projeto de pesquisa, informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas

Prédio do Centro de Interesse Comunitário (CIC), Térreo, Campos A. C. Simões, Cidade Universitária

Telefone: 3214-1041 - Horário de Atendimento: das 8:00 às 12:00hs.

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com ou via Skype: comitedeeticaufal@hotmail.com

Eu,, tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e

para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, S/N

Complemento: Cidade Universitária

Cidade/CEP: Maceió-AL / 57072-970

Telefone: 82 981875147

Contato de urgência: Sr. Ítalo Rodrigo da Silva Arruda

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, S/N

Complemento: Cidade Universitária

Cidade/CEP: Maceió-AL / 57072-970

Telefone: 82 981875147

Maceió, _____ de _____ de 2023.

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a) ou responsável legal e rubricar as demais folhas	Nome e Assinatura do Pesquisador pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

B ANEXO B - QUESTIONÁRIO CONCEITOS BÁSICOS

Demanda Mental: atividade mental requerida para a realização do trabalho.

Demanda Física: atividade física requerida para a realização do trabalho.

Demanda Temporal: nível de pressão imposto para a realização do trabalho.

Performance: nível de satisfação com o desempenho pessoal para a realização do trabalho.

Esforço: o quanto que se tem que trabalhar física e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.

Nível de Frustração: nível de fatores que inibem a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

Recomendação: É a oferta de recursos de feedbacks, que o sistema sugere ao professor.

Explicação: É o que justifica o motivo pelo qual o feedback foi enviada ao estudante.

Transparência: É a exposição de quem fez o feedback, seja o professor ou o sistema.

- Qual seu gênero?
1-Feminino; 2-Masculino
- O conceito (Demanda Mental) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.
- O conceito (Demanda Física) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.
- O conceito (Demanda Temporal) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.
- O conceito (Performance) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

- O conceito (Esforço) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

- O conceito (Nível de Frustração) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

- O conceito (Recomendação) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

- O conceito (Explicação) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

- O conceito (Transparência) está explicado de forma clara e consegui compreendê-lo.

1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concorde; 5 – Concorde Plenamente.

C ANEXO C - QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO

AMBIENTE MANUAL (AM)

- Em relação ao tempo de trabalho, o ambiente manual, contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedback para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, no ambiente manual, a criação manual de feedback apresentada, contribuiria na minha eficiência no envio de feedback para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente manual contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente manual, o envio de feedback criado pelo professor(a), contribuiria no meu acompanhamento da evolução dos alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente manual?
(Questão aberta)
- Em relação ao esforço cognitivo, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente manual?
(Questão aberta)

AMBIENTE AUTOMATIZADO (AA)

- Em relação ao tempo de trabalho, o ambiente automatizado contribuiria para um aumento da minha produtividade no acompanhamento do envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, no ambiente automatizado, a visualização do percentual das interações dos alunos em fóruns, junto com os painéis de dados, contribuiria na minha eficiência no acompanhamento e envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente automatizado contribuiria para um aumento da minha produtividade no acompanhamento e envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente automatizado, as os feedbacks enviados automaticamente, contribuiria no acompanhamento e rendimento dos alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente automatizado?
(Questão aberta)
- Em relação ao esforço cognitivo, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente automatizado?
(Questão aberta)

AMBIENTE SEMI-AUTOMATIZADO (AS)

- Em relação ao tempo de trabalho, o ambiente semi-automatizado, contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, no ambiente semi-automatizado, a sugestão de feedback apresentada pelo sistema, contribuiria na minha eficiência no envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente semi-automatizado, contribuiria para um aumento da minha produtividade no envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao esforço cognitivo, o ambiente semi-automatizado a sugestão de feedback sugerida para o professor, contribuiria no meu acompanhamento e rendimento dos alunos, no envio de feedbacks para os meus alunos?
1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Plenamente.
- Em relação ao tempo de trabalho, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente semi-automatizado?
(Questão aberta)
- Em relação ao esforço cognitivo, qual seria um ponto positivo ou negativo percebido pelo senhor(a) no ambiente semi-automatizado?
(Questão aberta)

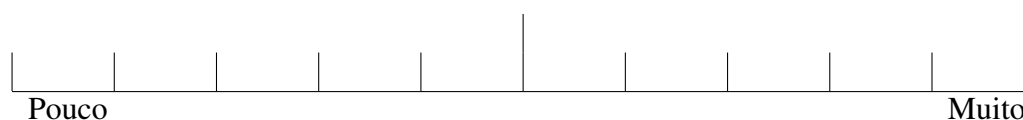
D ANEXO D - QUESTIONÁRIO NASA/TLX

AMBIENTE MANUAL (AM)

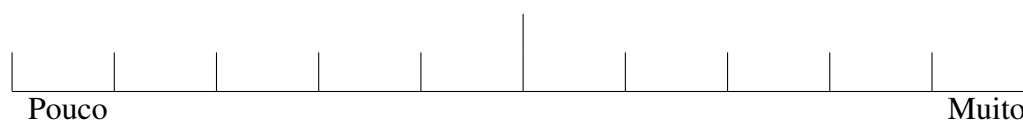
Este questionário tem como finalidade entender o que mais representa a carga de trabalho durante a realização de suas funções como professor. Onde você deve observar os seguintes conceitos:

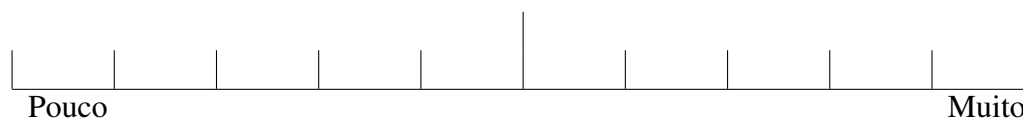
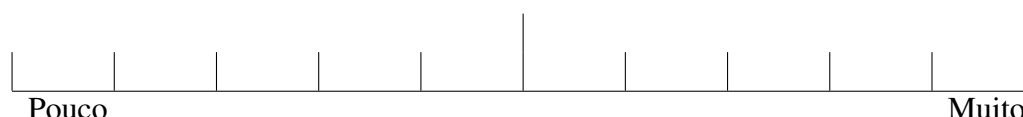
- **Demanda Mental** – atividade **mental** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Física** – atividade **física** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Temporal** – nível de **pressão** imposto para a realização do trabalho.
- **Performance** – nível de satisfação com o **desempenho** pessoal para a realização do trabalho.
- **Esforço** – o quanto que se tem que trabalhar **física** e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.
- **Nível de Frustração** – nível de fatores que **inibem** a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

Demanda Mental no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)



Demanda Física no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)



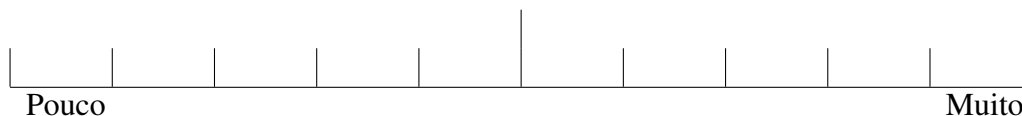
Demanda Temporal no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)**Performance ou desempenho no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)****Esforço (Físico e Mental) no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)****Nível de Frustração no seu trabalho (na criação de feedbacks manuais)****AMBIENTE AUTOMATIZADO (AA)**

Este questionário tem como finalidade entender o que mais representa a carga de trabalho durante a realização de suas funções como professor. Onde você deve observar os seguintes conceitos:

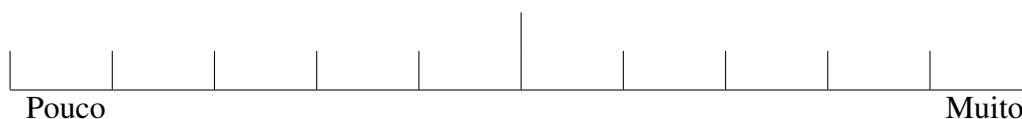
- **Demanda Mental** – atividade **mental** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Física** – atividade **física** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Temporal** – nível de **pressão** imposto para a realização do trabalho.
- **Performance** – nível de satisfação com o **desempenho** pessoal para a realização do trabalho.
- **Esforço** – o quanto que se tem que trabalhar **física** e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.

- **Nível de Frustração** – nível de fatores que **inibem** a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

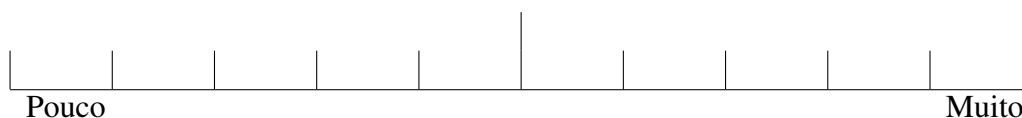
Demanda Mental no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



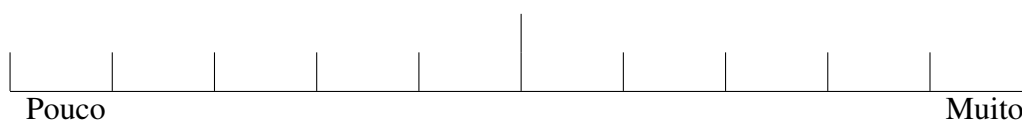
Demanda Física no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



Demanda Temporal no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



Performance ou desempenho no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



Esforço (Físico e Mental) no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



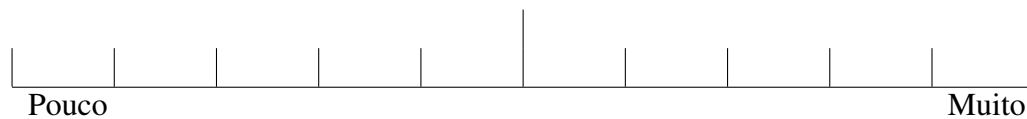
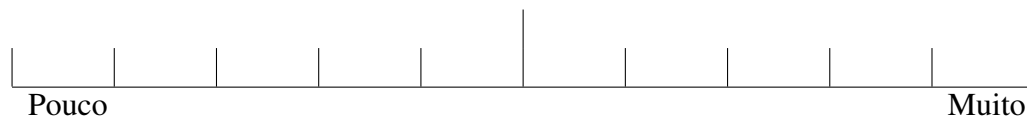
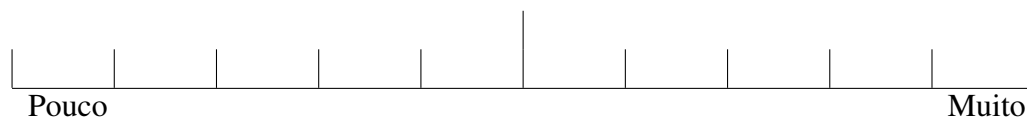
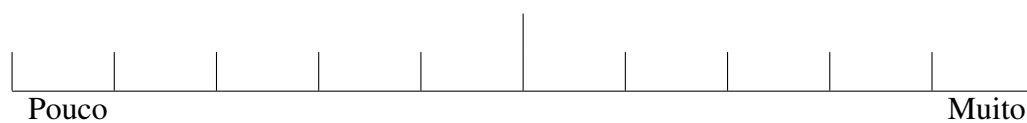
Nível de Frustração no seu trabalho (no acompanhamento dos feedbacks enviados e notificados e por visualização dos painéis de dados)



AMBIENTE SEMI-AUTOMATIZADO (AS)

Este questionário tem como finalidade entender o que mais representa a carga de trabalho durante a realização de suas funções como professor. Onde você deve observar os seguintes conceitos:

- **Demanda Mental** – atividade **mental** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Física** – atividade **física** requerida para a realização do trabalho.
- **Demanda Temporal** – nível de **pressão** imposto para a realização do trabalho.
- **Performance** – nível de satisfação com o **desempenho** pessoal para a realização do trabalho.
- **Esforço** – o quanto que se tem que trabalhar **física** e mentalmente para atingir um nível desejado de performance ou desempenho.
- **Nível de Frustração** – nível de fatores que **inibem** a realização do trabalho (insegurança, irritação, falta de estímulo, estresse, contrariedades).

Demanda Mental no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)**Demanda Física no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)****Demanda Temporal no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)****Performance ou desempenho no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)****Esforço (Físico e Mental) no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)****Nível de Frustração no seu trabalho (na confirmação envio de feedbacks sugeridos)**