



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Marília
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

KÉSSIA RITA DA COSTA MARCHI

**PERSPECTIVA INFORMACIONAL NA GESTÃO DA APRENDIZAGEM:
UM MODELO DE FLUXO INFORMACIONAL PARA AUXILIAR A
TOMADA DE DECISÃO PEDAGÓGICA**

Marília
2024

KÉSSIA RITA DA COSTA MARCHI

**Perspectiva Informacional na Gestão da Aprendizagem:
Um Modelo de Fluxo Informacional para Auxiliar a Tomada de
Decisão Pedagógica**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciência da Informação pela Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Marília.

Área de Concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento

Linha de Pesquisa: Informação e Tecnologia

Orientador: Dr. Leonardo Castro Botega

Marília
2024

M317p

Marchi, Késsia Rita da Costa

PERSPECTIVA INFORMACIONAL NA GESTÃO DA APRENDIZAGEM :
UM MODELO DE FLUXO INFORMACIONAL PARA AUXILIAR A TOMADA
DE DECISÃO PEDAGÓGICA / Késsia Rita da Costa Marchi. -- Marília,
2024
206 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília
Orientador: Leonardo Castro Botega

1. Fluxo Informacional. 2. Tomada de Decisão Pedagógica. 3.
Análise de Dados Educacionais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A presente tese, desenvolvida no âmbito da Informação e Tecnologia, possui potencial de contribuição e impacto social, educacional, tecnológico e econômico, dada a proposta do Modelo de Fluxo Informacional para auxiliar a tomada de decisão pedagógica. No âmbito social, a adoção desse modelo fomenta uma tomada de decisão pedagógica mais eficiente e eficaz. No contexto educacional, a aplicação desse modelo pode fornecer subsídios para professores, que facilite suas práticas pedagógicas ao auxiliar nas tomadas de decisões, permitindo que esses profissionais da educação respondam dinamicamente aos resultados dos alunos e embasem suas ações em dados precisos e relevantes. Do ponto de vista tecnológico, a utilização desse modelo pode impulsionar o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras para a coleta, tratamento, análise e visualização de dados educacionais, ampliando a integração de recursos de Inteligência Artificial, o que contribui para o avanço da área de tecnologia educacional. Além disso, no cenário econômico, a otimização da tomada de decisão pedagógica pode resultar em economia de recursos e melhor aproveitamento dos investimentos na educação e obter resultados educacionais mais satisfatórios. Em suma, a pesquisa tem o potencial de oferecer contribuições importantes para a sociedade e apoiar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), de tal forma a aprimorar o processo educacional, promover a utilização de tecnologias que favoreçam identificar e atender as necessidades dos alunos, reduzir desigualdades no acesso à educação de qualidade, incentivar a inovação tecnológica, fortalecer parcerias estratégicas e abrir novas possibilidades na integração entre informação, tecnologia e conhecimento na Ciência da Informação.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The present thesis, developed within the realm of Information and Technology, has the potential to contribute to and impact social, educational, technological, and economic spheres, given the proposal of the Informational Flow Model to assist in pedagogical decision-making. In the social domain, the adoption of this model promotes more efficient and effective pedagogical decision-making. In the educational context, the application of this model can provide teachers with resources that facilitate their pedagogical practices by aiding in decision-making, allowing these education professionals to dynamically respond to student outcomes and base their actions on precise and relevant data. From a technological perspective, the use of this model can drive the development of innovative technological solutions for the collection, processing, analysis, and visualization of educational data, expanding the integration of Artificial Intelligence resources, thereby contributing to the advancement of the educational technology field. Additionally, in the economic scenario, the optimization of pedagogical decision-making can result in resource savings and better utilization of investments in education, achieving more satisfactory educational outcomes. In summary, the research has the potential to offer significant contributions to society and support the Sustainable Development Goals by enhancing the educational process, promoting the use of technologies that help identify and meet student needs, reducing inequalities in access to quality education, encouraging technological innovation, strengthening strategic partnerships, and opening new possibilities for the integration of information, technology, and knowledge within Information Science.

Késsia Rita da Costa Marchi

**Perspectiva Informacional na Gestão da Aprendizagem:
Um Modelo de Fluxo Informacional para Auxiliar a Tomada de Decisão
Pedagógica**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Ciência da Informação pela Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Marília.

Área de Concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento

Linha de Pesquisa: Informação e Tecnologia

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Castro Botega

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI)
Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Orientador

Prof. Dr. José Eduardo Santarém Segundo

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI)
Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Membro Interno

Prof. Dr. Ricardo Cesar Gonçalves Sant'Ana

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI)
Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Membro Interno

Prof. Dr. Rogério Aparecido Sá Ramalho

Departamento de Ciência da Informação
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Membro Externo

Prof. Dr. Sandro Rautenberg

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Estadual do Centro-Oeste – Membro Externo

Marília, 20 de junho de 2024.

Dedico este trabalho à minha família!

*“ Por trás de cada página, gráfico e linha desta tese, existe o suporte inabalável de vocês.
A presença de vocês e o apoio incondicional foram a força motriz que impulsionou este
percurso acadêmico.*

*Dedico este trabalho a vocês - meu marido, minha filha e meus pais - os verdadeiros heróis
da minha jornada, cujo amor e encorajamento foram os alicerces que sustentaram cada
passo rumo à realização deste sonho.”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por guiar meus passos ao longo desta jornada de conhecimento. A Ele, dedico toda honra e gratidão pela oportunidade de embarcar e concluir esta jornada.

À minha família, meus pais José e Enete Marchi, meus irmãos, Tiago e Katiuce Marchi, minhas cunhadas Maiume e Ana e em especial ao meu marido André Sanches e minha filha, Gabriela Marchi Sanches, cujo amor e apoio incondicional e constante foram a bússola que me orientou nos momentos mais desafiadores e que compreenderam cada ausência e me deram força para me manter firme no propósito deste sonho. Cada conquista é compartilhada com vocês, e esta tese é um testemunho do nosso vínculo e da nossa união.

De forma muito especial, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Leonardo Castro Botega, pela orientação sábia, paciência incansável e inspiração constante. Seu papel foi crucial na construção deste trabalho e no meu desenvolvimento acadêmico.

Aos demais professores do programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Unesp - Campus de Marília, cujo conhecimento compartilhado ampliou minha compreensão sobre a área e enriqueceu esta pesquisa.

Aos estimados colegas do grupo de pesquisa GIHC – Grupo de Interação Humano-Computador, em especial aos amigos do eixo de educação, Lafaiete Henrique Rosa Leme e Felipe Stefani Correia dos Santos, que colaboraram incansavelmente com o desenvolvimento do nosso projeto maior.

Aos estimados colegas do Eixo de Informação e Comunicação do IFPR - Campus Paranavaí, pela colaboração, substituições, troca de ideias e amizade durante este percurso. Juntos, construímos um ambiente propício ao aprendizado e crescimento mútuo.

Ao IFPR – Campus Paranavaí, por me conceder o privilégio de dedicar-me exclusivamente ao doutorado. Esta instituição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para a minha formação como pesquisadora.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta jornada acadêmica, meu profundo agradecimento. Que este trabalho possa retribuir, de alguma maneira, o apoio e a confiança depositados em mim.

RESUMO

A crescente utilização de recursos tecnológicos e de comunicação tem revolucionado os processos de ensino e aprendizagem, especialmente em modalidades à distância. Estas tecnologias facilitam a personalização do ensino e permitem o acesso a um extenso volume de dados educacionais, propiciando a adoção de novas abordagens pedagógicas que oferecem maior flexibilidade. Central para este avanço, está a tomada de decisão pedagógica informada por dados, uma prática que se beneficia significativamente dos aportes da Ciência da Informação, que fornece os fundamentos teóricos e epistemológicos essenciais para compreender o fluxo informacional e a relevância dos dados na formulação de decisões baseadas em evidências. Por meio de métodos e técnicas de análise de dados, apoiados por recursos de aprendizagem de máquina, é possível obter *insights* sobre as necessidades dos alunos, bem como o impacto das práticas pedagógicas, permitindo que os professores tomem decisões mais informadas e embasadas. Diante disso, esta pesquisa explora a importância do fluxo informacional nas tomadas de decisões fundamentadas em dados. Através do fluxo informacional, identificam-se oportunidades para o emprego de processos tecnológicos que enriqueçam o retrato do aluno no espaço de aprendizagem, fornecendo informações precisas e abrangentes para subsidiar as tomadas de decisões pedagógicas. Desta maneira, com o objetivo de contribuir para uma gestão da aprendizagem mais eficiente e eficaz, a tese propõe diretrizes para o desenvolvimento do modelo de fluxo informacional EduFlow, que é orientado pela perspectiva informacional e apoiado por rotinas tecnológicas de verificação e análise dos processos de ensino e aprendizagem. Esse modelo visa integrar dados e tecnologia para subsidiar a tomada de decisão pedagógica, em nível docente, de tal forma que possa ampliar a possibilidade de identificação de necessidades de intervenções pedagógicas. As conclusões deste modelo ressaltam sua eficácia em aprimorar decisões pedagógicas através do uso estratégico de dados, permitindo intervenções educacionais precisas e tempestivas. Essas diretrizes demonstram capacidade significativa e viabilidade para o desenvolvimento do modelo, assim como, da implementação de artefatos computacionais que subsidiam a sua aplicação.

Palavras-chave: Fluxo Informacional, Tomada de decisão pedagógica, Análise de Dados Educacionais.

ABSTRACT

The increasing use of technological and communication resources has revolutionized teaching and learning processes, especially in distance learning modalities. These technologies facilitate personalized teaching and allow access to a vast volume of educational data, fostering the adoption of new pedagogical approaches that offer greater flexibility. Central to this advancement is data-informed pedagogical decision-making, a practice that significantly benefits from the contributions of Information Science, which provides the essential theoretical and epistemological foundations to understand informational flow and the relevance of data in formulating evidence-based decisions. Through data analysis methods and techniques, supported by machine learning resources, it is possible to gain insights into students' needs as well as the impact of pedagogical practices, allowing teachers to make more informed and substantiated decisions. Therefore, this research explores the importance of informational flow in data-driven decision-making. Through informational flow, opportunities are identified for employing technological processes that enhance the student profile in the learning environment, providing precise and comprehensive information to support pedagogical decision-making. Thus, with the aim of contributing to a more efficient and effective learning management, the thesis proposes guidelines for the development of the EduFlow informational flow model, which is guided by an informational perspective and supported by technological routines for verifying and analyzing teaching and learning processes. This model aims to integrate data and technology to support pedagogical decision-making at the teaching level, thereby expanding the possibility of identifying needs for pedagogical interventions. The conclusions of this model highlight its effectiveness in enhancing pedagogical decisions through the strategic use of data, enabling precise and timely educational interventions. These guidelines demonstrate significant capability and feasibility for the development of the model, as well as for the implementation of computational artifacts that support its application.

Keywords: Informational Flow, Pedagogical Decision-Making, Educational Data Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caracterização da pesquisa.	42
Figura 2: Método Proposto para a condução do DSR.	44
Figura 3: Relação da Tecnologia, Processos e Pessoas nas Tomadas de Decisão.	63
Figura 4: Inter-relação de dados, informação, Conhecimento e Comunicação.	66
Figura 5: Relacionamento entre linhas de pesquisa de análise de dados acadêmicos.	72
Figura 6: Fluxo Informacional Padrão.	85
Figura 7: Fluxo informacional: Modelo Davenport.	93
Figura 8: Fluxo Informacional: Modelo Barreto.	94
Figura 9: Fluxo Informacional: Modelo Choo.	96
Figura 10: Fluxo Informacional - Modelo Bel.	97
Figura 11: Interação entre Fluxo Informacional, Cultura Informacional, Recursos Tecnológicos e Processo Organizacional.	100
Figura 12: FI para a gestão da aprendizagem orientada pela perspectiva informacional.	104
Figura 13: Diagrama Geral do Modelo de FI para a gestão da aprendizagem com perspectiva informacional.	106
Figura 14: Modelo Conceitual do Módulo de Identificação das Necessidades.	110
Figura 15: Prototipação da tela inicial do Módulo de Identificação das Necessidades Informacionais.	112
Figura 16: Prototipação da tela de inclusão das necessidades informacionais.	113
Figura 17: Prototipação da tela de Seleção de Dados.	115
Figura 18: Modelo de obtenção de dados e informações.	117
Figura 19: Prototipação da tela inicial do módulo de Obtenção de Dados e Informações. ..	118
Figura 20: Prototipação da tela de coleta de dados.	119
Figura 21: Modelo de Tratamento, processamento, enriquecimento e organização.	121
Figura 22: Modelo de análise descritiva.	124
Figura 23: Modelo de análise preditiva.	127
Figura 24: Modelo de enriquecimento e organização da informação.	129
Figura 25: Modelo de Apresentação e Utilização.	131
Figura 26: Prototipação da tela inicial do artefato computacional.	133
Figura 27: Prototipação da tela de gestão da tomada de decisão pedagógica.	135

Figura 28: Modelo Fase de descarte.	136
Figura 29: Prototipação da tela de descarte de dados.....	139
Figura 30: Fluxograma da sequência de execução do Modelo EduFlow na PoC.	147
Figura 31: Tela de "Cadastro das Necessidades Informacionais".	150
Figura 32: Tela de "Identificação das Necessidades Informacionais".....	151
Figura 33: Tela de "Seleção de Dados".....	154
Figura 34: Tela de "Inserção de Dados e Informações".	155
Figura 35: Parte do registro de log, em formato HTML.	156
Figura 36 - Trecho do relatório do NAPNE	156
Figura 37: Tela de "Listagem de Dados".....	159
Figura 38: Registro de Log anonimizado.	160
Figura 39: Planilha com Dados Integrados e Transformados.....	160
Figura 40: Exemplo de previsões para conceitos de alunos.	165
Figura 41: Dashboard interativo na interface inicial do protótipo.....	167
Figura 42: Dashboard referente a necessidade informacional.	169
Figura 43: Dashboard Engajamento por aluno.....	170
Figura 44: Exemplificação da opção de descarte.	172
Figura 45: Tela de descarte.	173

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução do número de alunos em cursos EaD no ensino superior do Brasil.	53
Gráfico 2: Oferta de cursos de graduação na modalidade à distância.	54
Gráfico 3: Oferta e Consumo de EaD.....	55
Gráfico 4: Modalidade de Ensino em que os professores atuam ou já atuaram.....	74
Gráfico 5: Tempo de uso de LMS na docência.	75
Gráfico 6: Uso de dados educacionais nas tomadas de decisão pedagógica.	76
Gráfico 7: Utilização de registros de log gerados pelo LMS.	77
Gráfico 8: Motivos que levam a não utilização dos registros de log.....	77
Gráfico 9: Dificuldades para identificar as necessidades dos alunos.....	79
Gráfico 10: Satisfação com o ambiente.....	80
Gráfico 11: Uso de ferramentas analíticas.	81
Gráfico 12: Motivo para a não utilização dos dados em tomadas de decisão.....	82
Gráfico 13: Dados considerados importantes.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparativo entre trabalhos correlatos e características.....	41
Quadro 2: Classificação dos tipos de decisões, conforme sua característica.	59
Quadro 3: Contrastes entre definições de MDE e LA.....	71
Quadro 4: Distribuição geográfica dos participantes do questionário.	74
Quadro 5: Utilização de dados educacionais X Ferramentas analíticas.....	81
Quadro 6: Relação dos módulos do Modelo de FI com as etapas gerais do processo decisório.	107
Quadro 7: Etapas de execução da PoC.....	141
Quadro 8: Alinhamento entre os objetivos da PoC e os componentes fundamentais da pesquisa.....	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	<i>Academic Analytics</i>
ABED	Associação Brasileira de Educação à Distância
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BI	<i>Business Intelligence</i>
CD	Ciência de Dados
CDO	<i>Component-Based Development</i>
D3M	<i>Data-Driven Decision Making</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
EaD	Educação à Distância
EDM	<i>Educational Data Mining</i>
FI	Fluxo Informacional
GIHC	Grupo de Interação Humano Computador
IES	Instituição de Ensino Superior
INEP	Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
InfoVis	Visualização da Informação
LA	<i>Learning Analytics</i>
MDD	<i>Model-Driven Development</i>
MEC	Ministério da Educação
MOOC	<i>Massive Online Open Couser</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NAPNE	Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas

OI	Organização da Informação
PoC	Prova de Conceito
RI	Recuperação da Informação
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SAW	Consciência Situacional
UAB	Universidade Aberta do Brasil

Sumário

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Problema de Pesquisa.....	20
1.2. Questões de Pesquisa	24
1.3. Cenários de Validação.....	25
1.4. Objetivos	26
1.5. Trabalhos Correlatos.....	27
1.6. Procedimentos Metodológicos.....	41
1.6.1. Caracterização da Pesquisa	42
1.6.2. A Construção da Solução por meio do Design Science Research.....	43
1.7. Organização da Tese.	48
2. CONTEXTO EDUCACIONAL E DEMANDAS PEDAGÓGICAS	50
2.1. A Educação à Distância	50
2.1.1. A Ascensão da Educação a Distância no Brasil	53
2.2. Tomada de Decisão Pedagógica	57
2.2.1. As fases do processo decisório pedagógico	58
2.2.2. O papel da tecnologia, processos e pessoas na tomada de decisão pedagógica ..	63
2.2.3. Tomada de Decisão Baseada em Dados	67
2.3. A Ciência de Dados na Educação	69
2.4. Percepções dos Professores sobre o Uso de LMS	73
3. MODELO DE FLUXO INFORMACIONAL PARA TOMADA DE DECISÃO PEDAGÓGICA.	87
3.1. Modelos de Fluxos Informacionais	92
3.2. O Modelo De Fluxo Informacional para Auxiliar a Tomada de Decisão Pedagógica EduFlow	99
3.2.1. Visão geral do modelo de FI	104

3.2.2. Módulo de “Identificação das Necessidades Informacionais”	109
3.2.3. Módulo de “Obtenção de Dados e Informações”	116
3.2.4. Módulo de “Tratamento e Processamento”	120
3.2.5. Módulo de “Enriquecimento e Organização”	123
3.2.6. Módulo de “Apresentação e Utilização”	129
3.2.7. O Módulo de Descarte	135
4. PROVA DE CONCEITO	141
4.1. Aplicação do Modelo EduFlow	146
4.1.1. Aplicação do Módulo de “Identificação das Necessidades Informacionais”	148
4.1.2. Aplicação do Módulo de “Obtenção de Dados e Informações”	158
4.1.3. Aplicação do Módulo de “Tratamento e Processamento”	159
4.1.4. Aplicação do Módulo de “Enriquecimento e Organização”	161
4.1.5. Módulo de Visualização da Informação	165
4.1.6. Módulo de Descarte	171
4.2. Análise e Avaliação dos Resultados	174
4.3. Limitações e Desafios	183
5. CONCLUSÃO	189
6. Referências	196

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tem sido amplamente aplicada nos processos de ensino e aprendizagem, definidos como o processo dinâmico e interativo de transmissão e aquisição de conhecimento, habilidades e valores. Isso resulta em um significativo aumento na produção de dados educacionais e promove uma revolução na educação. Esse avanço tecnológico tem possibilitado a tomada de decisão baseada em dados na educação e permitido que educadores façam escolhas mais informadas e eficazes. A abundância de dados educacionais gerados por meio de diversas ferramentas e plataformas tecnológicas tem gerado novas possibilidades para a análise e compreensão dos comportamentos e resultados de aprendizagem dos estudantes, abrindo caminho para práticas educacionais mais personalizadas e fundamentadas em evidências.

Imerso nesse cenário evolucionário, o sistema de ensino contemporâneo tem mostrado uma forte tendência para a inserção de métodos, técnicas e tecnologias de Educação à Distância (EaD), que possibilitam novas formas de aprendizagem, adequados aos novos perfis de alunos requerentes dos paradigmas educacionais atuais. Para Dias Jr (2017) esta tendência tem favorecido a utilização de recursos tecnológicos tanto em cursos presenciais, como em cursos à distância.

A Educação a Distância, por sua vez, tem sido considerada como um instrumento de alcance social capaz de corrigir desigualdades de formação e participação na sociedade. Esta modalidade de ensino apresenta especificidades próprias e se distingue da modalidade presencial por fazer uso de sistemas tecnológicos de comunicação bidirecional, que pode ser massiva, aberta e possibilita a interação pessoal entre professores, tutores e alunos por meio de ações sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos pedagógicos que propiciem a aprendizagem individual e flexível (SOLETTI, 2006).

Segundo a Associação Brasileira de Educação à Distância (ABED), o número de alunos matriculados na EaD, ofertados no Brasil, tem obtido um crescimento constante. Em 2014 este número já ultrapassava 3,8 milhões de alunos matriculados, em 2016 o ensino superior à distância já representava 26% da educação superior no Brasil (INEP, 2016) e no censo referente ao ano de 2021, esse número representou 62,8%. Este percentual alcançou as

estimativas apontadas por Dias Jr (2017) que previam para o ano de 2023, o número de matrículas superior na modalidade à distância, comparadas com as do ensino presencial. Nesse contexto, a Educação a Distância tem se destacado como uma modalidade capaz de corrigir desigualdades de formação e participação na sociedade, impulsionada pela evolução dos recursos tecnológicos e pela inserção de ferramentas de aprendizagem e gestão de conhecimento.

A inserção de ferramentas tecnológicas que tem ajudado a impulsionar o surgimento de novos processos e técnicas que apoiam a educação e possibilitam aprendizagem eficazes, *just-in-time* e personalizadas, em especial os LMS (*Learning Management System* – Sistemas de Gestão Acadêmica), que tem por objetivo contribuir com a interrelação entre todas as pessoas envolvidas (DIAS JR, 2017). Não obstante a isto, também ressalta que o contexto educacional vivenciado durante a pandemia ocasionada pelo Novo Coronavírus, evidenciou que as metodologias utilizadas nos processos de ensino a distância ganharam maiores espaços diante da realidade de isolamento social.

Contudo, apesar das vantagens, o crescimento e a eficácia da EaD enfrentam desafios significativos, como a necessidade de melhorar a interatividade e a personalização das experiências de aprendizagem para garantir educação de qualidade e inclusiva. Neste contexto, o presente estudo propõe o desenvolvimento do Modelo de Fluxo Informacional EduFlow, que visa integrar dados e tecnologia para melhorar a tomada de decisão pedagógica e, conseqüentemente, a qualidade e a personalização do ensino à distância.

1.1. Problema de Pesquisa

Apesar das inúmeras vantagens apresentadas na literatura, ainda são observadas algumas limitações nos processos de ensino e aprendizagem mediada por tecnologias, que precisam ser superadas para que se obtenha uma maior eficácia. Veloso e Mill (2022) destacam que a distância espacial e temporal não reflete mais um problema para a aprendizagem, mas enfatiza que as discussões para a superação das limitações devem continuar, sobretudo em um contexto em que o *online* e o *offline* se apresentam cada vez mais imbricados, fato este que tem orientado para um processo educacional cada vez mais híbrido. O autor ainda complementa que, mesmo a distância não sendo considerada um

problema, ela ainda caracteriza a EaD e esquecer-se disso é pressupor que a realidade concreta já atingiu o que o autor chama de “vislumbre”. Dessa forma, Margaryan, Bianco e Littlejohn (2015), Dias Jr (2017), Paiva (2017) e Veloso e Mill (2022) ressaltam a importância de acompanhar as limitações que ainda emergem no contexto à distância. Alguns dos questionamentos que acompanham estas limitações são relacionados a baixa interação humana e feedback e o elevado índice de evasão dos alunos, além da carência de avaliações efetivas sobre o desempenho dos alunos e a eficácia pedagógica.

Branco, Conte e Habowski (2020) comentam que a taxa média de evasão em cursos EAD é de 26,3% e que 85% dos estudantes evadem no início do curso. O autor ainda destaca que em alguns cursos esta taxa pode ser muito maior. Dentre os motivos que levam estudantes a não concluir os cursos EAD, autores como Paiva (2017), Dias Jr (2017) e Branco, Conte e Habowski (2020) apontam: 1) o estudante não tem o interesse de concluir o curso; 2) o estudante não tem tempo para estudar; 3) o estudante não tem o conhecimento básico necessário; 4) falta de suporte dos professores.

O interesse crescente por dados educacionais tem emergido como respostas aos questionamentos e necessidades apresentadas. Esses dados possibilitam aprimorar os processos de ensino e aprendizagem e auxiliar nas tomadas de decisões pedagógicas, especialmente na modalidade a distância, favorecendo ao professor obter um melhor entendimento do contexto e dificuldades dos alunos. Bill e Melinda Gates (2015) afirmaram em seu trabalho denominado *“Teachers Know Best: What Educators Want from Digital Instructional Tools”* que os dados são os principais artefatos que subsidiam o diálogo existente entre gestores, professores, tutores e estudantes. Baseado nesta afirmação, é possível inferir que professores são capazes de compreender o que está ocorrendo com seus alunos por meio dos dados, no qual, estes devem ser processados de forma a buscar informações relevantes, referente aos processos de ensino e aprendizagem e ao contexto do aluno, de maneira a apoiar as tomadas de decisões pedagógicas.

A tomada de decisão pedagógica, por sua vez, refere-se a um processo complexo que envolve diversas etapas e diversos níveis de conhecimento referente aos estudantes, de forma que possibilite aos educadores a incumbência de gerar impacto positivo na experiência da aprendizagem. Para tanto, a efetividade dessas informações é gerada por meio de dados

educacionais produzidos a partir dos LMS e outros sistemas, computacionais ou não, que integram a gestão pedagógica e acadêmica (HALIM et al., 2015; PAIVA, 2017).

No entanto, diante da grande quantidade de dados educacionais produzidos, especialmente em cursos à distância, o seu processamento manual fica impossibilitado, o que pode trazer prejuízos tanto para estudantes como para instituições de ensino. Ainda, também não é recomendado que as tomadas de decisões sejam realizadas unicamente por *softwares* ou aplicações educacionais (PAIVA, 2017). Desta forma, é essencial que professores conheçam o fluxo informacional dos espaços de aprendizagem, virtuais ou não, e possuam habilidades e acesso a recursos tecnológicos que permitam transformar e interpretar a informação para que atenda a demanda de decisões nos processos de ensino e aprendizagem e possibilite assim, que estas tomadas de decisões pedagógicas sejam pertinentes e efetivas.

Não obstante ao contexto supracitado, Paiva (2017) cita que professores não recebem apoio tecnológico apropriado que os possibilitem lidar com os dados educacionais, isso ocasiona em uma barreira contra a integração da tecnologia e a prática instrucional e resulta em dificuldades no uso da tecnologia e da promoção da aprendizagem significativa e engajadora.

Para ofertar o suporte requerido aos alunos, é necessário que professores analisem dados decorrentes das interações dos estudantes e de seu contexto acadêmico, entretanto, para que isto ocorra, é fundamental possuir ambientes que sejam capazes de apoiar o acesso de vários profissionais da educação simultaneamente e que promova a interação entre esses profissionais, gerando e armazenando dados educacionais em quantidade, qualidade e diversidade (PAIVA, 2017; DIAS JR, 2017).

Diante do contexto aludido, observa-se que a gestão eficiente dos dados educacionais é um desafio para a educação a distância. A falta de suporte para tomadas de decisões baseadas em dados pode influenciar negativamente a eficácia dessas modalidades de ensino. Nesse contexto, a interseção entre Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação pode contribuir para a melhoria da educação mediada por tecnologia. E é neste ponto que ressalta a lacuna na falta de utilização dos dados educacionais na modalidade de educação a distância do ensino superior brasileiro, como problema de pesquisa desta tese, na qual, a falta de suporte para tomadas de decisões baseadas em dados pode influenciar

negativamente a eficácia dessas modalidades de ensino, comprometendo a qualidade da educação oferecida e a retenção dos alunos.

Assim, propõem-se este projeto que visa encontrar elementos teóricos, pragmáticos e epistemológicos na Ciência da Informação e na Ciência da Computação e apoio na Educação, que possibilite o fornecimento de suporte para o desenvolvimento de ambiente que favoreça a utilização de dados educacionais orientado pela perspectiva informacional, objetivando oferecer subsídios que apoie e capacite professores em suas tomadas de decisões pedagógicas.

Desta forma, é entendível que o principal objeto de estudos deste trabalho são os dados produzidos nos espaços de aprendizagem, sendo este também um objeto de estudos da Ciência da Informação (CI). Assim, é essencial que os elementos teóricos e epistemológicos da CI fundamentem e auxiliem o desenvolvimento deste trabalho, assim como, o modelo de fluxo informacional resultante desta pesquisa contribuirá com o desenvolvimento da área.

A Ciência da Informação é uma ciência que se caracteriza tanto pela sua abordagem interdisciplinar quanto pela sua natureza transdisciplinar. A interdisciplinaridade se manifesta por meio da incorporação de diversas perspectivas de várias áreas do conhecimento, o que contribui para avanços pragmáticos da área (SILVA; NUNES; CAVALCANTE, 2018). A interdisciplinaridade é a cooperação entre várias disciplinas para abordar um problema com base na contribuição específica de cada uma delas. Não obstante, a transdisciplinaridade também está presente, uma vez que a Ciência da Informação integra elementos de diferentes disciplinas que possuem afinidades entre si, mas busca uma identidade científica própria. A transdisciplinaridade vai além da interdisciplinaridade, promovendo uma integração profunda do conhecimento que transcende as fronteiras tradicionais das disciplinas. Essas características possibilitam participar de diversos programas interdisciplinares e intercientíficos. (SILVA, 2007 apud VECHIATO; VIDOTTI, 2014).

Por outro lado, os estudos interdisciplinares na Ciência da Computação são importantes para solucionar problemas mais complexos que surgem na sociedade. A interdisciplinaridade, nesse contexto, envolve a cooperação entre profissionais de diferentes áreas para solucionar problemas complexos. Conquanto, Vechiato e Vidotti (2014) ressaltam que existe uma lacuna de diálogo entre os profissionais de informação e os profissionais da

computação, o que demonstra a necessidade de uma abordagem interdisciplinar para superar esse obstáculo. Essa lacuna vem sendo amenizada à medida que as pesquisas no âmbito da Informação e Tecnologia têm permitido que profissionais com formação em áreas específicas da computação busquem aporte teórico e epistemológico no campo da Ciência da Informação, possibilitando uma abordagem mais interdisciplinar.

Nesse contexto, surge a necessidade de investigar como a ciência da informação, aliada a ciência da computação e a educação, podem contribuir para o uso eficiente dos dados educacionais gerados ou mantidos por tecnologias de informação e comunicação, especialmente na modalidade de educação a distância. Diante dessa perspectiva, esta pesquisa se propõe a analisar o emprego de processos da ciência da informação como suporte para a tomada de decisões baseadas em dados na educação, com foco na evolução da EAD, para isso, a proposta busca alinhar a Ciência da Informação, a Ciência da Computação e a Educação para promover o uso eficiente dos dados educacionais, destacando o papel crucial desses recursos na melhoria da educação a distância no Brasil e na capacitação dos profissionais da educação para tomadas de decisões pedagógicas embasadas em evidências.

Dessa forma, a presente pesquisa busca contribuir para a compreensão do problema de uso dos dados educacionais na modalidade de educação a distância do ensino superior brasileiro, bem como para a proposição de soluções eficazes para a melhoria da qualidade deste uso e, por consequência, da educação oferecida. A seção a seguir apresenta as questões de pesquisa que norteiam este estudo, buscando contribuir para o avanço do conhecimento e para o aprimoramento das práticas educacionais no contexto de tomadas de decisão pedagógicas no ensino superior à distância no Brasil.

1.2. Questões de Pesquisa

Ao considerar o contexto supracitado, são formuladas as seguintes questões de pesquisa para este projeto:

1. Como um modelo de fluxo informacional pode otimizar os processos informacionais em ambientes de ensino e aprendizagem e fornecer subsídios

essenciais para agentes educacionais tomarem decisões pedagógicas mais informadas?

2. Como um arranjo tecnológico, proposto com base nos fundamentos teóricos e epistemológicos da Ciência da Informação, pode ser projetado para oferecer suporte eficaz ao fluxo informacional em ambientes de ensino e aprendizagem, fortalecendo a capacidade de professores em suas tomadas de decisão pedagógicas?

Com a apresentação das questões de pesquisa, este estudo direciona-se à investigação das lacunas na utilização dos dados educacionais na modalidade de educação a distância do ensino superior brasileiro. Ao abordar tópicos como a evolução da educação a distância, o aumento na produção de dados, bem como da importância do suporte para tomadas de decisões baseadas em dados, busca-se compreender o panorama atual e as demandas da área. A próxima seção deste trabalho abordará os cenários de validação considerados para enfrentar esses desafios. Os cenários formulados procuram alinhar a ciência da informação e a tecnologia para promover uma utilização eficiente dos dados educacionais, destacando o papel crucial desses recursos na melhoria da educação a distância no Brasil e na capacitação dos profissionais da educação para tomadas de decisões pedagógicas embasadas em evidências.

1.3. Cenários de Validação

Ao considerar as questões de pesquisa e a interseção entre os campos teóricos e epistemológicos da Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação, são considerados alguns cenários de validação para esta tese. Primeiramente, postula-se que a aplicação adequada dos processos informacionais, em espaços de ensino e aprendizagem, pode fornecer aos professores *insights* valiosos para suas tomadas de decisões pedagógicas. Acredita-se que a interpretação e análise cuidadosa das informações presentes nesses espaços, aliadas à utilização de tecnologias, podem facilitar a identificação de padrões de desempenho dos alunos e a indicação de necessidades de intervenções.

Outro cenário sustenta que o desenvolvimento de um arranjo tecnológico, embasado nos princípios teóricos da Ciência da Informação, pode contribuir significativamente para o

mapeamento do fluxo informacional presente em espaços de ensino e aprendizagem. Acredita-se que esse arranjo tecnológico, ao integrar conceitos e abordagens da Ciência da Informação, possa proporcionar uma visão holística e eficiente dos dados educacionais, facilitando a identificação de informações relevantes e a tomada de decisões informadas por dados.

Além disso, considera-se que o uso estratégico de tecnologias aliadas à Ciência da Informação, pode oferecer oportunidades para o emprego de processos tecnológicos no fluxo informacional, permitindo um retrato mais detalhado do aluno no ambiente de aprendizagem. Acredita-se que a coleta, organização e análise de dados, quando realizadas por meio de ferramentas tecnológicas apropriadas, com um ciclo de vida de dados bem definido, podem fornecer informações precisas e em tempo real sobre o desempenho e o comportamento dos estudantes, de tal forma que possa auxiliar os professores em suas tomadas de decisões pedagógicas.

Por fim, considera-se que o modelo proposto, embasado nas interseções entre a Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação, pode oferecer subsídios tecnológicos relevantes para os professores. O cenário considerado é que esse suporte tecnológico, ao possibilitar o acesso fácil e ágil a dados educacionais, permita aos professores tomarem decisões mais assertivas e embasadas em evidências, contribuindo, consequentemente, com a realização de intervenções mais eficientes.

1.4. Objetivos

Para responder ao questionamento apresentado, esta tese tem como objetivo geral propor um modelo de fluxo informacional que contribua para a ampliação da capacidade de professores em tomar de decisões pedagógicas informadas em um ambiente escolar e possibilita aprimorar os processos de ensino e aprendizagem, por meio da facilitação da utilização de dados.

1.4.1. Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral, são estabelecidos os objetivos específicos:

- a) Caracterizar o fluxo informacional atual nos ambientes acadêmicos e nos processos de ensino e aprendizagem, na busca pela compreensão do papel da informação em cada etapa deste fluxo;
- b) Identificar oportunidades no fluxo informacional para o emprego de recursos tecnológicos, a fim de contribuir para um melhor retrato do aluno no ambiente de aprendizagem, assim como, auxiliar as tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados;
- c) Fornecer possibilidade de estruturas de subsídios tecnológicos a agentes educacionais que os apoiem em suas tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados.

A clara definição dos objetivos fornece uma base sólida para orientar a condução desta pesquisa, guiando a elaboração e implementação do modelo proposto de fluxo informacional. Os objetivos elencados orientam a análise dos desafios enfrentados pelos educadores e delineiam estratégias para a integração da tecnologia no suporte à tomada de decisões pedagógicas. A próxima seção explora os trabalhos correlatos, proporcionando uma visão do estado atual do conhecimento na área e estabelecendo um contexto para a proposta apresentada nesta tese.

1.5. Trabalhos Correlatos

Os trabalhos correlatos fornecem conhecimentos sobre contribuições prévias no fluxo informacional que contribuam com as tomadas de decisões em ambientes acadêmicos. Este levantamento bibliográfico contextualiza a evolução do conhecimento na área, identifica lacunas, estabelece relações entre conceitos e fornece um arcabouço teórico para fundamentar a proposta da tese. O propósito essencial é identificar trabalhos que ofereçam subsídios para responder à indagação sobre a utilização da tecnologia na estruturação de dados e no apoio a processos decisórios, ampliando o contexto com outros estudos acadêmicos relevantes.

Para a realização do levantamento bibliográfico, foram utilizados os motores de busca Google Scholar, o Scielo e a Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (Brapci). Esses motores foram escolhidos devido à sua ampla cobertura

de literatura acadêmica, incluindo a Ciência da Informação, e à capacidade de acessar uma variedade significativa de trabalhos, englobando artigos, teses, dissertações e conferências. As palavras-chave selecionadas para a busca foram escolhidas visando compreender o estado da arte e os conceitos centrais relacionados ao modelo de fluxo informacional proposto e a gestão do conhecimento. Estas, incluíram: "fluxo informacional", "gestão da informação em educação", "análise de dados educacionais", "intervenções pedagógicas baseadas em dados", e "modelos preditivos em educação", tanto no idioma português quanto inglês.

Para a realização da seleção de trabalhos correlatos, foram adotados critérios que ajudaram a assegurar a relevância e a contribuição efetiva dos estudos analisados ao corpo da pesquisa. Dentre esses critérios, destaca-se a relevância temática como prioritária, no qual, foram selecionados trabalhos que abordassem diretamente aspectos de gestão da informação, análise de dados educacionais e tomada de decisão pedagógica, com um enfoque particular em modelos informacionais e tecnologias aplicadas ao ensino. A aplicabilidade prática dos estudos também foi crucial, privilegiando pesquisas que demonstraram claramente como as tecnologias e métodos discutidos podem ser empregados para melhorar processos educacionais. Além disso, a inovação tecnológica foi um importante critério, focando em trabalhos que introduziram novas ferramentas ou abordagens no tratamento e análise de dados no contexto educacional. A fundamentação teórica nos campos da Ciência da Informação, Educação e Ciência da Computação foi igualmente essencial, assegurando que os trabalhos escolhidos ofereçam contribuições para as práticas e teorias adotadas na tese. Considerou-se, ainda, a importância dos resultados comprovados e a contribuição para a literatura, selecionando estudos que contribuísem significativamente para expandir ou enriquecer as discussões existentes.

A busca inicial retornou 358 trabalhos, dos quais foram selecionados apenas 12 para compor esta seção. Dentre as justificativas para esta extensa limitação quantitativa inclui-se a ocorrência de links quebrados, que impediram o acesso a potenciais trabalhos relevantes. Além disso, muitos dos trabalhos encontrados durante a busca eram repetições ou variantes menores de estudos já considerados, o que não contribuiria significativamente para a ampliação do escopo teórico da tese. Outro motivo considerável foi a prevalência de estudos focados exclusivamente na análise de algoritmos ou na simulação de uso de algoritmos de aprendizagem de máquina para prevenir evasão escolar. Esses trabalhos, embora valiosos,

tendiam a se concentrar mais nas técnicas computacionais do que no fluxo informacional e nas decisões pedagógicas — o foco central desta tese. Ademais, muitos desses estudos não se alinhavam diretamente com o enfoque na Ciência da Informação e na aplicação prática dentro de ambientes educacionais, que são essenciais para os objetivos propostos pela pesquisa. Os trabalhos considerados são apresentados a seguir, ilustrando como cada um contribui especificamente para os objetivos e questões da pesquisa.

Ao considerar a dificuldade em obter informações na análise de dados das interações dos estudantes em ambientes de gestão de aprendizagem, bem como à ausência de um conjunto integrado de ferramentas que permitam avaliações variadas e complexas do desempenho individual dos estudantes, comparativamente entre diferentes grupos, de forma que favoreça as tomadas de decisões pedagógicas, Souza (2017) desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de propor uma arquitetura de referência para apoiar *Business Intelligence* (BI) Educacional. Essa arquitetura visa fomentar o desenvolvimento de soluções em BI educacional que ofereçam a infraestrutura necessária para apoiar professores e educadores no processo de tomada de decisão em ambientes educacionais utilizados no suporte à educação *online*. O trabalho também busca facilitar a adição e evolução de novas soluções de BI educacional, promovendo a descoberta de informações no contexto educacional e a facilitação da tomada de decisão pedagógica em ambientes educacionais *online*.

O autor utilizou uma abordagem quanti-qualitativa para o desenvolvimento de seu trabalho. A metodologia envolveu a revisão de literatura para identificar as necessidades de professores e educadores no processo de tomada de decisão em contextos educacionais, além de conhecer as características das soluções disponíveis. Em seguida, Souza(2017) refinou um processo para definir arquiteturas de referência, a partir da definição de um método quantitativo de refinamento arquitetural, que envolveu a monitoração de arquiteturas candidatas. O projeto arquitetural foi elaborado e, posteriormente, instanciado e implementado. Por fim, o autor avaliou e refinou o projeto arquitetural inicial.

Dentre as conclusões alcançadas por Souza (2017), destacam-se a implementação detalhada da Arquitetura de Referência, a introdução de modelos de regras avançadas para o *Data Warehouse* ativo, e a flexibilidade arquitetural com duas perspectivas distintas. As contribuições transcendem o âmbito técnico, abrangendo a área de Informática na Educação

e integrando aspectos de engenharia de software, banco de dados e inteligência artificial. Entretanto, não são considerados aspectos pertinentes à Ciência da Informação, ao fluxo informacional e questões cruciais relativas à tomada de decisão. Embora a proposta deste trabalho ajuda a melhorar a gestão da informação educacional, fornecendo aos professores e educadores informações relevantes e úteis para a tomada de decisões pedagógicas baseadas em dados, no contexto específico da Ciência da Informação, uma abordagem mais aprofundada poderia explorar, entre outras, como as informações são coletadas, organizadas, recuperadas e utilizadas no ambiente educacional proposto, o que poderia aprimorar a maneira como os dados educacionais são tratados e utilizados na arquitetura proposta, ou seja, a inclusão de perspectivas da Ciência da Informação, especificamente uma análise mais aprofundada das fases e fatores transversais do ciclo de vida dos dados poderia enriquecer a abordagem do trabalho, especialmente no que diz respeito à gestão e utilização eficaz da informação educacional.

Paiva (2017) também se preocupou com o desenvolvimento de uma solução tecnológica em ambientes massivos de aprendizagem, que apoie professores ou tutores a identificar situações de interesse pedagógico e apoiá-los em tomadas de decisões. O autor concentrou-se em atingir dois objetivos principais, no qual, o primeiro objetivo consiste na concepção de um processo que forneça orientações sistemáticas para a tomada de decisões pedagógicas. A intenção é estabelecer um método estruturado que auxilie professores e tutores na identificação de situações pedagógicas relevantes. O segundo objetivo envolve a criação de uma solução de autoria baseada nesse processo, voltada para a construção de decisões pedagógicas informadas em tempo de curso, especialmente em ambientes massivos de aprendizagem. A proposta é desenvolver uma ferramenta tecnológica que capacite os educadores a abordarem eficazmente as situações identificadas, oferecendo suporte na personalização do ensino conforme as necessidades individuais dos estudantes ou grupos de estudantes.

A metodologia utilizada por Paiva (2017) foi a de pesquisa-ação, sendo esta, uma abordagem de pesquisa que envolve a colaboração entre pesquisadores e participantes para identificar problemas e desenvolver soluções práticas para esses problemas. Nesse sentido, o autor trabalhou em colaboração com professores e tutores de um curso *online* de bioeletricidade do Coursera para identificar problemas relacionados à utilização de dados

educacionais e desenvolver uma solução prática para esses problemas. A metodologia envolveu a definição de um processo de tomada de decisão pedagógica baseado em dados, a criação de uma solução de autoria para apoiar a tomada de decisões pedagógicas e a realização de experimentos para avaliar a eficácia da solução proposta.

As conclusões alcançadas por Paiva (2017) destacam a importância do processamento e análise de dados educacionais para apoiar a tomada de decisões pedagógicas. O autor ressalta a relevância de garantir a privacidade dos dados dos estudantes, a qualidade na coleta e processamento das informações, bem como a disseminação adequada dos resultados para os agentes educacionais. Além disso, o trabalho evidencia a necessidade de apoio tecnológico apropriado para os professores lidarem com os dados educacionais, visando superar as barreiras existentes e promover uma aprendizagem significativa e engajadora. Essas conclusões reforçam a importância da utilização de dados educacionais de forma ética e eficaz para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

Com base no contexto apresentado, alguns pontos do trabalho de Paiva (2017) podem ser aprimorados, como a falta de menção explícita à fase de descarte dos dados, o que pode comprometer a segurança e privacidade, bem como a ausência de uma discussão aprofundada sobre as técnicas e metodologias utilizadas para a análise e interpretação dos dados educacionais, o que pode limitar a eficácia das conclusões alcançadas. A inclusão de conteúdos da ciência da informação pode enriquecer o trabalho ao oferecer uma abordagem mais abrangente para a gestão e utilização de dados educacionais, incluindo aspectos como o ciclo de vida dos dados e informações. Além disso, a ciência da informação pode contribuir com a definição de diretrizes para a gestão responsável dos dados educacionais, abordando aspectos técnicos fundamentais para a utilização desses dados.

O trabalho de Santos (2023), concentra-se no desenvolvimento da ferramenta Performi, uma iniciativa destinada a fornecer suporte à avaliação de performance e tomada de decisão no contexto do ensino e aprendizagem em EaD. A ferramenta se destaca por sua capacidade de explorar dados espúrios nos registros de LOG do ambiente Moodle, transformando-os em informações contextualizadas e organizadas. Essa abordagem quanti-qualitativa visa oferecer subsídios informacionais para a tomada de decisão pedagógica, usando análises preditivas e contextualização de dados históricos dos alunos.

O autor utilizou uma metodologia de pesquisa aplicada, descritiva e exploratória de cunho quanti-qualitativa. A pesquisa foi baseada em uma abordagem dirigida por dados, com o intuito de investigar um fenômeno dentro de um contexto contemporâneo e possibilitar o conhecimento do mesmo. Além disso, Santos (2023) empregou o método de estudo de caso, que permitiu a análise de um número limitado de casos para alcançar o objetivo de desenvolver a ferramenta de suporte à avaliação de performance e tomada de decisão nos processos de ensino e aprendizagem de EAD. Adicionalmente, foi realizada uma prova de conceito para validar o modelo proposto, utilizando técnicas de aprendizado de máquina como instrumento de processamento de dados.

As conclusões do trabalho indicam que a ferramenta desenvolvida consegue extrair dados quanti-qualitativos dos registros de LOG e apresentá-los de forma organizada, fornecendo suporte para a tomada de decisão no contexto do ensino-aprendizagem de EAD. No entanto, as limitações do trabalho incluem a necessidade de aprimoramento da ferramenta em relação à precisão das análises preditivas e à consideração de outros fatores que possam influenciar a performance dos alunos. Além disso, a generalização dos resultados para diferentes contextos educacionais pode ser uma limitação a ser considerada.

Incorporando-se à tese, o trabalho de Santos(2023) alinha-se diretamente com os objetivos gerais da pesquisa. O foco na utilização de dados educacionais orientado pela perspectiva informacional e a proposição de um modelo de fluxo informacional para tal utilização contribuem diretamente para a fundamentação teórica e prática da tese em questão. Vale ressaltar que essa integração é fortalecida pelo fato de ambos os trabalhos serem desenvolvidos por membros do mesmo grupo de pesquisa, o GIHC (Grupo de Interação Humano Computador), proporcionando uma sinergia entre as abordagens teóricas e metodológicas, enriquecendo assim o escopo da tese.

Ao longo deste levantamento bibliográfico, também foram identificadas uma variedade de trabalhos, citados no decorrer dos textos, provenientes das áreas de Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação que, embora não estejam diretamente relacionados aos objetivos específicos desta tese, ofereceram contribuições relevantes. Essas fontes forneceram *insights* que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho,

abordando conceitos, práticas, desafios e avanços pertinentes e constituindo uma base para a formulação do modelo de fluxo informacional proposto.

Dentre esta variedade, ganha destaque o trabalho de Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021), que foca na intersecção entre os fluxos informacionais e a gestão do conhecimento, explorando como o registro detalhado dos processos informacionais pode melhorar a gestão nas organizações. A metodologia aplicada foi a pesquisa bibliográfica, que permitiu reunir dados de fontes da Ciência da Informação e da Administração. Esta metodologia possibilitou ampliar a compreensão dos conceitos de fluxos informacionais, mapeamento e desenho de processos, bem como suas implicações para a gestão do conhecimento. As contribuições do trabalho destacam o registro detalhado de processos e a promoção da descoberta de informações, como elementos vitais para apoiar decisões pedagógicas em ambientes online. Com isso, os autores reforçam a necessidade de uma gestão informacional estruturada. Contudo, o estudo possui limitações, como a falta de incorporação de aspectos da Ciência da Informação, especialmente no que tange ao ciclo de vida dos dados e à análise mais profunda de gestão e utilização da informação. Esta lacuna sugere uma oportunidade para a tese de explorar como esses aspectos podem ser integrados ao modelo aqui proposto, oferecendo uma visão mais abrangente da gestão informacional em contextos educacionais.

O trabalho de Viana, Santana e Rabêlo (2022) tem como objetivo desenvolver modelos preditivos para classificar e prever a evasão de alunos em cursos de graduação, utilizando uma abordagem de janela semestral. A metodologia adotada envolve o processo de descoberta de conhecimento em banco de dados (KDD), que abrange as etapas de coleta, pré-processamento, transformação, mineração e avaliação de dados. Foram utilizados diversos algoritmos de aprendizado de máquina, incluindo *Random Forest*, *Decision Tree*, *Extra Trees*, *Multilayer Perception*, *Support Vector Machine*, *K-Nearest Neighbors* e *Gaussian Naive Bayes*, para treinar e validar modelos específicos para cada período acadêmico dos alunos.

As principais contribuições deste trabalho incluem a criação de modelos preditivos precisos para identificar alunos com risco de evasão, com taxas de acurácia variando entre 85% e 96%, dependendo do período analisado. Esses modelos permitem intervenções mais eficazes por parte dos gestores educacionais, auxiliando na redução das taxas de evasão e no planejamento de estratégias de retenção de alunos. No entanto, o trabalho apresenta

algumas limitações, como a falta de consideração de dados externos ao sistema de gestão da aprendizagem e a ausência de visualização de dados para facilitar a interpretação dos resultados pelos gestores.

Soso, Kampff e Machado (2022) analisaram os fatores que influenciam a permanência dos estudantes nos cursos de pedagogia a distância oferecidos pela Universidade Aberta do Brasil (UAB). O estudo buscou identificar elementos que possam ser aprimorados para aumentar a retenção dos alunos, utilizando uma abordagem quantitativa para analisar dados educacionais. A pesquisa enfoca, principalmente, a identificação de variáveis que podem prever a desistência ou continuidade dos estudantes, proporcionando insights para melhorar as estratégias educacionais e de suporte ao aluno.

A metodologia empregada inclui a coleta e análise de dados quantitativos provenientes dos sistemas de gestão da aprendizagem. Utiliza-se uma combinação de análises descritivas e preditivas para examinar variáveis internas, como desempenho acadêmico e dados demográficos dos estudantes, e variáveis externas, como contexto socioeconômico e infraestrutura disponível. A análise de regressão logística é utilizada para identificar os preditores mais significativos da permanência discente, e os resultados são validados por meio de técnicas de validação cruzada. Além disso, o estudo considera o armazenamento de dados e a visualização dos resultados para apoiar a tomada de decisões.

Na busca por identificar os fatores que influenciam o abandono escolar em um curso de específico, os autores Sousa, Oliveira e Borges (2018) desenvolveram a pesquisa cujo principal objetivo é prever a probabilidade de um estudante abandonar o curso com base em diversos preditores, incluindo características pessoais e desempenho acadêmico. O estudo utiliza a regressão logística binária para classificar os alunos quanto à probabilidade de não se reinscreverem, comparando essa metodologia com outras técnicas de mineração de dados, como *One R*, *K Nearest Neighbors* e *Naive Bayes*, para validar sua eficácia.

A metodologia adotada no estudo envolveu a coleta de dados de estudantes, abrangendo informações demográficas e as notas obtidas em doze unidades curriculares de dois semestres. Foram considerados dezessete preditores potenciais, dos quais cinco são intrínsecos (gênero, estado civil, situação profissional, idade e regime de dedicação aos estudos) e doze extrínsecos (notas das unidades curriculares). A regressão logística binária foi

utilizada para identificar quais desses preditores são significativamente relacionados ao abandono escolar. Os resultados mostraram que quatro variáveis foram significativas, destacando-se as notas em algumas disciplinas como preditores importantes do abandono. As contribuições do trabalho incluem a identificação das unidades curriculares que mais influenciam o abandono escolar e a validação de uma metodologia preditiva.

Em seu trabalho, DIAS JR (2017) teve como objetivo principal propor um Meta-MOOC que utiliza estratégias pedagógicas e técnicas de adaptação de contexto para gerar MOOCs (*Massive Online Open Couser*) adaptativos e personalizáveis às preferências de aprendizagem dos alunos. Esse objetivo é alcançado por meio da criação de um modelo genérico que automatiza a geração de MOOCs, considerando os estilos e preferências de aprendizagem dos alunos para melhorar a eficácia pedagógica e reduzir as taxas de evasão típicas desses cursos. A metodologia empregada incluiu a pesquisa de trabalhos relativos a MOOCs adaptativos, a investigação de técnicas de adaptação de contexto, e a elaboração de um modelo de arquitetura para a geração de MOOCs adaptativos, culminando na validação do modelo por meio de estudos de caso.

As contribuições deste trabalho são significativas no campo da educação a distância, sendo o principal aporte, a definição de um modelo dinâmico que permite a personalização do ambiente de aprendizagem com base nas interações dos alunos, utilizando técnicas de adaptação de contexto. Além disso, o trabalho de Dias Jr (2017) enfatiza a necessidade de um fluxo de informações cíclico e iterativo para possibilitar a personalização da aprendizagem e melhorar a eficácia pedagógica. Com isso, a metodologia adotada no Meta-MOOC, que envolve a adaptação contínua baseada no *feedback* dos alunos, ressoa com o objetivo do modelo EduFlow, proposto nesta tese. Essas contribuições possibilitam que professores compreendam melhor as preferências de aprendizagem dos alunos, oferecendo um ambiente educacional mais atrativo e eficiente, capaz de se adaptar às necessidades individuais dos estudantes.

Os fundamentos e aplicações da abordagem de governança de dados conhecida como D3M (*Data-Driven Decision Making*) no contexto educacional são apresentados no trabalho de Silva (2015). Essa abordagem, utilizada com sucesso em ambientes corporativos, visa estabelecer um fluxo sistemático de coleta, análise e comunicação de dados para suportar

processos decisórios que melhorem o ensino e a aprendizagem. O trabalho busca explorar as ferramentas e técnicas de D3M, destacando seu potencial para professores tomarem decisões informadas, baseadas em grandes volumes de dados provenientes de diversas fontes, como censos educacionais, resultados de testes e pesquisas de satisfação.

A metodologia adotada neste estudo envolve uma revisão das fases que compõem o fluxo de D3M, desde a coleta de dados até a consolidação e comunicação dos mesmos para a tomada de decisão. Primeiramente, são discutidas as estratégias de coleta de dados, incluindo formulários, consultas a bases de dados e monitoramento em tempo real. Em seguida, o trabalho foca na mineração de dados, abordando técnicas de análise exploratória, predição e agrupamento. Por fim, são apresentados métodos de visualização que facilitam a interpretação dos dados e suportam a fase final de decisão.

Dentre as contribuições deste trabalho estão a sistematização das etapas de D3M aplicáveis à educação e a identificação de ferramentas e metodologias úteis para a implementação de um fluxo informacional eficiente. No entanto, o estudo apresenta algumas limitações, como a necessidade de infraestrutura adequada para o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados e a complexidade envolvida na integração de diferentes fontes de dados.

O trabalho de De Paula e Moura (2010) evidencia a perspectiva informacional em ambientes virtuais de aprendizagem, pautada em teorias da Ciência da Informação e pela ênfase na cultura informacional que se destaca como um elo fundamental na articulação da educação a distância, alinhando-se com a visão de integrar dados, informação e conhecimento para promover uma aprendizagem significativa. A metodologia adotada envolveu a revisão de literatura e a proposição de um AVA orientado pela perspectiva informacional, destacando a importância da cultura informacional e das interações que facilitam o processo educacional.

As contribuições deste trabalho enfatizam a necessidade de uma estrutura informacional sólida, em contexto de educação a distância, que suporte processos educativos colaborativos, o que alinha diretamente com os objetivos desta tese de desenvolver e aprimorar um modelo de fluxo informacional nos espaços educacionais. Estas contribuições permitiram elucidar a integração de tecnologias de informação e comunicação em ambientes virtuais de aprendizagem, com um enfoque particular na cultura informacional e foram

fundamentais para entender como as práticas de ensino e aprendizagem podem ser enriquecidas por meio de uma gestão de informação eficiente em ambientes educacionais *online*. Embora o trabalho trate extensivamente da integração informacional e da cultura de aprendizagem colaborativa, ele limita-se na exploração da análise de dados, evidenciando-se uma lacuna para ampliar a aplicabilidade e eficácia do fluxo informacional em contextos educativos mais amplos.

O trabalho desenvolvido por Vieira (2006) visa a construção de um modelo de avaliação para a implantação e acompanhamento de cursos na modalidade a distância, com foco no uso estratégico do fluxo informacional como suporte para a gestão do ensino superior. O objetivo principal está alinhado com as necessidades crescentes de uma educação personalizada, capaz de responder dinamicamente às exigências dos estudantes e às condições de mercado educacional. A autora adotou uma abordagem metodológica descritiva e aplicada, com predominância qualitativa, focando na análise de procedimentos avaliativos nacionais e internacionais para fundamentar o desenvolvimento do modelo proposto.

As contribuições do trabalho de Vieira (2006) incluem um modelo de avaliação que foi submetido a validação por especialistas do Ministério da Educação, assegurando sua aplicabilidade e relevância prática. Contudo, existem limitações, como a necessidade de testes adicionais em contextos variados para verificar a generalização do modelo. As contribuições e limitações destacam a importância e a necessidade de pesquisas contínuas para refinar e adaptar o modelo proposto, garantindo sua eficácia em diferentes ambientes educacionais. Esta pesquisa é considerada um trabalho correlato à tese por compartilhar o foco na melhoria da gestão pedagógica através de modelos baseados em fluxos informacionais, sublinhando a intersecção entre tecnologia, informação e gestão educacional.

Angeloni (2003) explicitou a inter-relação de dados, informação, conhecimento, comunicação e tecnologia da informação como suporte à tomada de decisão. A autora conduziu uma revisão de literatura que propõe uma análise desses elementos para melhorar a eficácia das decisões, especialmente em contextos de rápidas mudanças. O seu trabalho proporcionou o entendimento das necessidades dos tomadores de decisão e as características das soluções tecnológicas. Como contribuições, destacam-se a importância dos dados e informações como recursos estratégicos nas organizações, e a proposição de que uma melhor

comunicação e gestão da informação podem significativamente aprimorar a tomada de decisão. Especificamente, o estudo reforça a relevância de um sistema de informação bem estruturado que suporte decisões rápidas e de qualidade, o que se alinha com o objetivo desta tese de integrar dados e tecnologia para melhorar as decisões pedagógicas.

No entanto, uma limitação do estudo de Angeloni (2003) é a falta da apresentação de uma arquitetura de referência que auxilie a implementação efetiva em ambientes educacionais. Além disso, o trabalho não aborda especificamente o contexto da Ciência da Informação em relação ao fluxo informacional e às nuances da tomada de decisão pedagógica em espaços educacionais, entretanto, aponta direcionamentos que auxiliam os processos de tomada de decisão, que são centrais na tese. Essa lacuna oferece uma oportunidade para expandir o escopo da aplicação de tomada de decisão informada por dados na educação, propondo uma integração mais profunda de práticas de Ciência da Informação que enriqueçam a utilização de dados e a tomada de decisão pedagógica.

Uma vez apresentados os estudos incluídos nesta pesquisa, torna-se pertinente sintetizar as características dos trabalhos correlatos considerados, destacando as similaridades e diferenças entre eles, por meio de um quadro comparativo (Quadro 1), que exhibe como cada um desses trabalhos se relacionam com os tópicos propostos: direcionamento para a educação, tipos de fluxo informacional, manejo de dados internos e externos ao sistema de gestão de aprendizagem (LMS), métodos de armazenamento, aspectos de colaboração, considerações culturais, tipos de análise de dados (descritiva e preditiva), visualização de dados e suporte à decisão. Cada coluna da tabela representa um desses tópicos, com exceção da primeira coluna que identifica os autores de cada estudo. Esta organização evidencia as similaridades e diferenças entre os trabalhos analisados, destacando a relevância do desenvolvimento desta pesquisa no contexto dos objetivos da tese, que visa propor o modelo de fluxo informacional EduFlow.

Quadro 1: Comparativo entre trabalhos correlatos e característicos.

Trabalhos	Direcionado para a Educação	Fluxo Informacional	Dados		Armazenamento	Colaboração	Cultura Informacional	Análise		Visualização de Dados	Suporte a Decisão
			Interno s a LMS	Externos a LMS				Descritiva	Preditiva		
Santos (2023)	X	X	X		X			X	X	X	X
Viana, Santana e Rabêlo (2022)	X	X	X		X				X		X
Soso, Kampff e Machado (2022)	X	X	X	X	X			X	X		X
Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021)		X			X	X	X			X	X
Sousa, Oliveira e Borges (2018)	X	X	X		X				X	X	X
Dias Jr (2017)	X	X				X	X				
Souza (2017)	X		X	X	X			X	X	X	X
Paiva (2017)	X	X	X		X		X	X	X	X	X
Silva (2015)	X	X	X	X	X			X	X	X	X
De Paula e Moura (2010)	X	X	X		X	X	X				
Vieira (2006)	X	X	X	X	X		X	X		X	X
Angelone (2003)		X			X						X

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar o Quadro 1, evidencia-se uma variedade de abordagens utilizadas para tratar o fluxo informacional no contexto educacional, destacando a interdisciplinaridade inerente às pesquisas na área. Cada trabalho aborda diferentes aspectos do fluxo informacional, variando em seu foco desde a inclusão de dados internos e externos de sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) até o emprego de análises descritivas e preditivas para suporte à decisão pedagógica. Nota-se que, apesar de muitos estudos incorporarem tecnologias avançadas e proporem modelos inovadores, ainda existem lacunas quanto à integração efetiva e ao alinhamento com a cultura informacional e os processos organizacionais nos ambientes educativos. Este cenário reforça a necessidade de ampliar e desenvolver pesquisas que buscam integrar e otimizar o fluxo informacional para um melhor suporte à tomada de decisão pedagógica em ambientes de educação a distância e híbrida, na busca por garantir uma gestão educacional mais eficiente e adaptada às necessidades modernas.

O Quadro 1 também destaca que apenas quatro trabalhos correlatos consideram simultaneamente os dados internos e externos aos LMS, mas não abordam a colaboração e a cultura informacional conjuntamente, características estas que são fundamentais para um fluxo informacional efetivo e apenas três trabalhos as consideram como partes integrantes do fluxo informacional. Essa constatação ressalta a necessidade de desenvolver de um modelo de fluxo informacional que incorpora uma visão abrangente que engloba não somente a coleta e análise de dados, mas também a sua visualização e o suporte direto às decisões pedagógicas e considera a colaboração e a cultura informacional. Além disso, este modelo destaca-se por ser cíclico e iterativo, permitindo a retroalimentação e a adaptação contínua do processo educacional. Isso ilustra o espaço de pesquisa aberto pelas lacunas identificadas nos trabalhos anteriores e demonstra a relevância da interdisciplinaridade ao combinar elementos da Ciência da Informação, Educação e Ciência da Computação para uma gestão da informação mais eficaz e estratégica no campo educacional.

Diante do exposto nos trabalhos correlatos, esta tese propõe o modelo de fluxo informacional EduFlow, apresentado no capítulo 3 como uma resposta às lacunas existentes na gestão de fluxos informacionais em ambientes educacionais. Este modelo sobressai por

integrar dados internos aos sistemas de gestão de aprendizagem e externos, abordando as complexidades do ambiente educacional de forma holística. Além disso, o EduFlow enfatiza a colaboração e a cultura informacional como importantes componentes de sua estrutura, facilitando uma gestão de informações que se alinha com as práticas e necessidades institucionais. Caracterizado por seu ciclo iterativo e cíclico, o modelo permite adaptações contínuas e retroalimentações, reforçando o processo de tomada de decisão pedagógica com análises descritivas e preditivas. Isso ilustra o espaço de pesquisa aberto pelas lacunas identificadas nos trabalhos anteriores e demonstra a relevância da interdisciplinaridade ao combinar elementos da Ciência da Informação, Educação e Ciência da Computação para a utilização da informação estratégica no campo educacional.

A interdisciplinaridade dessas áreas, evidenciada neste levantamento bibliográfico, destaca a importância de abordagens multidisciplinares na busca por soluções eficazes no contexto educacional mediado por tecnologia. A integração entre Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação evidencia um campo rico para inovações e melhorias contínuas, mostrando como essas áreas podem colaborar para fortalecer as decisões pedagógicas com base em dados e evidências. Essa combinação promove um ambiente propício para o avanço da Ciência da Informação, ressaltando a importância de explorar a tomada de decisão pedagógica sob uma perspectiva informacional. Assim, a abordagem multidisciplinar embasa a metodologia proposta na próxima seção, que apresentará os procedimentos metodológicos adotados para a realização desta pesquisa.

1.6. Procedimentos Metodológicos.

A condução de métodos de pesquisa adequados, conforme destacado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015), é um dos pré-requisitos apontados para a construção de um conhecimento científico válido e confiável. Os autores enfatizam a importância de aplicar métodos diversificados para abordar diferentes problemas de pesquisa e ressaltam que esta prática contribui para o avanço do conhecimento e é considerada um fator preponderante para alcançar o rigor necessário na investigação. Ao considerar estas afirmações, esta seção, detalham-se os procedimentos metodológicos utilizados, ilustrando como a abordagem

metodológica multidisciplinar pode enriquecer os resultados e ampliar a compreensão dos fenômenos estudados.

1.6.1. Caracterização da Pesquisa

A caracterização da pesquisa permite fornecer uma compreensão clara sobre a sua natureza e as estratégias adotadas para alcançar seus objetivos. Para Provdanov e Freitas (2013) essa caracterização se faz essencial e pode ser realizada com base em sua classificação, natureza, abordagem e métodos utilizados. Desta forma, nesta seção apresenta-se detalhadamente a caracterização da pesquisa (Figura 1), elucidando as escolhas metodológicas e estratégicas feitas para atingir os objetivos propostos.

Figura 1: Caracterização da pesquisa.



Fonte: Autoria própria

Esta pesquisa é classificada como descritiva e experimental, pois busca descrever e especificar o fluxo informacional dos dados em processos de ensino e aprendizagem mediados por tecnologias, além de propor um modelo para suporte a rotinas tecnológicas de verificação e análise dos processos de ensino e aprendizagem que auxilie as tomadas de decisões pedagógicas. Além disso, ela possui natureza quanti-qualitativa, com abordagem aplicada e dirigida por dados e é interdisciplinar, envolvendo as áreas da Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação. Para alcançar os objetivos, a metodologia Design Science Research (DSR) é aplicada, buscando produzir conhecimento na forma de uma prescrição para apoiar a solução de um determinado problema real ou um projeto para construir um novo artefato. As próximas seções abordam a metodologia DSR e os demais métodos utilizados ao

longo do desenvolvimento deste projeto, assim como, apresenta as etapas propostas para a condução desta pesquisa.

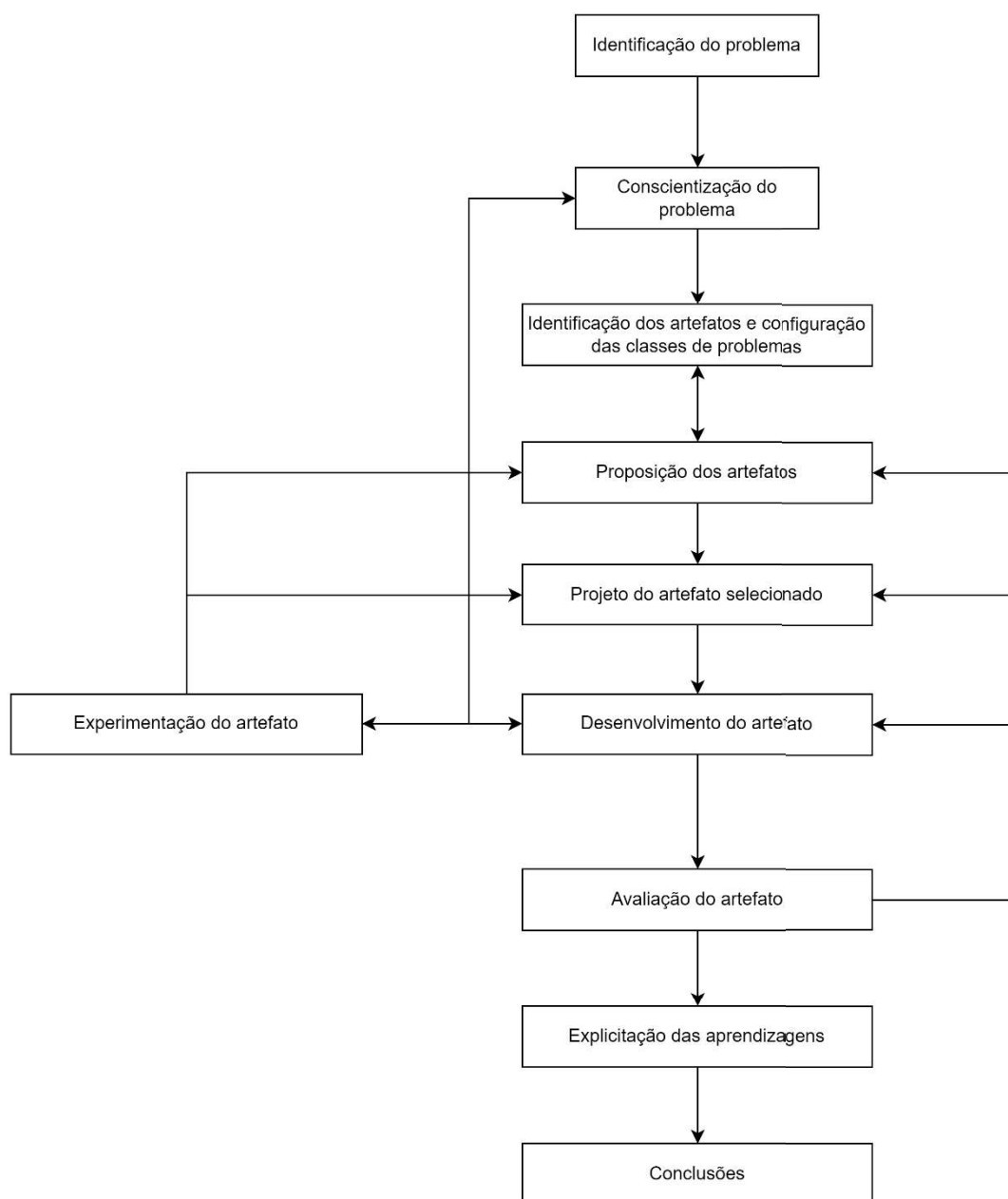
1.6.2. A Construção da Solução por meio do Design Science Research

O *Design Science Research* refere-se a um método de pesquisa orientado à solução de problemas e possui sua base epistemológica em *Design Science*. A sua utilização em pesquisas possibilita reduzir o distanciamento entre a teoria e a prática e busca, a partir do entendimento de problemas, desenvolver e avaliar artefatos ou prescrições que permitam transformar situações e proporcionar melhorias. O DSR trata de dois tipos de problemas: "problemas pragmáticos", que requerem a modificação do mundo real para se adequar aos propósitos humanos, e "problemas de conhecimento", que se referem à aquisição de conhecimento sem a necessidade de alterar o mundo real. O DSR enfatiza a importância do rigor científico e da relevância para o sucesso da pesquisa, garantindo que os artefatos produzidos sejam contribuições de pesquisa efetiva. Além disso, este método fomenta a utilização de outros métodos que contribuam para o desenvolvimento da pesquisa, sendo relevante considerar diferentes abordagens para a condução do DSR, como é o caso deste projeto. Essa justificativa fundamenta a utilização do DSR neste trabalho, fornecendo uma base para a condução da pesquisa (BARBOSA; BAX, 2017); (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015); (HEVNER, 2007); (WIERINGA, 2009, 2014).

Diante do exposto, nesta seção é apresentada a construção do método proposto para a condução da metodologia DSR considerando as características das atividades, a interdisciplinaridade e os objetivos finais do projeto. O método planejado, ilustrado na

Figura 2, foi fundamentado na proposta de condução de *Design Science Research* realizada por Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p. 123), que é composto por 9 etapas, sendo: 1) a identificação dos problemas; 2) conscientização do problema; 3) identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas; 4) proposição dos artefatos; 5) projeto do artefato selecionado; 6) desenvolvimento do artefato e experimentação de algoritmos; 7) avaliação do artefato; 8) explicitação das aprendizagens; e 9) conclusões.

Figura 2: Método Proposto para a condução do DSR.



Fonte: Adaptado de (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015, p.125)

A execução do método inicia-se pela *Identificação do Problema* a ser estudado. Nesta etapa, a identificação do problema é refinada por meio de levantamentos bibliográficos, estabelecendo uma perspectiva interdisciplinar que integra os campos da Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação, a fim de melhor justificar e compreender a sua necessidade em termos de relevância. O processo de levantamento bibliográfico

proporciona uma compreensão das questões de pesquisa e contextualiza o problema dentro do cenário acadêmico, científico e tecnológico. A interdisciplinaridade busca enriquecer a fundamentação teórica da pesquisa, permitindo uma abordagem mais holística e integrada. Como resultado desta fase, as questões de pesquisa são aprimoradas, alinhando-as às contribuições e lacunas identificadas na literatura consultada, e promovendo uma visão interdisciplinar para abordar o problema em questão.

Na etapa de *Conscientização do Problema* são realizadas buscas que visam ampliar a compreensão do problema, assim como, de suas facetas, causas e contexto, investigando e avaliando a sua importância. Conforme destacado por Dresch, Lacerda e Júnior (2015), a relevância de um tema para a pesquisa reside na ausência de soluções estabelecidas em sua área de conhecimento e na capacidade da pesquisa em gerar novos conhecimentos. Nesse sentido, a utilização de diferentes abordagens é considerada fundamental, sendo que para a execução desta etapa foram empregados métodos de apoio, tais como o levantamento bibliográfico e a aplicação de um questionário. Esses métodos proporcionaram a base para a formalização das diversas facetas do problema a ser solucionado e permitiu uma compreensão mais abrangente e embasada. Ademais, a aplicação do questionário possibilitou a obtenção de dados empíricos que complementaram e enriqueceram a compreensão do problema, contribuindo para a identificação de lacunas e desafios relevantes nos contextos da Educação a Distância e híbrida e das tomadas de decisão pedagógica. Como principal saída, obteve-se a formalização das faces do problema a ser solucionado, fornecendo uma base sólida para as etapas subsequentes do processo de pesquisa e contribuindo para a proposição de soluções embasadas em evidências e alinhadas às melhores práticas da Ciência da Informação.

Para realizar essa etapa, foi considerado o levantamento bibliográfico, abarcando tanto problemas práticos quanto teóricos, a fim de identificar artefatos existentes que pudessem contribuir significativamente, conforme definido pelos autores citados. Esse levantamento permitiu a organização e definição das classes de problemas, orientando o desenvolvimento do conhecimento no âmbito do *design science*. A análise criteriosa das classes de problemas proporcionou uma visão mais clara das áreas em que as contribuições dos artefatos poderiam ser mais impactantes. Como resultado, foi possível identificar lacunas

e oportunidades para o desenvolvimento de novos artefatos e aprimoramento dos artefatos existentes, contribuindo para a proposição de soluções embasadas em evidências e alinhadas às práticas da Ciência da Informação.

A *Proposição de artefatos* refere-se a uma das etapas fundamentais do DSR e tem por objetivo encontrar soluções satisfatórias para os problemas delineados e compreendidos nas etapas anteriores, conforme definido por Simon (1996), que entende que uma solução satisfatória ocorre quando ela é suficientemente boa para satisfazer problemas em um mundo mais próximo da realidade. Para realizar a proposição de artefatos, foram aplicados métodos e técnicas da DSR, da Ciência da Informação, da Ciência da Computação e da Educação. Esses métodos e técnicas visam garantir que os artefatos propostos atendam às necessidades identificadas e sejam suficientemente robustos para aplicação prática. Entre os métodos e técnicas utilizados, destacam-se a análise de requisitos, a modelagem de processos, o desenvolvimento de sistemas e a avaliação de artefatos.

O resultado apresentado nesta etapa consiste na proposta de artefatos formalizados, que visam apoiar a gestão da aprendizagem, por meio da caracterização do fluxo informacional dos processos de ensino e aprendizagem e da proposição de um modelo para suporte a rotinas tecnológicas de verificação e análise desses processos. Esses artefatos foram formalizados e detalhados nas etapas subsequentes do processo de pesquisa, incluindo o projeto, desenvolvimento, experimentação e avaliação.

Após a *Proposição de artefatos* ser formalizada inicia-se as *etapas de projeto, desenvolvimento, experimentação, avaliação do artefato e explicitação das aprendizagens*. Ao considerar que na fase anterior é possível que sejam propostos diversos artefatos, logo, estas etapas ocorrem para cada artefato desenvolvido, o que possibilita o retorno às etapas anteriores sempre que seja necessário.

Na etapa de *Projeto do Artefato* são descritos todos os procedimentos de construção e avaliação do artefato. Essa descrição visa garantir uma solução satisfatória para cada artefato identificado. Esta etapa resulta no projeto que detalhará modelos e soluções utilizadas nas etapas de desenvolvimento e avaliação dos artefatos.

Posteriormente, a pesquisa evolui para a etapa de *Desenvolvimento do Artefato*, na qual os artefatos são efetivamente construídos. Nesta fase, foram utilizadas diferentes abordagens, como algoritmos computacionais, diagramas e representações gráficas e linguagens textuais. Como resultado desta etapa obtêm-se o conhecimento gerado sobre os fluxos informacionais nos espaços de aprendizagem e um modelo para suporte a rotinas tecnológicas de verificação e análise dos processos de ensino e aprendizagem, que visa apoiar os processos decisórios pedagógicos.

Após o desenvolvimento, é realizada a verificação de viabilidade do artefato por meio da aplicação da prova de conceito com dados obtidos através dos registros de log do Moodle, de uma disciplina específica em uma escola real e de relatórios emitidos pelo NAPNE (Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas). Conforme proposto por Hevner et al. (2004), nesta etapa são utilizados diferentes métodos, técnicas analíticas e testes, para verificar se o modelo proposto é capaz de conduzir os professores em tomada de decisão pedagógica informada por dados.

Após a validação dos artefatos será realizada a *Explicitação das Aprendizagens* obtidas durante todo o processo. Essa fase consiste na análise dos pontos de sucesso e insucesso ao longo de todo o processo de pesquisa, visando assegurar que a pesquisa possa servir de referência e subsídio para a geração de conhecimento, tanto no campo prático quanto no teórico (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Por fim, são formalizados os resultados obtidos, suas limitações, as decisões tomadas e as possibilidades de trabalhos futuros.

As etapas apresentadas nesta seção visam garantir a validade e a relevância da pesquisa, bem como a produção de conhecimento aplicável e significativo. A partir da formalização dos artefatos, do desenvolvimento, da experimentação e da avaliação, espera-se obter um modelo de fluxo informacional que possa apoiar as tomadas de decisão pedagógicas e contribuir para a melhoria da performance dos estudantes e, quem sabe, reduzir o índice de evasão que, no contexto da EaD, é tão alto.

Os próximos capítulos desta tese exploram diferentes aspectos pertinente ao desenvolvimento desta pesquisa, como o contexto da educação brasileira, os desafios da educação a distância, a evasão no ensino superior, a tomada de decisão e os fluxos

informacionais para a educação. Cada capítulo apresenta uma revisão de literatura relevante, bem como a aplicação do método *Designer Science Research* para a construção e avaliação do modelo de fluxo informacional proposto.

1.7. Organização da Tese.

A presente tese está organizada em cinco capítulos, que seguem a estrutura metodológica adotada para a construção do modelo de fluxo informacional para a gestão da aprendizagem em ambientes educacionais.

- O Capítulo 1 apresenta a introdução, fornece o contexto da pesquisa, a relevância do tema, os objetivos do estudo e o delineamento metodológico que detalha as características da tese e o uso do método *Designer Science Research*. Este capítulo abrange a etapa de “Identificação do Problema”, estabelecendo as bases para a compreensão do contexto e da problemática abordada na pesquisa.
- O Capítulo 2 contempla a etapa de *Conscientização do Problema* ao abordar o contexto da educação brasileira, com ênfase na educação à distância e híbrida, visando aprofundar a compreensão do problema estudado e justificar sua relevância e pertinência. Além disso, aprofunda-se na tomada de decisões no contexto educacional e apresenta a aplicação de um questionário a profissionais do ensino superior presencial e da educação à distância.
- O Capítulo 3 abrange as etapas de *Identificação dos Artefatos e configuração das classes de problemas, proposição dos artefatos, projeto dos artefatos selecionados e desenvolvimento do artefato*, de acordo com o método planejado, fundamentado na metodologia DSR, que compõem a fase de construção do modelo de Fluxo Informacional para utilização de dados educacionais orientado pela perspectiva informacional. Dessa forma, este capítulo revisa conceitos de Fluxo Informacional, contextualizando-o no âmbito da educação, oferece uma visão detalhada do processo de construção do

modelo de Fluxo Informacional proposto, fornecendo subsídios essenciais para a compreensão e aplicação do modelo nos espaços de aprendizagem.

- O Capítulo 4 ocupa-se das etapas de *experimentação, avaliação do artefato e explicitação das aprendizagens*, culminando na realização da prova de conceito, que tem por objetivo validar a viabilidade e eficácia do modelo desenvolvido, por meio de seus artefatos, fornecendo evidências de sua aplicabilidade e funcionalidade. Através da prova de conceito, é possível verificar se o artefato atende aos requisitos propostos, identificar possíveis falhas e realizar ajustes ou correções, garantindo a qualidade e confiabilidade do artefato.

Por fim, a tese finaliza com a apresentação da conclusão que exhibe os resultados alcançados ao longo da pesquisa, destacando as principais contribuições e limitações do estudo. Além disso, são apresentadas as possibilidades de trabalhos futuros, visando a continuidade e aprofundamento do tema abordado.

2. CONTEXTO EDUCACIONAL E DEMANDAS PEDAGÓGICAS

O Capítulo 2 aborda levantamentos bibliográficos relacionados a três áreas fundamentais para a compreensão e desenvolvimento do modelo proposto. A primeira seção contempla uma revisão sobre Educação a Distância (EaD), explorando os princípios, desafios e aspectos associados a esse modelo de ensino. Em seguida, são examinados estudos e teorias pertinentes às tomadas de decisão, abrangendo os processos, fatores e modelos que possam auxiliar na prática educacional. A seção final concentra-se no levantamento bibliográfico sobre Fluxo Informacional, explorando o papel central da informação em ambientes acadêmicos, especialmente nos contextos de ensino e aprendizagem.

Ademais, este Capítulo ainda detalha a aplicação de um questionário, que também constitui uma ferramenta para coleta de dados na fase de *Conscientização do Problema*, conforme delineado pelo método DSR. A concepção e aplicação do questionário visam uma compreensão aprofundada das percepções, práticas e desafios enfrentados por agentes educacionais no contexto do fluxo informacional, contribuindo assim para uma análise mais embasada no desenvolvimento do modelo proposto. Este capítulo é estruturado de maneira a fornecer uma base para o delineamento e implementação do modelo de fluxo informacional que visa otimizar os processos de ensino e aprendizagem, oferecendo subsídios para tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados.

2.1. A Educação à Distância

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) - Lei nº 9.394/96 (LDB 9.394/96) - estabelece as bases da educação no Brasil, abrangendo sua finalidade, organização, órgãos administrativos responsáveis, níveis e modalidades de ensino. Os níveis referem-se a diferentes etapas da educação formal, categorizadas com base na faixa etária e complexidade do conteúdo acadêmico, enquanto as modalidades estão associadas às diversas formas e abordagens de oferta educacional. Atualmente, no Brasil, destacam-se três modalidades de ensino: presencial, semipresencial ou híbrida e Educação a Distância (EaD). O ensino híbrido

combina elementos do presencial com o *online*, promovendo uma abordagem flexível que integra ambientes virtuais e presenciais. A EaD, por sua vez, caracteriza-se pela separação física no espaço e/ou no tempo, com a mediação dos processos de ensino e aprendizagem ocorrendo por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), como a Internet.

No contexto pós-pandemia de COVID-19, o ensino híbrido ganhou destaque, tornando-se uma abordagem relevante ao integrar o ambiente físico e virtual. Essa modalidade oferece maior flexibilidade no acesso ao conteúdo, promove a autonomia do estudante e permite a personalização do aprendizado de acordo com as necessidades individuais. A combinação de interações presenciais com o suporte digital visa potencializar a experiência educacional, exigindo capacitação de agentes educacionais para facilitar efetivamente a aprendizagem (DE OLIVEIRA ET AL; 2021).

A EaD, por sua vez, recebe diferentes denominações em diversos países, mas sua essência reside na mediação tecnológica nos processos de ensino e aprendizagem. Moran e Valenti (2015) conceituam a EaD como um modelo mediado por tecnologias, especialmente as telemáticas, como a Internet, onde, para Oliveira et al. (2020), o aluno desempenha um papel ativo em sua aprendizagem. O Ministério da Educação (MEC) define a EaD como a modalidade em que a mediação didático-pedagógica ocorre por meio de TICs, permitindo atividades educacionais em locais ou tempos distintos.

Esta definição é apresentada no Decreto No 5.622, de 19 de dezembro de 2005, que regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei No 9.394 de 20 de dezembro de 1996) e incentiva o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino à distância em todos os níveis e modalidades de ensino e educação continuada (Brasil, 2005; Brasil, 1996). Destaca-se que a EaD, antes restrita a setores específicos, expandiu-se para diversos contextos e níveis de ensino, indicando um potencial para reorganização dos espaços educacionais em direção a ambientes virtuais mais interconectados.

Moran e Valenti (2015), complementam com a afirmação de que a EaD pode ocorrer nos mesmos níveis do ensino regular, assim como prevê a legislação supracitada e indicam que o virtual superará o presencial em cursos médios e superiores. Diante disto, eles preveem

uma grande reorganização das escolas em prédios menores, na qual ocorrem menos salas de aulas e mais ambientes virtuais, menos salas de pesquisas e mais encontros interconectados.

As origens da Educação a Distância (EaD) remontam ao século XIX, inicialmente marcadas por cursos por correspondência na Inglaterra, Estados Unidos e Suécia. No contexto brasileiro, as primeiras experiências documentadas datam do século XX, com registros em 1904 no Jornal do Brasil, que anunciava a oferta de profissionalização por correspondência para datilógrafos (Alves, 2011). A incorporação das TICs na EaD ocorreu com o estabelecimento de princípios didáticos específicos, visando reduzir a separação física entre alunos e professores. Essa evolução tecnológica se reflete nas gerações propostas por Martins (2008): da predominância de materiais impressos na primeira geração até a interatividade multimídia baseada na web na quinta geração. Observa-se uma progressiva incorporação e ajustamento de tecnologias, culminando em cursos mais flexíveis e interativos.

A análise histórica revela que o impulso da EaD no Brasil coincidiu com o advento das TICs na Internet, representando um agente de transformação sociocultural. Para Paula (2009), a TIC pode ser compreendida como um conjunto de conhecimentos que gera ferramentas, técnicas e ações destinadas a transformar informações em bens e serviços adequados a uma realidade de potenciais usuários, inseridos em um contexto específico.

O desenvolvimento dessas tecnologias e a acessibilidade aos recursos tecnológicos promoveram uma reorganização da sociedade em torno de serviços e produtos informacionais, caracterizando a atual Sociedade da Informação (Floridi, 2010). Montoya-Mogollón e Madio (2018) enfatizam que a contemporaneidade é marcada pela presença pervasiva de recursos tecnológicos, que influenciam significativamente o comportamento humano e reconfiguram os relacionamentos sociais através de processos comunicacionais e informacionais, destacando a crescente virtualidade na organização social.

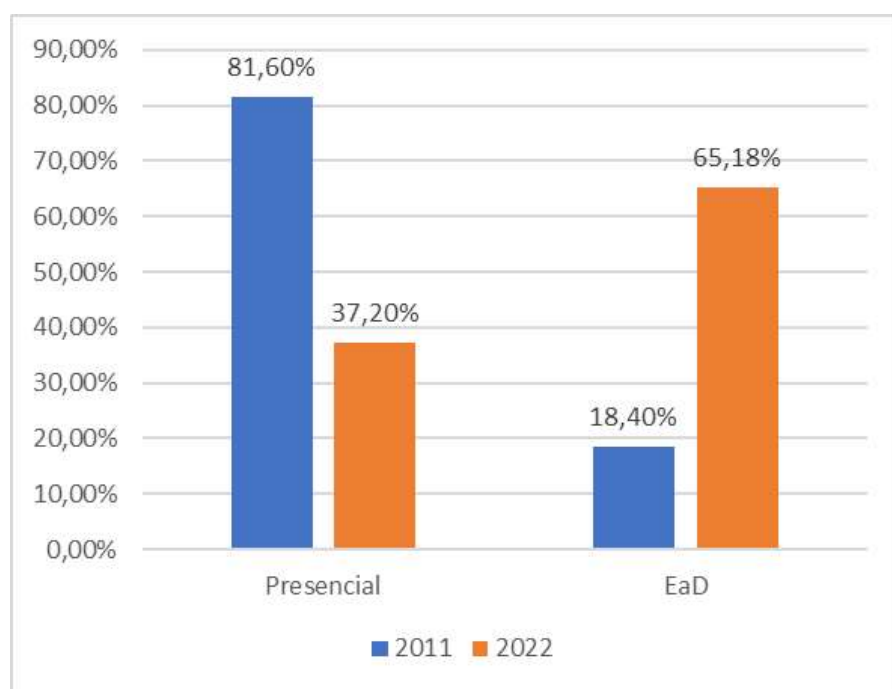
É neste cenário que autores como De Paula (2009), Giolo (2018), De Souza et al (2022) e outros, relatam a expansão do ensino superior à distância no Brasil. Giolo (2018) afirma que os primeiros dados da EaD apareceram nos relatórios estatísticos do Censo da Educação Superior do Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) no ano 2000 e referenciam apenas a instituições públicas. Para as instituições privadas os dados começam

a aparecer em 2002. Para o autor, isso significa que na década de 1990 ocorreram o desenvolvimento das bases para que estes processos adquirissem corpo e material. Atualmente a EaD apresenta-se em ampla expansão, como pode ser observado na próxima seção.

2.1.1. A Ascensão da Educação a Distância no Brasil

A EaD no ensino superior do Brasil teve um crescimento expressivo na última década, alcançando o patamar de 474% entre os anos de 2011 e 2021. Esta constatação é respaldada pelos dados do Censo da Educação Superior 2021, realizado pelo INEP - Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2022a; INEP, 2022b). De acordo com este censo, em 2011 os alunos ingressantes no ensino superior brasileiro por meio da EaD correspondiam a 18,4% do total. Este percentual evoluiu para 65,18% em 2022 (INEP, 2024). Esta evolução fica evidente na apresentação do Gráfico 1.

Gráfico 1: Evolução do número de alunos em cursos EaD no ensino superior do Brasil.



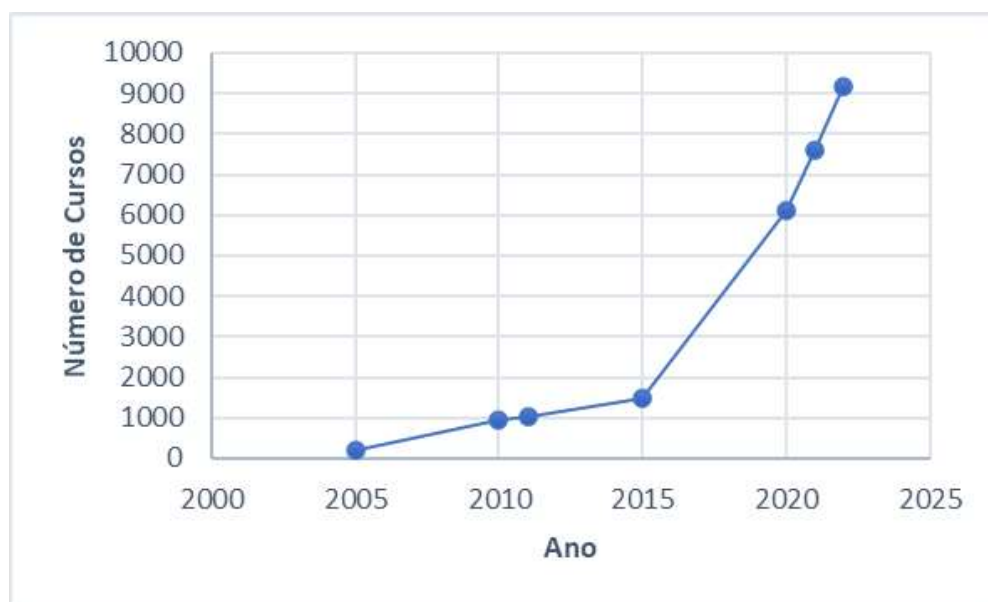
Fonte: autoria própria com base nos dados do censo da educação superior (INEP, 2022a).

De acordo com o INEP (2022b), estes números apontam que a educação à distância tende a se afastar, cada vez mais, do ensino presencial no contexto da educação superior no

Brasil. O número de ingressantes da EaD ultrapassou, pela primeira vez, o número de alunos que optaram por estudar presencialmente em 2019. Para o Instituto, este comparativo confirma a tendência de crescimento da EaD, sendo este um dos fatores que impulsionam o desenvolvimento desta pesquisa.

A oferta de cursos superiores na modalidade à distância no Brasil experimentou um notável aumento na última década. Em 2011, o Censo registrou 1.044 cursos de graduação à distância, representando 3,4% do total. Já em 2022, esse número cresceu expressivamente para 9.186 cursos, equivalendo a 20,44% do conjunto total de cursos oferecidos no país. O Gráfico 2 ilustra essa evolução, ressaltando que o aumento significativo nas ofertas de cursos ocorreu a partir de 2015.

Gráfico 2: Oferta de cursos de graduação na modalidade à distância.

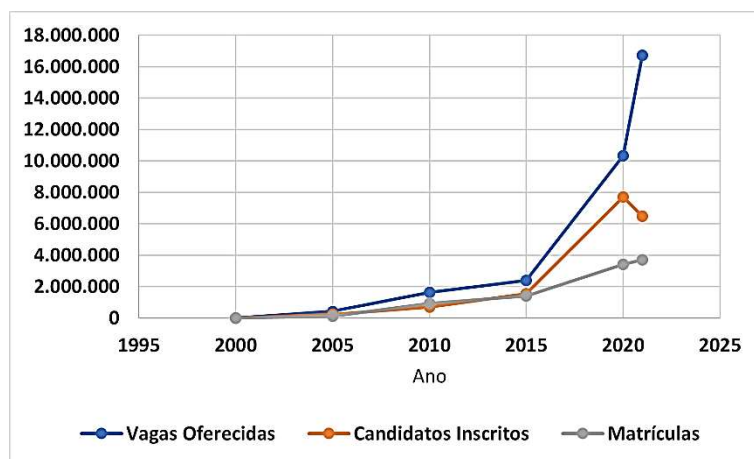


Fonte: Autoria própria com base nos dados do censo da educação superior (INEP, 2024).

Outros aspectos que explicitam a evolução da EaD no ensino superior no Brasil referem-se ao número de vagas ofertadas, total de candidatos inscritos nos processos seletivos e o número de matrículas efetivadas. Estes números são exibidos no Gráfico 3. Ao longo desse período, houve um crescimento gradual na oferta de vagas, apresentando um aumento expressivo de 924%. No entanto, é importante ressaltar que esse incremento não foi acompanhado proporcionalmente pelos números de candidatos inscritos e matrículas efetivadas, cujos percentuais de crescimento foi de 837% e 298%, respectivamente. Apesar

dessa discrepância percentual, o total de alunos matriculados em cursos EaD tornou-se significativamente superior às matrículas registradas no modelo presencial do ensino superior no Brasil.

Gráfico 3: Oferta e Consumo de EaD.



Fonte: autoria própria com base nos dados do censo da educação superior (INEP, 2022a).

Ao analisar os dados do Gráfico 3, nota-se que o crescimento do número de vagas ofertadas, candidatos inscritos nos processos seletivos e matrículas efetivadas apresentou uma trajetória semelhante até o ano de 2015. A partir desse ponto, o aumento no número de vagas ofertadas tornou-se mais expressivo em comparação aos demais indicadores, refletindo a ampliação da oferta de cursos. No entanto, destaca-se um declínio de -16,02% no número de candidatos inscritos nos processos seletivos entre os anos de 2020 e 2021, período coincidente com a pandemia de Covid-19, que possivelmente influenciou esse decréscimo.

Os autores Pasini, Carvalho e Almeida (2020), De Souza (2020) e Costa e Sousa (2020) destacam a complexidade do cenário educacional durante a pandemia, argumentando que, embora a EaD no Brasil ainda esteja em estágio inicial, apresenta resultados satisfatórios. Em decorrência dos impactos causados pela pandemia, surgiram reflexões relevantes para o avanço dessa modalidade, abordando questões como a garantia de equidade de acesso a recursos tecnológicos, a igualdade de conhecimentos em ferramentas pedagógicas e a necessidade de adaptar metodologias para favorecer a colaboração, autonomia, criatividade e autoria de professores e alunos. Essas complexidades podem estar relacionadas ao declínio

no número de inscritos mencionado, entretanto, são necessários estudos mais aprofundados para confirmar ou refutar essa afirmação.

As complexidades abordadas pelos autores Branco, Conte e Habowski (2020) proporcionam subsídios relevantes para a análise dos processos de tomada de decisão pedagógica na EaD, foco desta pesquisa. Esses desafios ganham destaque quando se considera que a taxa média de evasão em cursos EaD, conforme apontado por esses autores, foi de 26,3% em 2019. O INEP complementa essa informação ao indicar oscilações positivas no número de concluintes da modalidade de EaD, passando de 19,7% em 2016 para 36,6% em 2021. Embora 63,4% dos alunos matriculados na EaD não tenham concluído seus cursos por diversos motivos, essa tendência ascendente, conforme observada pelo INEP, sugere um cenário em evolução na EaD no ensino superior brasileiro. Considerando que tomadas de decisões pedagógicas mais embasadas podem abordar as complexidades identificadas, uma consequência que pode ser amenizada é a redução da evasão escolar. Isso se justifica pelo entendimento mais profundo dos desafios enfrentados pelos alunos e pela implementação de estratégias específicas para enfrentar tais desafios, contribuindo para um ambiente educacional mais eficaz e favorável à conclusão dos cursos. (BRASIL, 2020; BRASIL, 2022c; BRASIL, 2022d).

A ABED (2022) – Associação Brasileira de Educação à Distância – apresenta o aspecto financeiro como o motivo que prevaleceu na evasão dos estudantes. Entretanto, esta associação conclui afirmando que, apesar de existir iniciativas voltadas para o controle da evasão por parte das IES, elas ainda não são suficientes, o que se faz necessário promover melhorias e ampliações das formas de controle, seja por meio de implementação ou aplicação de novas tecnologias, por ações de intervenção humana ou aplicação de novas metodologias que proporcionem aos estudantes uma jornada acadêmica tranquila e proveitosa.

Ao analisar a trajetória da EaD e seus impactos na educação superior brasileira, evidencia-se a necessidade de considerar a tomada de decisão pedagógica como um elemento essencial para o desenvolvimento e a consolidação desse modelo educacional. A crescente utilização de recursos tecnológicos e de comunicação tem desempenhado um papel fundamental na execução dos processos de ensino e aprendizagem, tornando-se um aliado

para a educação. Nesse contexto, a tomada de decisão pedagógica informada por dados emerge como uma abordagem promissora para orientar a gestão dos processos de ensino e aprendizagem, proporcionando maior flexibilidade e personalização do ensino, além de viabilizar o acesso a uma vasta quantidade de dados educacionais. Considerando os desafios enfrentados pela EaD, tais como a qualidade do ensino, a formação de docentes e a superação das desigualdades educacionais, a tomada de decisão pedagógica embasada em evidências se mostra encorajadora para enfrentar tais questões e promover reflexões sobre as ações necessárias para construir uma educação superior mais inclusiva e efetiva.

Diante disto, compreende-se que a complexidade das questões tecnológicas, pedagógicas e informacionais que permeiam essa modalidade de ensino apresentam relação intrínseca com os desafios e com as tomadas de decisões pedagógicas. Desta forma é fundamental entender que a superação desses desafios depende, em grande parte, da utilização de dados e informações relevantes, que fundamentam decisões pedagógicas baseadas em evidências. Para tanto, no contexto desta tese, faz-se necessário melhor compreender o que são tomadas de decisões baseadas em dados no contexto educacional, tema este, abordado na próxima seção.

2.2. Tomada de Decisão Pedagógica

Esta seção, inserida na etapa de conscientização do problema, aborda conceitos, processos e desafios relacionados à tomada de decisão pedagógica, sendo esta considerada um processo complexo e crucial para o sucesso da educação, envolvendo diversas etapas e variados níveis de conhecimento referente aos estudantes. A abordagem da tomada de decisão baseada em dados se destaca como um avanço significativo na busca por escolhas mais fundamentadas e assertivas, ao passo que a ciência de dados educacionais assume um papel estratégico na análise de informações acadêmicas para apoiar as práticas e as tomadas de decisões pedagógicas.

Silva (2015) e Daft (2002) conceitua a tomada de decisão como um processo cognitivo que resulta da seleção de uma opção entre várias alternativas. Para Correia Neto e Marques (2020) e Gomes e Gomes (2019) a tomada de decisão requer a existência de alternativas

factíveis para a sua composição e em cada decisão está associado um ganho ou uma perda. Ao especificar a tomada de decisão pedagógica, destaca-se que este processo envolve a seleção de estratégias educacionais que visam aprimorar o aprendizado dos alunos.

Daft (2002) considera a tomada de decisão como um processo de identificação e solução de problemas, sendo estes, os dois estágios principais do processo de tomada de decisão. No estágio de identificação do problema as informações relacionadas as condições ambientais e organizacionais são monitoradas em busca de identificação de falhas e determinação de desempenho. O estágio de solução ocorre quando os caminhos alternativos de ação são considerados e uma alternativa é selecionada e executada.

Em um ambiente educacional, a tomada de decisão também se refere a um processo dinâmico e contínuo de identificação e solução de problemas relacionados ao ensino e aprendizagem. Nesse contexto, os professores enfrentam constantemente a necessidade de fazer escolhas estratégicas ou operacionais para alcançar os objetivos educacionais estabelecidos. Neste cenário, emerge a Gestão de Dados Educacionais como uma poderosa aliada. A sua inserção proporciona uma abordagem inovadora e embasada em evidências para a tomada de decisões.

2.2.1. As fases do processo decisório pedagógico

O processo de tomada de decisão pedagógico ou não, pode ser simples ou complexo, rápido ou longo, solitário ou compartilhado, estruturado ou desestruturado, formal ou informal e até mesmo intuitivo. Independente da sua classificação, este processo se torna tão importante quanto a decisão, pois deve haver um contexto claro, no qual o processo de decisão seja fundamentado de tal forma que permita manter a garantia do processo em si e possibilita que a escolha da alternativa leve todos os envolvidos ao objetivo desejado ou à melhor solução do problema.

Gomes e Gomes (2019) comenta que o ser humano toma decisões ora utilizando parâmetros quantitativos, ora fazendo uso de parâmetros de mensuração qualitativos, com forte característica subjetiva. Quando são utilizados parâmetros quantitativos a mensuração

é simplificada ao comparar com os parâmetros qualitativos. No âmbito das decisões pedagógicas, o tomador de decisão, papel este desempenhado normalmente por um professor, encontra-se diante do desafio de antecipar e avaliar as consequências de suas escolhas em um ambiente dinâmico, sujeito a variáveis não controláveis, frequentemente associadas a elementos de incerteza, indecisão e ambiguidade. Essas características influenciam diretamente o processo decisório nas instituições de ensino.

Ao tratar da qualidade do processo é importante destacar a possível existência de variáveis desconhecidas, limitações de análises e contextos que precisam ser considerados no processo de decisão. As variáveis desconhecidas referem-se aos fatos ou dados que afetam o problema, mas não são visualizadas facilmente pelo decisor. As limitações podem ocorrer no sentido de recursos diversos como financeiros, humanos, tempo, tecnológicos, entre outros. E o contexto, por sua vez, refere-se à cultura informacional e organizacional e aos ambientes econômico, político e social de todos os envolvidos no processo decisório.

A classificação dos problemas e das decisões auxiliam nos processos de tomada de decisão. Silva (2015) afirma que os problemas e situações variam em termos de natureza, urgência, impacto, entre outros fatores. Estas variações permitem classificar as decisões de diferentes maneiras de acordo com as situações a que se aplicam e possibilitam aos tomadores de decisão na área educacional definirem a quantidade de esforço e tempo a dedicar a cada uma delas. A classificação do processo de tomada de decisão definido pelo autor é mostrada na Quadro 1.

Quadro 1: Classificação dos tipos de decisões, conforme sua característica.

Grau de Familiaridade	● Decisões Programadas ● Decisões Não Programadas
Quanto à Natureza	● Decisões Estratégicas ● Decisões Administrativas ou Gerenciais ● Decisões Operacionais
Grau de Participação	● Decisões Individuais ● Decisões Coletivas
Quanto ao Tipo de Resultado	● Decisões Satisfatórias ● Decisões Maximizadas ● Decisões Otimizadas

Fonte: (SILVA, 2015, P.23)

No âmbito das tomadas de decisões pedagógicas, a distinção entre decisões programadas e não programadas adquire relevância ao lidar com desafios rotineiros e situações imprevistas no contexto educacional. Por exemplo, a definição de metodologias de ensino para um novo conteúdo pode ser uma decisão programada, enquanto a resposta a uma situação de conflito entre alunos pode representar uma decisão não programada devido à sua natureza esporádica. As decisões estratégicas, alinhadas aos objetivos educacionais, podem incluir a implementação de novas abordagens pedagógicas para melhorar o desempenho acadêmico. Em contrapartida, as decisões administrativas ou gerenciais tornam possível a execução prática das estratégias delineadas, como a alocação eficiente de recursos para a implementação de um programa educacional inovador. Em níveis operacionais, decisões operacionais, como a escolha de materiais didáticos específicos, contribuem de forma decisiva na concretização das estratégias educacionais. A consideração do grau de participação destaca que as decisões pedagógicas podem ser tomadas individualmente ou envolver grupos, refletindo a necessidade de uma abordagem mais abrangente ao considerar o ambiente educacional.

Ao tratar do tipo de resultado, as decisões podem ser satisfatórias, quando não há uma solução ótima. Isto pode ocorrer por diversos motivos, como a falta de tempo, informação ou recursos, entre outros. No contexto pedagógico, a escolha de uma abordagem de avaliação para uma turma com recursos limitados, é um exemplo de uma decisão satisfatória que poderia adotar métodos mais simples, considerando restrições de tempo e recursos. Já a decisão maximizada busca o melhor resultado possível, ou seja, são consideradas as alternativas que produzem consequências positivas e reduzem ao mínimo as consequências negativas. A aplicação de modelos multicritérios, conforme discutido por Correia Neto e Marques (2020), pode auxiliar na busca por soluções aceitáveis, permitindo aos educadores avaliarem e equilibrar diferentes critérios ao escolher estratégias de ensino ou implementar inovações curriculares, considerando as diversas variáveis envolvidas no contexto educacional.

De acordo com os autores, os modelos de decisão multicritérios estruturam um problema a partir de restrições e critérios com algum grau de subjetividade, para tanto,

utilizam variáveis quantitativas e qualitativas, assim como, trabalham com múltiplos objetivos. Estes modelos consideram as preferências dos decisores frente a diversas alternativas e buscam estruturar e sistematizar problemas que tratam de preferências conflitantes. Como exemplo deste modelo destaca-se os modelos de decisão hierárquica.

Quando são consideradas as vantagens e desvantagens das alternativas possíveis para uma solução, são tidas decisões otimizadas que permitem ao tomador de decisão procurar por uma solução média ou ótima, que atenda a um número de critérios e objetivos. As decisões otimizadas geralmente fazem uso de modelos de otimização. Estes modelos são caracterizados por estruturar um problema em um conjunto de equações e restrições quantitativas por meio do uso de técnicas de estatística e matemática, que buscam encontrar valores ótimos para as variáveis definidas no problema. Por exemplo, ao selecionar uma estratégia de intervenção para melhorar o entendimento em uma disciplina específica, decisões otimizadas podem envolver a análise de diferentes abordagens, levando em conta critérios como eficácia, engajamento dos alunos e viabilidade prática. O uso de modelos de otimização nesse contexto pode ajudar a estruturar o problema, considerando variáveis como recursos disponíveis, tempo e impacto nas métricas educacionais. Esses modelos possibilitam ao educador encontrar soluções ótimas que maximizem o aprendizado dos alunos e atendam aos objetivos pedagógicos estabelecidos.

Ao analisar a classificação de processos de tomadas de decisão, evidencia-se a necessidade de sua estruturação, oferecendo uma abordagem sistemática para enfrentar desafios específicos na educação. Correia Neto e Marques (2020) propõem um conjunto de dez etapas gerais que permitem estruturar os processos decisórios e, no contexto desta tese, são adaptados às tomadas de decisões pedagógicas:

1. Identificação e certificação do problema *educacional*: refere-se a conhecer ou descobrir quais são os reais problemas enfrentados no ambiente educacional, para tanto, são consideradas e monitoradas as condições ambientais e *necessidades dos alunos*.
2. Listagem de objetivos *educacionais*: identificar e relacionar os objetivos *educacionais* que se deseja alcançar, sejam eles quantitativos ou qualitativos,

relacionados ao desempenho acadêmico, ao desenvolvimento de habilidades ou ao engajamento dos alunos.

3. Explicitar critérios de decisão para cada objetivo *pedagógico*: evidenciar os critérios de decisão, tornando-os menos subjetivos possível, especialmente ao avaliar o progresso dos alunos e o alcance dos objetivos pedagógicos.
4. Fazer uso de pensamento racional *na abordagem pedagógica*: utilizar de evidências sólidas que apoiem as decisões, evitando vieses cognitivos, atalhos mentais e *considerando as melhores práticas educacionais*.
5. Obter todas as informações relevantes *no ambiente educacional*: identificar e coletar todas as informações relevantes para melhor entender *o ambiente educacional e os fatores que impactam o processo de aprendizagem*.
6. Identificar o que realmente importa *no processo de ensino e aprendizagem*: detectar as variáveis fundamentais que influenciam a tomada de decisão *pedagógica, destacando aquelas cruciais para o sucesso dos alunos*.
7. Considerar questões morais e éticas *na educação*: analisar de forma efetiva aspectos morais e éticos *associados às decisões pedagógicas, garantindo que estejam alinhados aos princípios educacionais*.
8. Gerar conjunto amplo de alternativas *educacionais viáveis*: obter um amplo conjunto de alternativas viáveis diante dos objetivos *pedagógicos, considerando diferentes abordagens e estratégias*.
9. Explicitar as consequências das alternativas *educacionais*: identificar e apresentar as consequências que cada alternativa pode resultar, *considerando o impacto no aprendizado e desenvolvimento dos alunos*.
10. Utilizar métodos analíticos *na abordagem pedagógica*: fazer uso de métodos que permitem selecionar, ordenar, classificar ou descrever as alternativas *pedagógicas, promovendo a eficácia nas decisões educacionais*.

Ao considerar as etapas gerais do processo de tomada de decisão, fica indubitável a importância do dado, da informação e do conhecimento como subsídios essenciais à comunicação e à tomada de decisão, entretanto, é comum observar que grande parte dos processos decisórios pedagógicos ocorrem de forma intuitiva e pouco estruturado. Para

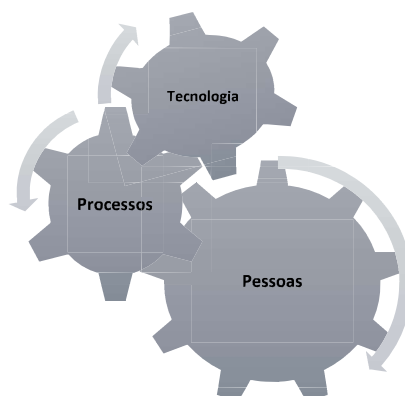
Correia Neto e Marques (2020) processos bem estruturados tendem a ser mais facilmente automatizados e informatizados, elementos estes que podem favorecer as tomadas de decisões pedagógicas tanto no contexto de agilidade como de qualidade.

Para que as decisões pedagógicas sejam tomadas com rapidez e qualidade é importante que as instituições disponham de sistemas eficientes e que permitam a rápida circulação da informação e do conhecimento, considere a cultura informacional e disponha do suporte da tecnologia.

2.2.2. O papel da tecnologia, processos e pessoas na tomada de decisão pedagógica

A tomada de decisão pedagógica é intrinsecamente influenciada por variáveis compreendendo os processos, a tecnologia envolvida ou não, e, sobretudo, as pessoas. Essa interação é esquematizada de maneira visual na Figura 3, onde os processos delineiam as etapas que conduzem à decisão, a tecnologia fornece o suporte necessário ao processo, e as pessoas representam a influência do tomador de decisão, variando em sua participação nas decisões.

Figura 3: Relação da Tecnologia, Processos e Pessoas nas Tomadas de Decisão.



Fonte: adaptada de Correia Neto e Marques (2020)

No âmbito pedagógico, o processo de tomada de decisão é fundamentado em informações provenientes de diversas fontes, incluindo análises do desempenho dos alunos, feedback dos professores, pesquisas e estudos em educação, além de considerações acerca de fatores contextuais como o ambiente escolar, a diversidade socioeconômica e cultural dos

alunos. Essa tomada de decisão permeia várias etapas dos processos de ensino e aprendizagem, desde a escolha de conteúdos e metodologias de ensino até a avaliação e fornecimento de feedback aos alunos. Nesse contexto, a decisão pedagógica é sensível a fatores como o nível de desenvolvimento dos alunos, suas necessidades individuais, seus estilos de aprendizagem e o contexto socioeconômico em que estão inseridos.

Ao refletir sobre os processos decisórios pedagógico, fica explícito a necessidade de fazer uso de todo o potencial de cada elemento envolvido nestes processos, ou seja, é necessário que estes processos sejam bem definidos, façam bom uso das tecnologias existentes e utilize todo o potencial das pessoas envolvidas, como seus conhecimentos e experiências já vivenciadas. Para tal, destaca-se a importância de obter estratégias bem delineadas para as tomadas de decisões pedagógicas, integrando eficientemente recursos tecnológicos e capital humano.

Desta forma, evidencia-se que o processo de tomada de decisão pedagógica envolve diversas etapas e variados níveis de conhecimento referente aos estudantes. Essas decisões podem ser realizadas de maneira intuitivas, analíticas e deliberativas, de forma que possibilitem aos tomadores de decisão a incumbência de gerar impacto positivo na experiência da aprendizagem. A efetividade dessas informações é gerada por meio de dados educacionais produzidos, entre outras fontes, a partir dos Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem (PAIVA, 2017) e neste contexto, tem destaque a importância da fundamentação das decisões com o intuito de obter uma decisão de qualidade.

Embora uma decisão bem-sucedida geralmente alcance o objetivo desejado, a garantia desse sucesso nem sempre reflete a qualidade da decisão, pois fatores externos podem influenciar o resultado. Corroborando com autores como Correia Neto e Marques (2020) e Daft (2002), considera-se um exemplo da área da saúde, onde o médico, embora possa enfrentar desfechos indesejados, não será considerado negligente se suas decisões estiverem fundamentadas.

Decisões bem fundamentadas são aquelas baseadas em dados e informações e pode direcionar a situações de previsibilidade e probabilidade do que acontecerá, o que possibilita que se realize a gestão de riscos. Entretanto, fundamentar uma decisão não é garantia de

sucesso, porém diminui a chance de fracasso ou ainda pode indicar quais ações são ou não necessárias de serem tomadas em momentos específicos.

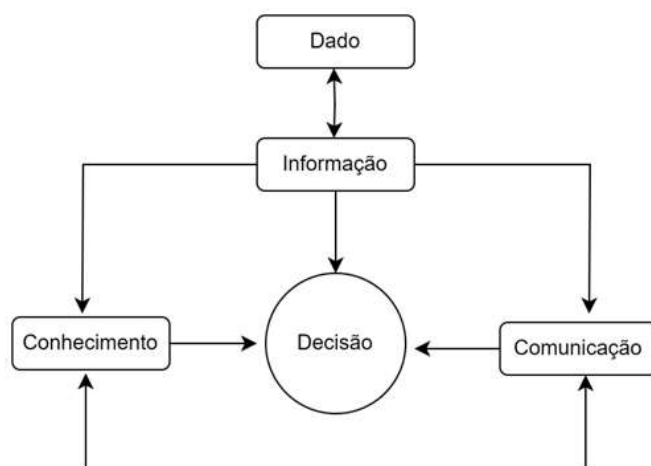
A discussão acerca da relevância da fundamentação na tomada de decisão pedagógica suscita a análise do papel desempenhado pelos dados e informações nesse contexto. Fica claro que, para embasar decisões pedagógicas e gerenciar riscos, são imprescindíveis dados e informações. No escopo desta pesquisa, os termos "dados" e "informações" são compreendidos conforme definidos pela Ciência da Informação e pela Ciência da Computação. Para a CI e CC, dados representam símbolos ou fatos registrados e armazenados em formatos, estruturados ou não. Na CC, esses dados são processados por algoritmos, transformando-se em informações úteis para a resolução de problemas. A CI, por sua vez, contribui para essa transformação, realizando estudos sobre a criação, organização, armazenamento, recuperação e uso dos dados para apoiar a tomada de decisões.

No contexto desta tese, os dados são entendidos como representações codificadas de elementos de informação, que podem ser capturados, armazenados, processados e transmitidos. Eles são considerados insumos que, quando processados, geram informações úteis para as tomadas de decisão. Desta forma, é possível diferenciar dados de informação mencionando que os dados são apenas registros de fatos ou eventos, já a informação refere-se aos dados trabalhados ou processados, segundo critérios e modelos previamente definidos.

No processo de tomada de decisão ocorre a inter-relação entre dado, informação e conhecimento que, somados a comunicação, são elementos intervenientes a este processo, que atuam tanto como insumos quanto como fontes uns para os outros e formam uma cadeia de agregação de valores essenciais à tomada de decisão. Estes elementos aprimoram os processos decisórios. A Figura 4 apresenta esta inter-relação. (ANGELONI, 2003; CORREIA; NETO; MARQUES, 2020).

Um único conjunto de dados pode ser formado a partir de diversas origens e ser composto por vários formatos que quando processados são capazes de gerar diferentes informações, ao depender da forma como foram manipulados. Essas informações resultam em insumos relevantes capazes de orientar e fundamentar o processo decisório ou até mesmo sugerir uma decisão em qualquer área do conhecimento.

Figura 4: Inter-relação de dados, informação, Conhecimento e Comunicação.



Fonte: Autoria própria com base no trabalho de Angeloni (2003)

No contexto educacional, tomar decisões fundamentadas a partir de dados, compreende uma área de pesquisa emergente, identificada como análise de dados educacionais. Paiva (2017) aponta alguns exemplos de tomadas de decisões pedagógicas que podem ser mais bem definidas a partir da análise de dados educacionais, são: necessidades de intervenções pedagógicas em tempo hábil; identificação do desempenho do aluno ou turma; identificação do perfil de aluno ou turma; atribuição de professor / tutor a uma turma; definição de metodologias e táticas pedagógicas adequadas; avaliação e adequação da didática; identificação de lacunas de aprendizagem; entre outras.

Assim, destaca-se a importância da tomada de decisão pedagógica baseada em dados, que neste contexto pode ser entendido como evidências, para tanto, torna-se cada vez mais necessário compreender os dados gerados a partir de LMS's e de outras fontes que contribuam com o desenvolvimento da consciência situacional, permitam aperfeiçoar a capacidade das tomadas de decisões e possibilitam aos tomadores de decisão, oportunidades de reflexões críticas sobre suas práticas de ensino e aprendizagem que favoreça a busca de melhorias de sua efetividade em termos de resultados educacionais para os alunos. Neste contexto, emerge a tomada de decisão baseada em dados, que pode ser definida como o uso

de técnicas de análise de dados para melhorar o processo de tomada de decisões, ampliando as chances de sucesso em cada abordagem.

2.2.3. Tomada de Decisão Baseada em Dados

O contexto supracitado evidenciou que os grandes volumes de dados gerados nos mais variados sistemas de gerenciamento de aprendizagem constituem um ativo educacional valioso para que professores e gestores possam analisar as interações e tomar decisões referente a diversos aspectos dos processos de ensino e aprendizagem. Diante deste contexto, a estratégia *Data-Driven Decision Making* (D3M) tem-se despontado. Para Silva (2015) o D3M estabelece um fluxo de trabalho que permite que processos decisórios ocorram a partir de dados educacionais.

Paiva (2017), Silva (2015) e Campbell (2009) consideram que a educação se beneficia da D3M ao observar as evidências que mostram que o uso de dados pode aprimorar o processo decisório e aumentar as chances de sucesso. A consequência apontada destaca também a melhora no aprendizado dos estudantes, bem como, suas conquistas acadêmicas. Diante disto, esta seção não tem por objetivo esgotar o assunto, mas trazer uma abordagem suficiente para o entendimento de sua potencialidade de uso, bem como, alinhar importantes conceitos pertinentes.

A estratégia D3M envolve a aquisição dos dados, mineração dos dados, consolidação e comunicação dos dados e, por fim, a tomada de decisão (SILVA, 2015). O processo de aquisição dos dados refere-se as atividades de obtenção dos dados brutos, que podem ser oriundos de diversas fontes e serem aplicadas inúmeras estratégias para a realização desta obtenção. No contexto educacional Schildkamp, Lai e Earl (2013) comentam sobre a importância de abordar dados de forma abrangente, o que pode incluir informações referente ao desempenho dos estudantes nas mais variadas atividades desenvolvidas no ambiente virtual, observações sobre métodos de ensino, participações em pesquisas de opiniões, informações relacionadas a aprendizagem dos alunos, entre outros dados, sejam eles de natureza quantitativa ou qualitativa.

A mineração dos dados abrange as atividades de análise de dados e visa a descoberta do conhecimento. Esta etapa conta com o auxílio de uma variedade de técnicas. A consolidação e comunicação dos dados faz uso de mecanismos de visualização de dados que tem como objetivo apresentar informações em formatos que favoreçam a compreensão de conceitos complexos ou a identificação de padrões, normalmente com ações interativas que facilitam o processo decisório.

E, por fim, a tomada de decisão culmina a estratégia D3M, na qual podem ser aplicadas diversas técnicas de modelos de tomada de decisão, como o determinístico, probabilístico, *fuzzy*, entre outros (BAMBRICK-SANTOYO, 2010; SILVA, 2015). Paiva (2017) apresenta duas formas para tomada de decisões baseadas em dados, a *data-drive*, na qual as decisões ocorrem, de forma geral, de maneira automática exclusivamente baseadas em dados, e a *data_informed*, onde a decisão é realizada por meio de um agente humano a partir de consultas em informações extraídas dos dados trabalhados.

Daft (2002) afirma que decisões bem estruturadas podem ser programadas quando houver critérios de desempenho absolutamente claros, dispor de informações adequadas, de alternativas facilmente especificadas e uma relativa certeza sobre o sucesso da alternativa escolhida. Entretanto, ao considerar o contexto educacional, foco desta tese, Soletti (2006) enfatiza que há decisões que ocorrem em situações de momento e que devem ser consideradas variáveis adicionais aquelas apresentadas exclusivamente por ambientes de aprendizagem. Neste contexto, Paiva (2017) recomenda que as tomadas de decisões pedagógicas não sejam realizadas unicamente por *software* e considere uma variedade de dados educacionais, oriundos de fontes variadas. Diante disto, será considerada nesta tese a tomada de decisão informada por dados.

Ao considerar o contexto apresentado evidencia-se que a tomada de decisão informada por dados tem tomado caminhos interdisciplinares que envolvem, entre outras, as áreas da Ciência da Computação, Ciência da Informação e, no contexto específico de tomadas de decisões pedagógicas, também se sobressai as áreas relacionadas a educação e pedagogia. A Ciência da Computação tem dedicado esforços na busca por obter melhores fluxos de D3M, para tanto, pesquisas abordam novas técnicas que permitam apresentar para discentes,

docentes e gestores, melhores resultados, que consideram grandes quantidades de dados, de forma concisa e interativa. Neste cenário, encontram-se trabalhos que abordam a mineração de dados, o *data Warehouse* e, atualmente, *Machine Learning*.

A Ciência da Informação busca qualificar os dados e o acesso à informação, logo, ela se relaciona diretamente aos processos de tomada de decisão informada por dados, uma vez que dentre seus objetivos encontra-se a gestão eficiente e eficaz da informação. Esta área desempenha um papel determinante nestes processos, pois fornece métodos e técnicas que permitem melhor coletar, processar, analisar e interpretar grandes quantidades de dados e transformá-los em informações úteis e *insights* que possam ser usados para orientações e apoio para a tomada de decisão. Outro fator relevante refere-se ao fato de que, no bojo desta área, incluem disciplinas que se preocupam com o aprimoramento e com a construção de ambientes digitais, que visam atender as necessidades informacionais dos usuários.

Já no contexto da educação, os desafios na adoção do D3M estão relacionados a análises do “conhecimento”, ao considerar que cada vez mais se torna necessário compreender os dados e aperfeiçoar as tomadas de decisões em instituições de ensino. Neste cenário emerge a Ciência de Dados (CD) na educação, área que está intimamente relacionada a D3M. A CD pode ser entendida como uma abordagem científica orientada a dados que possibilita uma nova forma de exploração de dados e permite aperfeiçoar a compreensão e a qualidade dos processos de ensino e aprendizagem. Diante disto, esta relação pode fornecer informações valiosas que podem ser usadas nas tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados.

2.3. A Ciência de Dados na Educação

Diante das transformações no cenário educacional, impulsionadas pelo avanço tecnológico e novas demandas sociais, a coleta e análise de dados tornaram-se elementos essenciais para compreender e otimizar a experiência de aprendizagem dos estudantes. Surge, então, a ciência de dados na educação, um campo que integra conhecimentos da educação, estatística e tecnologia da informação. A Ciência de Dados, segundo Filatro (2021), envolve princípios, processos e técnicas para compreender fenômenos por meio da análise de

dados, permitindo tomadas de decisões. No contexto educacional, a Ciência de Dados integra Ciência da Computação, Estatística, Educação e outras ciências sociais, como a Ciência da Informação, visando descobrir relações não óbvias nos vastos conjuntos de dados (FILATRO, 2021; SILVA et al., 2017).

A Ciência de Dados na Educação é entendida por Filatro (2021) como uma subdisciplina da Ciência de Dados e possui diversas aplicações que impulsionam a compreensão e aprimoramento do processo educacional. Por meio da análise de dados educacionais, é possível identificar padrões de comportamento dos alunos, como taxas de participação em atividades, tempos de acesso aos materiais e interações com colegas e professores, entre outros. Essas informações auxiliam na personalização do ensino, possibilitam fornecer *feedback* individualizado e a adaptação de conteúdo para atender às necessidades específicas de cada estudante. Além disso, essa ciência aplicada a educação, também permite prever riscos de evasão e identificar fatores que contribuem para a retenção e melhoria no desempenho dos alunos e para a adoção de estratégias de intervenção e suporte adequadas.

A CD na Educação pode ser considerada como a intersecção de três áreas de pesquisa que se sobrepõem, a *Educational Data Mining* (EDM), *Learning Analytics* (LA) e *Academic Analytics* (AA) (FONSECA; ARAÚJO JR., 2019; ROMERO et al., 2016). A EDM trata-se de um campo interdisciplinar que se dedica a extrair conhecimento relevante a partir dos dados gerados no contexto educacional. Faz uso de tarefas de mineração de dados como a análise preditiva, agrupamento e associação de dados e tem por objetivo identificar comportamentos dos estudantes e oferecer *insights* para agentes educacionais e alunos sobre padrões observados. Por meio destas tarefas, a EDM consegue apoiar educadores, gestores e pesquisadores na tomada de decisões pedagógicas embasadas em evidências, bem como no desenvolvimento de estratégias personalizadas para o aprimoramento do ensino que visam proporcionar uma experiência educacional mais eficiente (FONSECA; ARAÚJO JR., 2019; ROMERO et al., 2016).

A área de pesquisa LA, também conhecida como Análise da Aprendizagem, é uma disciplina que visa aplicar técnicas de análise de dados e inteligência artificial no contexto educacional. O seu propósito, apresentado por Pinnell (2017) e Filatro (2019), é identificar o

perfil dos alunos, coletar e qualificar o maior número possível de dados e informações referente suas interações com os ambientes de aprendizagem, de forma a possibilitar a compreensão do progresso destes alunos e sua performance, construir práticas pedagógicas satisfatórias, identificar situações de risco e avaliar fatores que afetam a conclusão e o sucesso dos estudos. Os autores ressaltam que a LA trata de percepções sobre fatores como: a capacidade, o comportamento de aprendizagem, a previsibilidade das preocupações de aprendizagem, a nutrição de aspectos cognitivos, entre outros.

As ferramentas de análises de dados utilizadas no LA são as mais variadas e, dentro deste escopo, encontram-se tarefas de mineração de dados. Nesse contexto, surge um potencial conflito com a EDM. Siemens e Baker (2012) dedicaram-se para elucidar e mitigar esse conflito, propondo uma comparação entre ambas, adaptada nesta pesquisa e apresentada na Quadro 2.

Quadro 2: Contrastes entre definições de MDE e LA.

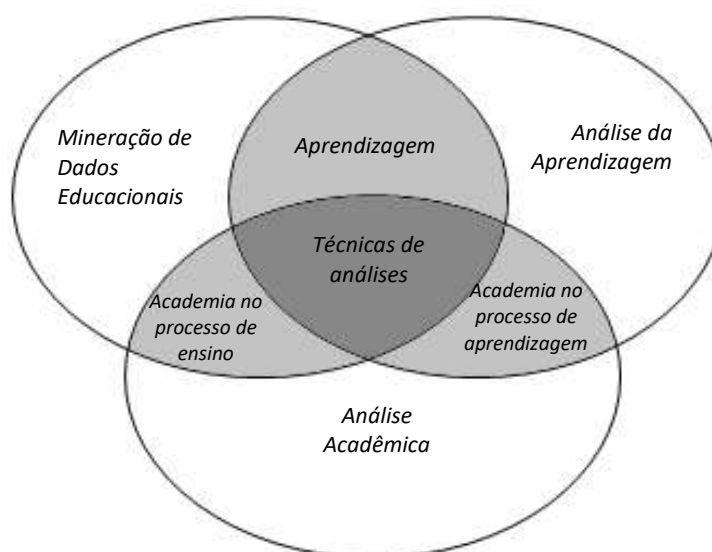
	EDM	LA
Descobertas	Faz uso de técnicas inteligentes para fazer descobertas depois confirmadas na aprendizagem do aluno.	Prioriza a aprendizagem do aluno e utiliza sistemas inteligentes para análises confirmatórias.
Adaptação e personalização	A ênfase é na criação de sistemas automáticos sem alunos e professores para a realização do processo.	Foco na informação e empoderamento de alunos e professores.
Técnicas e Métodos	Classificação, Agrupamento, Associação, Visualização de Dados, entre outros.	Análise de redes sociais, análise de sentimentos, análise de discurso, análise de conceitos, entre outros.

Fonte: Autoria própria adaptada de Siemens e Baker (2012)

A *Academic Analytics* foca na coleta, processamento e interpretação de dados acadêmicos, obtidos por meio dos sistemas de informação das Instituições de Ensino, incluindo desempenho estudantil, produção científica, eficácia de programas e outros indicadores. Esta linha busca entender os dados cadastrais dos alunos e professores e relacioná-los com a sua vivência acadêmica. Utilizando técnicas de análise de dados, busca fornecer insights estratégicos para decisões informadas e aprimoramento da eficiência e qualidade educacional (BAEPLER; MURDOCH, 2010).

A Figura 5, desenvolvida por Silva et al. (2017), mostra sobreposições entre as áreas de EDM, LA e AA. As interseções gerais envolvem técnicas de análise comum, como análise exploratória de dados e visualizações. Na interseção específica entre EDM e LA, destaca-se o aprendizado do aluno. Entre EDM e AA, a agregação de dados acadêmicos melhora a compreensão do ensino, enquanto AA e LA, com foco na aprendizagem, têm abordagem semelhante (Silva et al., 2017).

Figura 5: Relacionamento entre linhas de pesquisa de análise de dados acadêmicos.



Fonte: Silva et al, 2017 pg. 6

Na perspectiva do objetivo desta tese, destaca-se que as áreas que compõem a CD na Educação, como a exploração de dados, não devem ser abordadas de forma isolada. A integração dessas diversas dimensões, conforme proposto por Silva et al. (2017), amplia a compreensão e a qualidade das experiências de aprendizagem e desempenha um papel fundamental na construção do modelo de fluxo informacional. Essa inter-relação entre as áreas da Ciência de Dados na Educação possibilita o desenvolvimento de subsídios tecnológicos que permitem informar as tomadas de decisões pedagógicas, como busca a presente tese. Diante do exposto, a próxima seção apresenta um questionário aplicado a profissionais do ensino superior. Este enfoque visa aprofundar questões abordadas anteriormente, buscando melhor compreender os desafios enfrentados e delinear oportunidades para aprimorar o suporte às tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados.

2.4. Percepções dos Professores sobre o Uso de LMS

Para avançar no aprofundamento dos aspectos previamente discutidos e na busca por oportunidades de aprimoramento do suporte às tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados, o GIHC – Grupo de Interação Humano-Computador (DGP/CNPQ; 2009) conduziu a aplicação de um questionário direcionado a profissionais do ensino presencial e da educação à distância que fazem ou já fizeram uso de LMS. O objetivo desse questionário foi ampliar a Conscientização do Problema, de acordo com a metodologia DSR. A justificativa para a utilização deste instrumento de coleta de dados e sua distribuição massiva está diretamente relacionada à necessidade de obter *insights* e percepções dos professores do ensino presencial e da educação à distância, a fim de compreender a realidade do ambiente educacional e identificar possíveis oportunidades de melhoria.

O ensino presencial tornou-se um ponto de análise imperativo em virtude das circunstâncias provocadas pela pandemia do novo coronavírus. O impacto global desencadeado por essa crise levou as instituições educacionais a tomarem medidas drásticas, resultando na suspensão das aulas presenciais durante os anos de 2020 e 2021, e a consequente adoção de abordagens de ensino não presenciais. Diante desse panorama, emergiu a utilização dos LMS (*Learning Management System*) ou AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem). Esse contexto singular justifica a inclusão de docentes que atuam no ensino presencial no escopo desta pesquisa. Assim, a abrangência dessa pesquisa engloba os desafios e oportunidades associados às dinâmicas de ensino e aprendizagem e apoiar tomadas de decisões pedagógicas.

O questionário foi disponibilizado no período de agosto a setembro de 2022. A sua divulgação ocorreu por meio de envio de e-mails a IES públicas, incluindo os Institutos Federais, Universidades Federais e Estaduais, e instituições de ensino superior privadas. Obteve-se a participação de 63 docentes do ensino superior brasileiro, distribuídos nas diversas regiões do Brasil, que atuam ou já atuaram na EaD ou já fizeram uso de LMS como ferramenta de apoio aos processos de ensino e aprendizagem no ensino presencial. A distribuição geográfica dos participantes é exibida na Quadro 3.

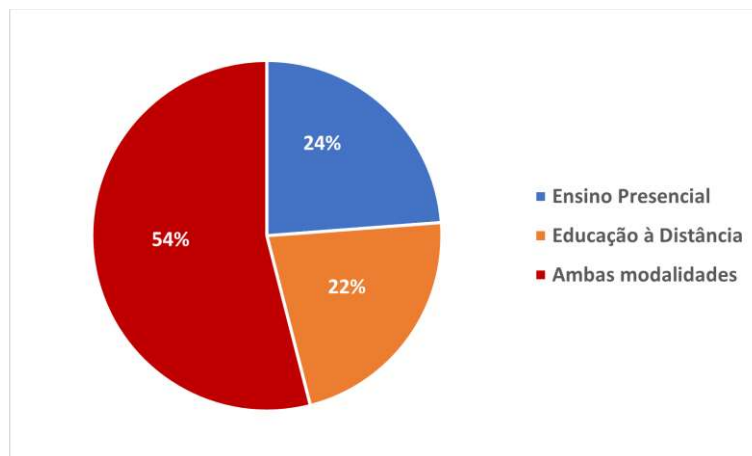
Quadro 3: Distribuição geográfica dos participantes do questionário.

Região	Total de Respondentes	Porcentagem
Norte	3	4,8%
Nordeste	7	11,1%
Centro	3	4,8%
Oeste		
Sul	30	47,6%
Sudeste	20	31,7%

Fonte: Autoria própria.

Dentre os participantes, 34 (54%) professores atuam ou já atuaram em ambas as modalidades (ensino presencial e educação à distância) e 14 (22,2%) docentes atuam apenas na EaD. O Gráfico 4 exibe estes percentuais. Essa amostra diversificada proporciona uma visão abrangente e representativa das práticas e desafios enfrentados no contexto educacional contemporâneo. Além disso, a presença de docentes que atuam exclusivamente na EaD destaca a importância de compreender as especificidades dessa modalidade de ensino, enquanto os participantes que transitam entre ambas as modalidades oferecem insights sobre as semelhanças e diferenças entre elas.

Gráfico 4: Modalidade de Ensino em que os professores atuam ou já atuaram.

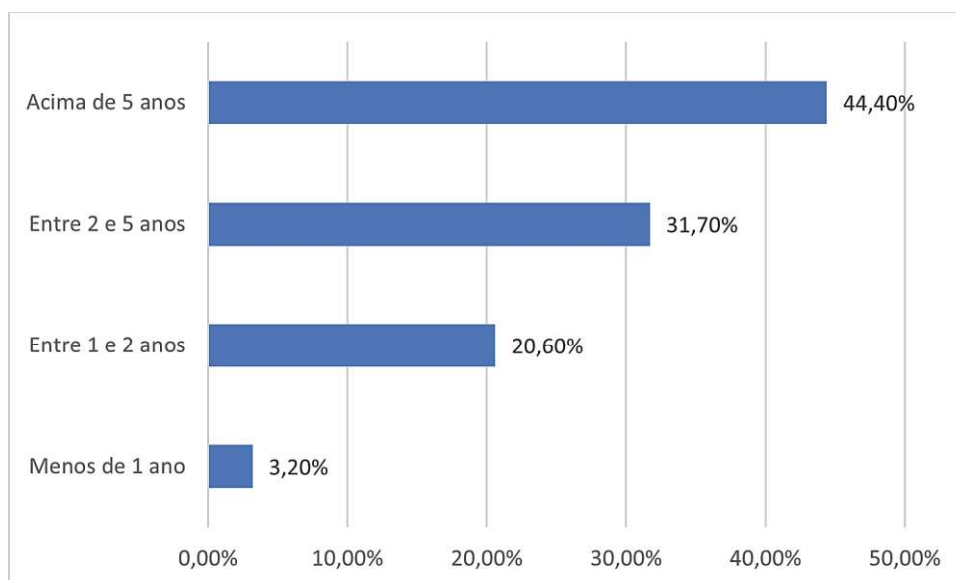


Fonte: Autoria própria.

A experiência vivenciada por estes professores em relação ao uso de LMS (Gráfico 5), pode ser observada no tempo que eles o utilizam como recurso de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, sendo 28 (44,4%) professores utilizam este recurso a mais de cinco anos, 20 (31,7%) fazem uso entre dois e cinco anos, 13 (20,6%) contam com LMS entre um e dois anos e apenas dois (3,2%) professores fazem uso a menos de um ano. Essa informação

evidencia a experiência dos docentes com a tecnologia educacional, o que é relevante para o objetivo da tese, pois contribui para compreender como a experiência prévia dos professores pode influenciar o fluxo informacional e as tomadas de decisão pedagógica informadas por dados.

Gráfico 5: Tempo de uso de LMS na docência.



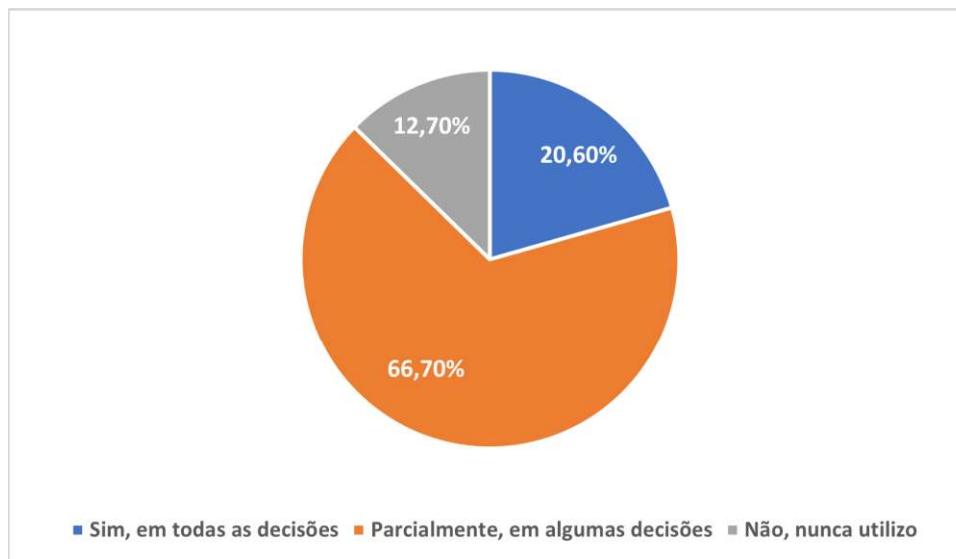
Fonte: Autoria própria.

Apesar de que a maioria dos professores, participantes deste questionário, já tenha uma experiência significativa com LMS, a porcentagem que efetivamente utiliza os dados educacionais gerados por esta plataforma para apoiar e embasar as tomadas de decisões pedagógicas ainda é incipiente. Neste estudo, apenas 13 (20,6%) docentes incorporam estes dados em todas as suas decisões, enquanto 42 docentes (66,7%) os consideram em algumas situações decisórias e 8 professores (12,7%) indicam nunca ter feito uso destes dados (Gráfico 6).

Embora o uso de dados como apoio para as tomadas de decisões pedagógicas traga diversos benefícios, ainda são observadas limitações e dificuldades que limitam a sua adoção plena. Ao analisar os motivos pelos quais os professores não utilizam ou utilizam parcialmente os dados educacionais nas tomadas de decisão pedagógica surgem algumas evidências que indicam o aprimoramento do fluxo informacional, assim como, a necessidade de intensificar

iniciativas de capacitação e da oferta de mecanismos de apoio para a efetiva utilização e exploração de recursos disponibilizados pelo LMS.

Gráfico 6: Uso de dados educacionais nas tomadas de decisão pedagógica.



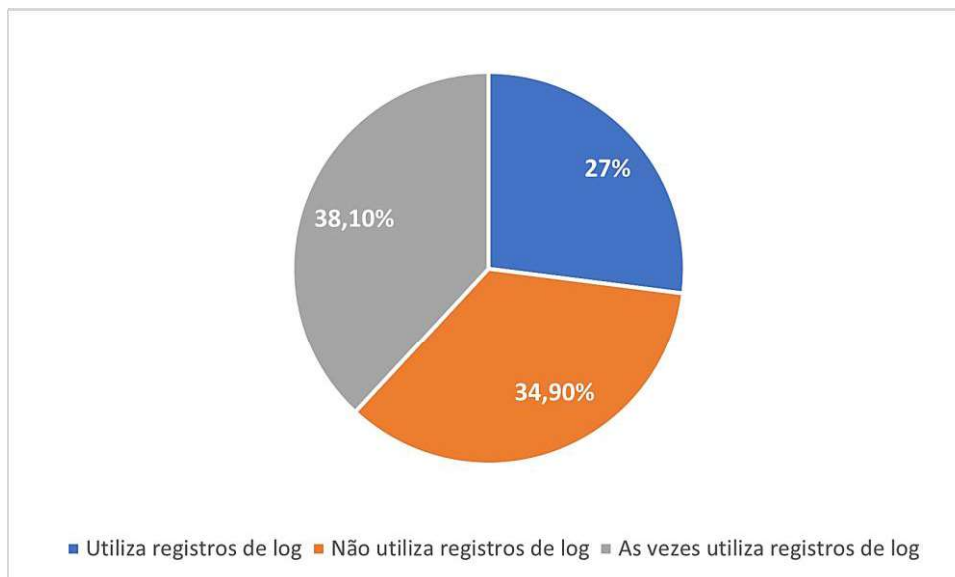
Fonte: Autoria própria.

Ao especificar o questionamento referente ao uso dos registros de log gerados pelo LMS no momento de tomada de decisão pedagógica, constatou-se que 22 professores (34,9%) declararam não fazer uso desses registros. Dentro deste grupo, 15 professores (62,5%) admitiram desconhecer a opção de aproveitar os registros de log. Adicionalmente, 5 docentes (20,8%) relataram encontrar dificuldades em utilizar essa funcionalidade, enquanto outros 4 professores (16,7%) expressaram ceticismo em relação à contribuição dos registros de log para a avaliação de desempenho dos alunos. As ilustrações desses resultados podem ser visualizadas no Gráfico 7 e no Gráfico 8. Esse panorama aponta para uma oportunidade de aprimoramento no contexto desta pesquisa.

Esses dados, mesmo não indicando necessariamente uma situação 'ruim', sinalizam uma área de potencial desenvolvimento. É importante ressaltar que a identificação desses obstáculos à utilização plena dos registros de log não somente esclarece as razões por trás das escolhas dos docentes, mas também oferece um caminho claro para intervenções. A parcela considerável de professores que ainda não explora integralmente os recursos disponíveis no LMS para embasar suas decisões pedagógicas apresenta uma oportunidade de impacto positivo. Ao fornecer o suporte adequado, seja por meio de treinamentos específicos,

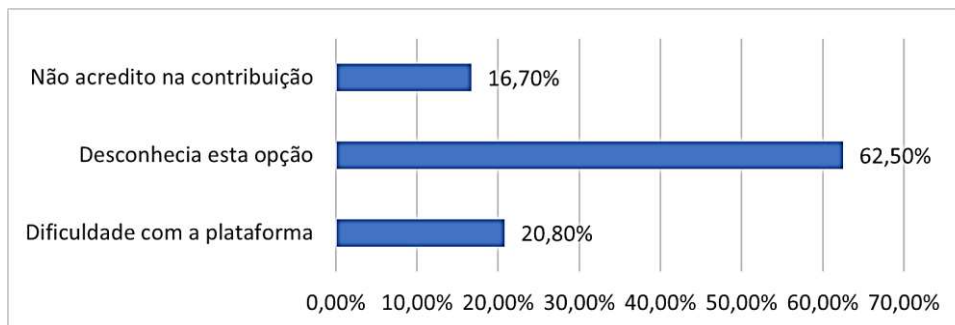
recursos acessíveis ou comunicação eficaz, é possível potencializar o aproveitamento desses dados em benefício da prática educacional mais informada.

Gráfico 7: Utilização de registros de log gerados pelo LMS.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 8: Motivos que levam a não utilização dos registros de log.



Fonte: Autoria própria.

As questões abertas, disponibilizadas no questionário, corroboraram com os *insights* identificados e, também, ressaltaram que o acesso aos dados ainda representa um desafio para muitos professores. Quando questionados sobre os recursos utilizados que apoiam as tomadas de decisões pedagógicas e o acompanhamento dos alunos, foi relatado pelos professores que: não estão cientes sobre essas funcionalidades e recursos disponíveis pelos LMS; sobre a insegurança referente aos dados disponíveis; assim como, a grande quantidade de dados disponíveis – sobrecarga de informação – que leva os professores a se sentirem sobrecarregados ao tentar analisar e extrair *insights* relevantes; a falta de tempo para revisar

e interpretar dados oriundos dos registros de log; quanto a autoria da realização da atividade; as dificuldades técnicas em utilizar recursos que permitem fornecer feedback; as dificuldades técnicas para localizar, acessar, interpretar ou analisar os dados; e também sobre a dificuldade de encontrar os dados necessários no momento necessário; a falta de integração com a prática pedagógica; e, até mesmo, de fazer uso destes recursos. Estes relatos vêm ao encontro dos apontamentos apresentados por Da Silva et al (2012) que afirma que os professores, embora conheçam as ferramentas disponíveis nos LMS, fazem uso apenas no modo operacionalizado, sem o devido aprofundamento, Santana et al (2014) que discute sobre a subutilização das ferramentas disponíveis nos LMS e Santos et al (2019b) que informa sobre a baixa adesão de plugins analíticos por parte dos professores.

O déficit informacional identificado pode ocorrer devido à falta de sistemas adequados para a coleta, armazenamento e processamento de dados, ou mesmo, à falta de capacitação do corpo docente para o uso das ferramentas, à falta de integração entre diferentes plataformas e sistemas utilizados ou à falta de qualidade e consistência nos dados disponíveis. Em relação à sobrecarga de informação, os educadores enfrentam o desafio de identificar os dados relevantes, priorizar as informações mais importantes e encontrar maneiras eficientes de apresentar os dados de forma clara e compreensível. Entretanto, nem sempre há tempo e recursos suficientes, pois a análise de dados pode exigir recursos tecnológicos e de capacitação, que nem sempre estão disponíveis de forma adequada.

É notório que a falta de acesso a dados confiáveis e abrangentes, assim como, a ausência de recursos tecnológicos pode dificultar a análise e a tomada de decisões pedagógicas, entretanto, a interpretação dos dados também requer conhecimentos e habilidades específicas que muitos professores podem não ter a formação ou a experiência suficiente, o que pode dificultar a compreensão e a extração de insights significativos.

Diante deste contexto, se faz pertinente identificar as dificuldades encaradas ao tentar interpretar a situação ou as necessidades dos estudantes no momento de tomada de decisão pedagógica ao considerar os recursos tecnológicos disponíveis. Para tanto, ao serem questionados acerca desta dificuldade (Gráfico 9), 31 (49,2%) professores apontaram a falta de contato com o aluno, 15 (23,8%) destacaram a dificuldade com a plataforma, 14 (22,2%)

salientaram que dos dados apresentados são incompletos, 13 (20,6%) destacaram que estes dados são descontextualizados, além dos apontamentos referente a quantidade excessiva de alunos, falta de dados, dados não confiáveis, dados incompreensíveis, configuração de relatórios desfavoráveis, fragmentação de dados, falta briefing da turma a ser atendida para preparação de conteúdo de nivelamento, falta de interesse do aluno e falta de padronização e de definição clara do uso de material didático e da plataforma.

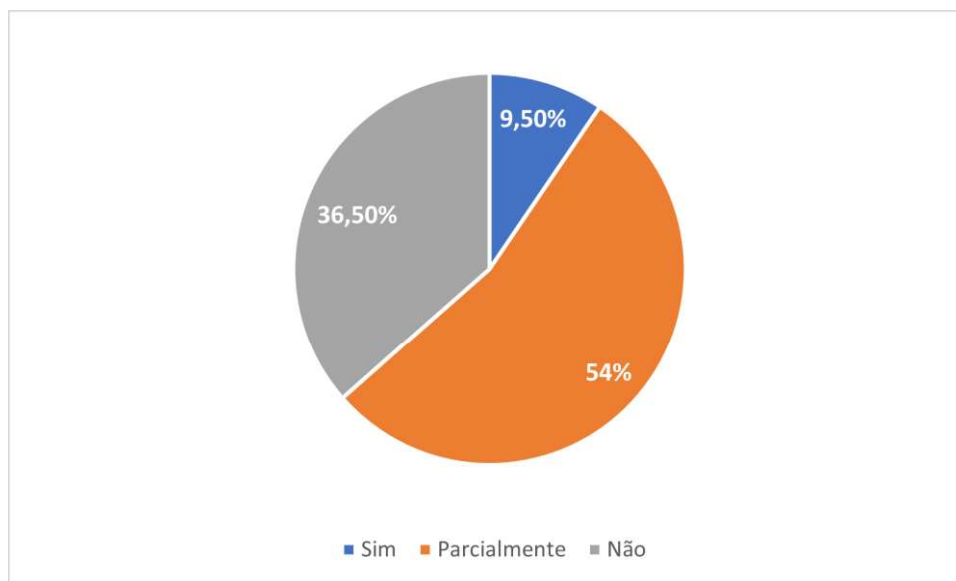
Gráfico 9: Dificuldades para identificar as necessidades dos alunos.



Fonte: Autoria própria.

As dificuldades apontadas corroboram com trabalhos desenvolvidos por Santos et al (2019b) e Paiva (2017). Para estes autores, os principais fatores que leva a estas dificuldades são a falta de conhecimento necessário por parte de professores e tutores, que os permitam obter e analisar os dados educacionais, assim como, o baixo acesso a tecnologias que favoreça a utilização destes dados no momento de tomadas de decisões pedagógicas. Neste contexto, os professores foram questionados sobre a eficiência das ferramentas utilizadas, e como resultado, eles apontaram que estes ambientes carecem de informações adicionais para o acompanhamento do desenvolvimento do aluno e para o melhor entendimento das informações apresentadas. O Gráfico 10 exibe este resultado.

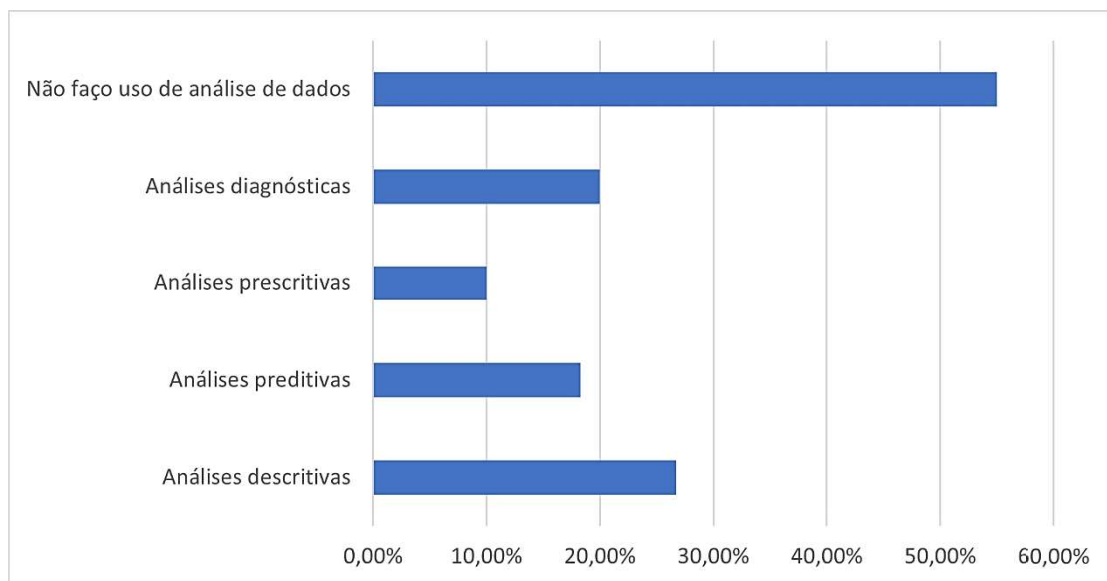
Gráfico 10: Satisfação com o ambiente.



Fonte: Autoria própria.

Ao considerar que apenas 6 (9,5%) professores classificam como eficiente o sistema de acompanhamento do desenvolvimento do aluno e que, adicionalmente, ambientes como o Moodle forneçam recursos nativos ou por meio de plugins que agregam valores ao sistema e adicionam novas funcionalidades, como ferramentas analíticas, que possibilita este acompanhamento de maneira mais abrangente, as respostas apontadas no questionário confirmaram que estes recursos ainda são pouco utilizados. O Gráfico 11 exibe esta utilização e constata que 33 (55%) dos professores não utilizam nenhum tipo de análise de dados. Observa-se, portanto, uma lacuna na utilização desses recursos, sugerindo que, embora as ferramentas estejam disponíveis, sua adoção e efetiva utilização pelos docentes ainda são limitadas. Ademais, não fica claro a partir das respostas dos participantes se os professores têm conhecimento sobre como realizar essa análise de dados de forma eficaz ou se enfrentam dificuldades na compreensão e aplicação dessas ferramentas analíticas disponíveis nos ambientes virtuais de aprendizagem. Tal constatação sugere a necessidade de oferecer suporte e capacitação aos docentes para que possam utilizar plenamente esses recursos e, assim, potencializar sua capacidade de análise e interpretação dos dados educacionais, contribuindo para uma tomada de decisão pedagógica mais embasada e eficiente.

Gráfico 11: Uso de ferramentas analíticas.



Fonte: Autoria própria.

Quando confrontadas as questões referentes ao uso de ferramentas analíticas e ao uso de dados gerados pelos LMS no apoio às tomadas de decisões pedagógicas, é observada uma variação, na qual, da totalidade de professores que utilizam os dados, mesmo que parcialmente, 42,3% não faz esta utilização de forma analítica. A Quadro 4 exibe os percentuais de docentes que utilizam os dados gerados pelos LMS e que fazem uso de ferramentas analíticas.

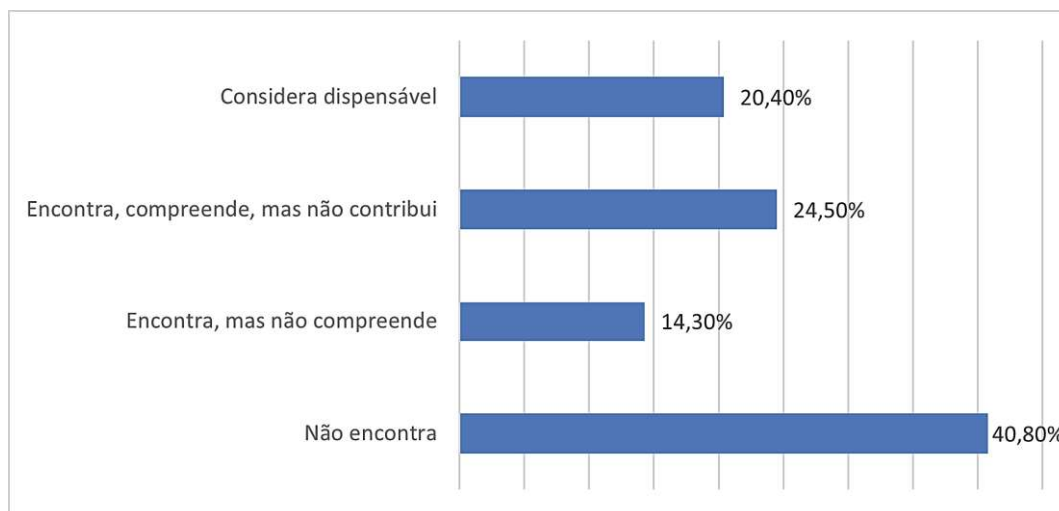
Quadro 4: Utilização de dados educacionais X Ferramentas analíticas.

Uso de Dados Educacionais	Uso de Ferramentas Analíticas
87,3%	45%

Fonte: Autoria própria.

Ao serem questionados sobre o motivo de não utilização destes dados em momentos de tomadas de decisão, 20 (40,8%) professores alegaram que não conseguem encontrar os dados úteis nos momentos necessários, 7 (14,3%) dizem que encontram os dados, mas não conseguem compreendê-los, 12 (24,5%) encontram e compreendem estes dados, mas não os consideram úteis para as tomadas de decisões pedagógicas e 16 (20,4%) optaram pela não utilização destes dados por não os considerar úteis (Gráfico 12).

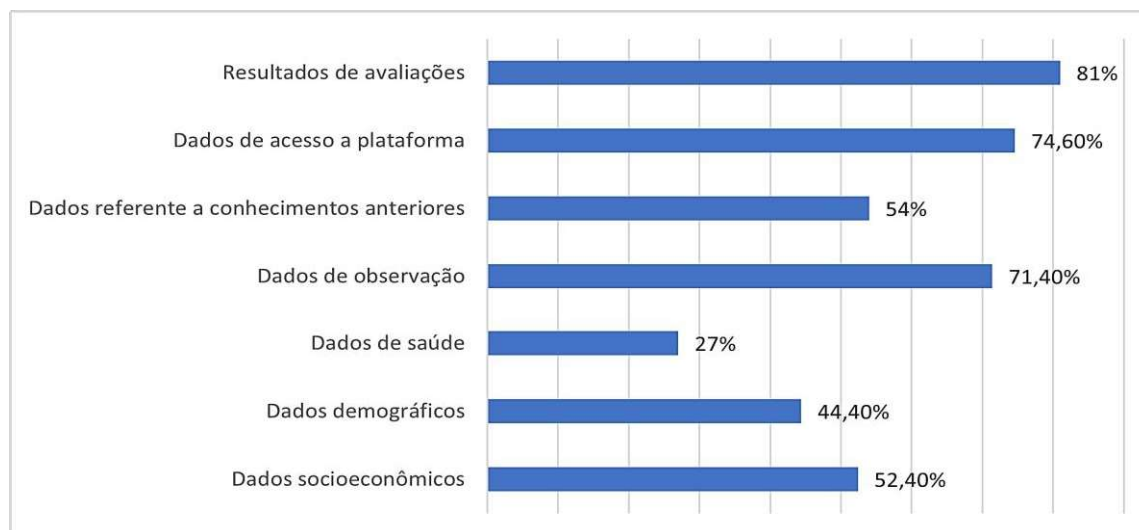
Gráfico 12: Motivo para a não utilização dos dados em tomadas de decisão.



Fonte: Autoria própria.

Foi questionado aos professores quais tipos de dados são considerados importantes para este apoio e eles apontaram os dados de avaliação e realização de atividades (81%), dados de acesso e interação com a plataforma (74,6%), dados de observação, ou seja, aqueles que são coletados por meio das interações (71,4%), dados socioeconômicos (52,4%), dados demográficos (44,4%) e dados de saúde (27%). Estes números podem ser vistos no Gráfico 13.

Gráfico 13: Dados considerados importantes.



Fonte: Autoria Própria

A partir desta resposta é possível constatar que diversos tipos de dados são considerados importantes para a obtenção de *insights* valiosos e para embasar tomadas de

decisões informadas por dados e este grau de importância pode variar de acordo com a instituição e o próprio educador. Os dados considerados relevantes identificados no questionário, ao incluir a interpretação de respostas abertas, são:

1. **Dados referente ao desempenho acadêmico:** Os dados obtidos a partir da realização de atividades, tarefas, avaliações e projetos são cruciais para compreender como os alunos estão progredindo em relação aos objetivos de aprendizagem. Esses dados podem incluir notas, pontuações, respostas individuais e resultados agregados da turma;
2. **Engajamento dos alunos:** Dados que possibilitam demonstrar a participação ativa e o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem. Pode-se considerar os dados sobre a frequência de acesso ao sistema, o tempo gasto na realização de atividades, a participação em fóruns, a interação com professores e tutores e a colaboração com outros alunos;
3. **Histórico de aprendizagem:** Os dados históricos de cada aluno possibilitam a compreensão da trajetória de aprendizagem e permite identificar padrões e tendências que podem ser utilizadas na adaptação de abordagens pedagógicas. Esses dados podem incluir resultados obtidos anteriormente e práticas adotadas em outras disciplinas ou cursos;
4. **Dados demográficos e contextuais:** A partir desse tipo de dados é possível identificar e compreender diferentes fatores que podem influenciar no processo de aprendizagem, no desempenho do aluno e, até mesmo, na prática pedagógica. Os dados demográficos podem incluir idade, gênero, origem étnica, nível socioeconômico, entre outros. Já os dados contextuais permitem compreender melhor o contexto do aluno e podem ser considerados informações referentes ao ambiente familiar e a disponibilidade de recursos.
5. **Dados de saúde:** Embora sejam dados sensíveis, são extremamente importantes para a avaliação de desempenho pedagógico de um aluno. Estes dados também têm potencial para influenciar o processo de aprendizagem, o desempenho do aluno e a prática pedagógica. Estes dados compreendem a

inclusão de laudos que possibilitam identificar os alunos como neurotípicos¹, neuroatípicos², neurodivergente³ e neurodiverso⁴. Entretanto, para manter e utilizar este tipo de dados em LMS é necessário considerar questões éticas, morais e legais.

Outro aspecto possível de ser compreendido, a partir da análise realizada, que não há um fluxo informacional formal e que existem diversos FI informais vivenciados pelos professores em ambientes de gestão de aprendizagem, inclusive ao considerar professores de uma mesma instituição, e cada um deles correspondem ao comportamento informacional individual e ao designer instrucional que traz características da cultura organizacional. Também foi possível constatar que estes docentes percebem o valor dos dados e compreendem o impacto deles nos processos de tomada de decisão, no entanto, ainda há limitações e dificuldades para a sua utilização. Outro ponto de destaque está no fato de que a necessidade informacional de cada docente é distinta e complexa, o que amplia a dificuldade em mapear um único FI de forma satisfatória, pois estas necessidades surgem diante de contextos e fatores diversos. Estas constatações vêm ao encontro do que foi apresentado por Wilson (2000), Valentim (2010), Santos e Valentim (2014), entre outros.

O estudo realizado permitiu a caracterização do fluxo informacional atual nos ambientes acadêmicos e nos processos de ensino e aprendizagem, conforme estabelecido no objetivo específico desta investigação. Observou-se uma diversidade de comportamentos entre os professores em relação ao uso de LMS, porém, subjacente a essa diversidade, há um padrão de fluxo informacional que se repete durante a utilização dessas plataformas. Essa representação do fluxo informacional padrão (Figura 6) é fundamental para uma compreensão ampliada dos sistemas de gestão de aprendizagem, permitindo visualizar como os elementos básicos desses ambientes se conectam e interagem.

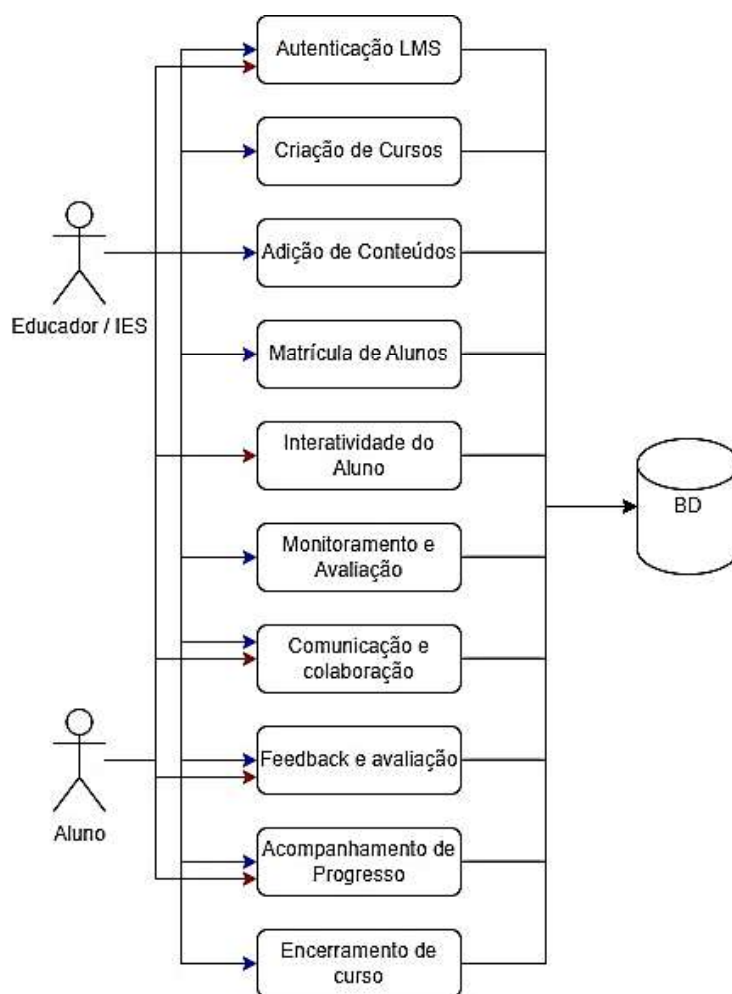
¹ Neurotípico refere-se às pessoas que apresentam desenvolvimento e funcionamento neurológico dentro dos padrões regulares.

² Neuroatípico é o termo utilizado para identificar pessoas com TEA (transtorno do espectro autista).

³ Neurodivergente refere-se a pessoas que apresentam alterações no funcionamento cognitivo, comportamental, neurológico e neuro anatômico como o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Síndrome de Tourette, Depressão, Dislexia, Esquizofrenia, entre outros

⁴ Neurodiverso é o termo referente a todas as composições neurológicas humana.

Figura 6: Fluxo Informacional Padrão.



Fonte: Autoria própria.

Uma análise crítica desse fluxo padrão revela possíveis limitações que podem impedir os docentes de aproveitar os dados disponíveis. Por exemplo, a falta de integração entre diferentes sistemas e fontes de dados pode dificultar a obtenção de uma visão abrangente do desempenho do aluno. Além disso, a estrutura de dados pode não ser adequada para capturar informações relevantes que vão além das interações dentro do LMS, como dados externos provenientes de secretarias acadêmicas ou interações entre docentes.

Portanto, para beneficiar plenamente os docentes, é necessário aprimorar e otimizar o fluxo informacional dos processos de monitoramento e acompanhamento do desempenho dos alunos. Isso pode incluir enriquecer a estrutura de dados com informações externas e oferecer suporte tecnológico adequado para coleta, tratamento e visualização eficazes desses

dados, a fim de subsidiar as tomadas de decisões pedagógicas de forma mais abrangente e informada.

Ao finalizar este capítulo, evidencia-se a complexidade e relevância do tema abordado, destacando os desafios enfrentados pelos profissionais do ensino no uso de dados educacionais para tomadas de decisões pedagógicas. As respostas e percepções compartilhadas revelaram necessidades significativas, como a dificuldade em identificar e atender às necessidades específicas dos alunos, promover interação e engajamento, avaliar o desempenho de forma autêntica e garantir uma experiência de aprendizagem eficaz. Estes resultados apontam para a importância de promover a conscientização sobre a análise de dados no contexto educacional, além de incentivar o desenvolvimento de políticas institucionais e soluções tecnológicas que apoiem os docentes nessa jornada. O próximo capítulo apresenta uma proposta de modelo de fluxo informacional, delineando as etapas do processo de tomada de decisão pedagógica e analisando as fases do ciclo de vida dos dados educacionais, com o intuito de aprimorar a eficiência e eficácia desse processo. Assim, a conexão entre as percepções dos professores e o contexto mais amplo do fluxo informacional será explorada, visando oferecer uma visão integrada e embasada para orientar as tomadas de decisões no ambiente educacional.

3. MODELO DE FLUXO INFORMACIONAL PARA TOMADA DE DECISÃO PEDAGÓGICA.

Este capítulo aborda conceitos relacionados ao fluxo informacional na educação, destacando sua importância para a produção e uso de informações e conhecimentos neste contexto. O fluxo informacional é essencial para o desenvolvimento educacional, pois facilita a circulação dos artefatos utilizados na análise e apoio às decisões pedagógicas, exigindo estratégias eficazes de organização. Além disso, são apresentados a proposta de um modelo de fluxo informacional para auxiliar a tomada de decisão pedagógica e seus componentes, incluindo módulos e protótipos de telas, destinados a otimizar o ambiente informacional e promover o desenvolvimento do fluxo. O capítulo abrange as etapas da metodologia DSR, desde a identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas até a proposição, projeto e desenvolvimento dos artefatos selecionados, com experimentações de algoritmos para uma compreensão mais aprofundada do fluxo informacional proposto.

No contexto da EaD, a relevância de um FI tem ganhado destaque, uma vez que os processos decisórios significativos necessitam de dados, informações e do conhecimento, conforme visto, sendo estes os principais artefatos para a comunicação efetiva entre todos os envolvidos nos processos educacionais e para a tomada de decisão pedagógica eficiente. Diante disso e ao considerar Garcia e Fadel (2010) que evidenciam que a comunicação e os processos decisórios são estabelecidos segundo os pressupostos culturais e são alimentados pelos fluxos informacionais, forma-se uma tríade composta por informação, fluxo e ação, que norteia a atividade pedagógica, pois a relação informação e fluxo informacional e o seu aproveitamento adequado como recursos de apoio e geração do conhecimento culminam em ações efetivas baseadas nos processos decisórios.

E neste cenário faz-se necessário estabelecer o conceito de Fluxo Informacional e alinhá-lo ao processo de tomada de decisão pedagógica informada por dados, elementos estes fundamentais para a construção do modelo de análise e especificação de processos informacionais. No contexto da tese, um modelo é definido como uma representação teórica e prática que estrutura e organiza o fluxo de informações e processos, permitindo a análise,

compreensão e otimização de sistemas educacionais. Este conceito é essencial para alcançar o objetivo desta pesquisa.

Diferentes pesquisadores de Informação dedicam seu tempo para compreender fluxos informacionais, pois conforme citado por Barreto (1998), a relação entre o FI e o público a quem o conhecimento é dirigido vem se modificando. Esta frase, embora escrita em 1998, se mantém extremamente atual ao considerar que novas formas para produzir e consumir informações estão sendo constantemente inseridas no cotidiano e essa modificação vem a ser o cerne da Ciência da Informação.

Para Barreto (1998, p.122), Valentim (2010) e Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021), o fluxo informacional refere-se a uma sucessão de eventos, de processos de mediação entre a geração da informação por uma fonte emissora e a aceitação da informação pela entidade receptora. Valentim (2010) complementa ao apresentar a compreensão de que os fluxos informacionais presentes nas organizações, sejam elas de ensino ou não, são produzidos pelas próprias pessoas e seus setores, em processos normalmente conduzidos a partir das atividades e tarefas desenvolvidas e decisões realizadas. A autora ainda destaca que por estes fluxos informacionais trafegam dados e informações de tal forma que permitem subsidiar a construção do conhecimento e, por consequência, apoiar ações. No contexto desta tese, estas ações são consideradas no âmbito da tomada de decisão pedagógica.

Rodrigues e Blattmann (2011) apresentam o FI como etapas que incluem os momentos de interação e transferência de informações entre um receptor e um emissor que, de acordo com Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021) ocorrem de modo natural no cotidiano das atividades realizadas em qualquer organização. Todas essas formas de apresentação do FI são contempladas na definição do conceito realizado por Garcia e Fadel (2010, p. 218):

“...um canal tangível ou intangível, formal ou informal, permanente ou esporádico, constante ou intermitente, constituído pela circulação de informações que fluem de uma determinada origem, geralmente um suporte/indivíduo, em sentido a um destino de armazenamento/processamento, podendo ocorrer a reversão desse fluxo até que os objetivos inicialmente estabelecidos sejam atingidos.”

Diante destes conceitos inicialmente apresentados é possível constatar que não há, de fato, elementos pré-determinados que constituem um fluxo informacional. Em consonância com a área educacional e a tomada de decisão pedagógica, Santos e Valentim (2014)

destacam que as concepções sobre FI no âmbito da Ciência da Informação se apoiam “na ideia central de que a informação se constitui em um elemento [mensagem] que percorre [fluxo] entre emissor e receptor”. Valentim (2010) também apresenta que não há ambiente informacional sem haver fluxos de informação e vice-versa. Os fluxos informacionais são estabelecidos e se desenvolvem conforme os ambientes aos quais eles pertencem, tanto em relação ao conteúdo como à forma de agir e comunicar-se, consequentemente, são inerentes aos saberes e fazeres de cada nível organizacional e estão relacionados à cultura de cada indivíduo.

Ao considerar esta individualidade, é possível compreender que o comportamento informacional apresenta bastante relevância para o estabelecimento do FI, visto que a partir da análise dele, pode obter-se uma maior compreensão em relação à necessidade informacional e permite trabalhar especificamente na recuperação da informação que satisfaz esta necessidade. Para Wilson (2000) o comportamento informacional refere-se a todo o comportamento humano, ativo e passivo, relacionado às fontes de informação, tanto no contexto da busca como da sua utilização.

A recuperação da informação, por sua vez, é abordada neste trabalho como um processo interdisciplinar que engloba a Ciência da Informação e a Ciência da Computação, com o objetivo de buscar, explorar e descobrir informações em repositórios de dados organizados para atender às necessidades dos usuários. Segundo Saracevic (1975) e Zhang (2008), a Recuperação de Informação vai além da simples identificação e armazenamento de dados, envolvendo o paradigma pós-custodial que prioriza o acesso eficiente à informação, considerando os usuários e suas interações como fundamentais para o projeto de sistemas informacionais. Nesse contexto, a interação dos usuários com os sistemas de recuperação é fundamental para a seleção de resultados relevantes, contribuindo para a tomada de decisões informadas por dados no campo da educação, conforme destacado por Vieira e Correa (2011) e Salcedo e Bezerra (2020).

As características até então apresentadas corroboram a afirmação realizada por Araújo, Silva e Varvakis (2017) que diz que o FI se refere a um processo de comunicação dinâmico, que pode ocorrer em diferentes ambientes informacionais e tem como principal

objetivo transmitir informação com valor agregado que subsidia tomadas de decisões nas mais complexas necessidades informacionais e possibilita a geração de conhecimento.

No contexto da EaD e, em especial, ao considerar a tomada de decisão pedagógica informada por dados oriundos de sistemas de gestão da aprendizagem, foco desta tese, o FI pode ser compreendido como a maneira como as informações circulam, são compartilhadas, processadas e apresentadas a seus usuários. Logo, envolve a coleta, o tratamento e transferência de dados, comunicação e interação entre os participantes dos atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem.

Valentim (2010) e Santos e Valentim (2014) delineiam a constituição dos FIs por três níveis organizacionais: estratégico, tático e operacional, cada um apresentando distintos níveis de complexidade. No nível estratégico, voltado para ações e decisões de médio e longo prazo, destina-se a um ambiente informacional que suporta políticas educacionais, planejamentos e tomadas de decisões estratégicas. No contexto educacional, esse nível utiliza indicadores educacionais para mensurar políticas e práticas pedagógicas, fundamentando a condução de futuras ações.

O nível tático, voltado para ações e decisões de médio e curto prazo, molda seu ambiente informacional conforme saberes e práticas, usando informações como insumos para atividades e decisões que visam o acolhimento do corpo docente e discente, atendendo às necessidades relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem. Por fim, o nível operacional, com ações e decisões de curto prazo, também possui um ambiente informacional, aplicado no contexto educacional à execução de atividades e tarefas focadas no desenvolvimento e acompanhamento dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem ativa, demandando habilidades específicas alinhadas à sociedade da informação.

Valentim (2010) também caracterizou os fluxos informacionais como formais (estruturados) ou informais (não-estruturados). Estas características foram utilizadas pelos autores Garcia e Fadel (2010), Coneglian, Santos e Casarin (2010), Santos e Valentim (2014), Inomata, Araújo e Varvakis (2015) e Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021). Os FIs formais originam-se de atividades repetitivas no ambiente organizacional, respaldadas por normas e

procedimentos específicos. Essas atividades, documentadas em suportes digitais ou físicos, circulam por meios estabelecidos, como malotes, correio, sistemas de informação, entre outros, e são geridas por diversos profissionais encarregados da organização, tratamento e disseminação das informações, visando facilitar seu acesso e uso efetivo. Já os fluxos informais ou não-estruturados são caracterizados pela sua invisibilidade e surgem das experiências individuais ou coletivas dos sujeitos organizacionais. Sustentados pela aprendizagem organizacional e pelo compartilhamento de conhecimento entre as pessoas, raramente são registrados e circulam por meios não oficialmente estabelecidos. A gestão do conhecimento nesse tipo de fluxo é responsabilidade de todos os membros da organização, demandando uma cultura organizacional que favoreça o compartilhamento de vivências e experiências, o que nem sempre é facilmente alcançado (VALENTIM, 2010).

Ademais, Valentim (2010) ressalta ainda que os FI também podem percorrer vários setores em um mesmo nível hierárquico ou de níveis hierárquicos diferentes, o que caracteriza os fluxos horizontais e verticais, respectivamente. Da mesma forma há os FI que transcorrem organizações distintas, na qual, formam-se os fluxos transversais. Para a autora, os fluxos formais e informais podem ocorrer de forma horizontal, vertical e transversal, sendo que o primeiro acontece por meio de interações formalizadas e sistematizadas nos ambientes organizacionais.

Para Santos e Valentim (2014) e Garcia e Fadel (2010) nem sempre os fluxos informacionais estão disponíveis no formato e no tempo adequado para as ações organizacionais. Desta forma, ressalta-se a importância em ter uma gestão voltada para o FI, de tal maneira que possa favorecer a geração de novos conhecimentos e, no contexto da EaD e do ensino híbrido, aprimorar os processos de ensino e aprendizagem e facilitar o acompanhamento do desenvolvimento do aluno.

A gerência dos FI requer o desenvolvimento de ações integradas que possibilita coletar, selecionar, tratar e filtrar dados, prospectar e comunicar informações com base nestes dados. Para tanto, os dados podem ser considerados a partir de diversas fontes e formatos, produzidos interna ou externamente e o seu processamento pode ocorrer por meio de diferentes recursos tecnológicos ou não. Entretanto, ao considerar o contexto da EaD e os

LMS, o uso de tecnologias que possibilitam o tratamento e a manipulação adequada destes dados é indispensável e, no rol destas tecnologias, destaca-se os recursos de aprendizagem de máquina que favorecem a prospecção do desempenho dos alunos e, consequentemente, auxiliam nas tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados.

Ao considerar as características apresentadas, entender que os FI são processos variáveis dependentes de aspectos influenciados que neles incidem e a importância da gestão voltada para o FI, assim como, do desafio de modelar estes FI para os processos de ensino e aprendizagem, buscou-se na literatura estudos que apresentam modelos de FI aplicados em ambientes informacionais. No primeiro momento considerou-se apenas o contexto da educação e não foram encontrados resultados. Então ampliou-se o escopo para modelos de FI em contextos organizacionais visando respaldar a criação do modelo de fluxo informacional proposto neste estudo para auxiliar a tomada de decisão pedagógica, levando em conta a complexidade do contexto educacional. A próxima seção detalha os modelos de fluxos informacionais encontrados na literatura e sua relevância para esta tese.

3.1. Modelos de Fluxos Informacionais

Durante a busca e análise de estudos que apresentam modelos de Fluxo Informacional aplicados em ambientes informacionais, torna-se evidente que esses modelos são concebidos com base na particularidade de cada realidade organizacional. Essa constatação já foi apontada em pesquisas por Santos e Valentim (2014), Araújo e Varvakis (2015) e Almeida, Biaggi e Vitoriano (2021). Contudo, é possível identificar modelos que podem ser adaptados e, em alguns casos, combinados de acordo com as peculiaridades de cada instituição. Diversos estudos na literatura revelam modelos diferenciados de fluxos informacionais, e entre eles, quatro foram selecionados por apresentarem possibilidades de serem aplicados para o contexto educacional e atender o objetivo desta tese. Esses modelos influenciam a proposta do FI para a gestão da aprendizagem com perspectivas informacionais, permitindo a compreensão das estruturas e processos de gerenciamento de informações para otimizar a tomada de decisão pedagógica.

O primeiro modelo considerado é proposto por Davenport e Prusak (2004) e representa a cooperação entre os atores envolvidos no FI. Para os autores a cooperação é o principal elemento para que a informação possa circular em uma organização. Logo, neste modelo as pessoas passam a serem os principais elementos do FI e são responsáveis pela circulação do conhecimento na organização. Este processo é dividido em quatro fases distintas que possuem caráter linear, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7: Fluxo informacional: Modelo Davenport.



Fonte: Davenport e Prusak (2004)

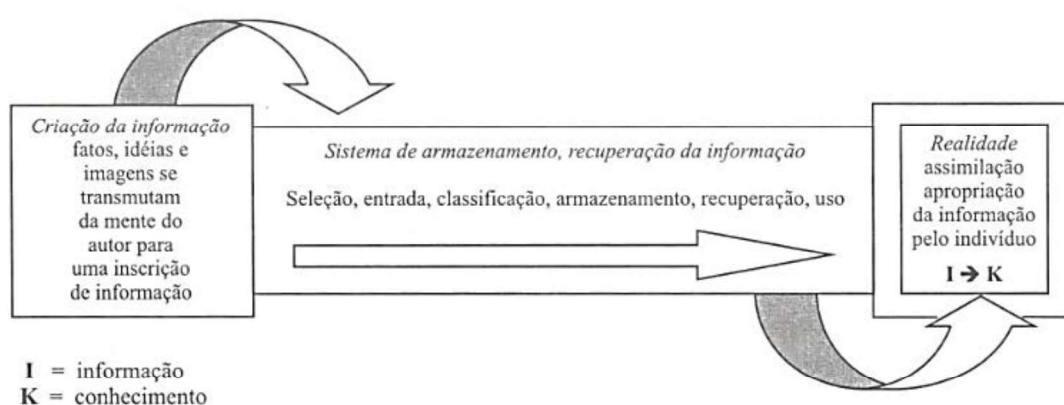
Na primeira fase – Determinação das exigências – são definidas a finalidade e as informações necessárias a partir da identificação do problema informacional. Na fase de obtenção se estabelece e implanta as estratégias de busca da informação. Nesta fase é necessário considerar o maior número de fontes de informação possíveis e ela se caracteriza por ser um processo contínuo. A fase de distribuição se refere ao compartilhamento da informação obtida no contexto da organização e ela tem o objetivo de suprir as necessidades informacionais de todos os indivíduos. Para que esta distribuição seja eficaz é necessário considerar os problemas informacionais existentes na organização. Por fim, a fase de utilização define o uso da informação. Esta fase refere-se a um processo cognitivo que abrange a recepção da informação, sua compreensão ou entendimento e a sua transformação em conhecimento para ser utilizado nas tomadas de decisão (DAVENPORT, PRUSAK; 2004).

É importante destacar a ênfase na cooperação e a consideração do maior número de fontes de informações possíveis como aspectos positivos do modelo proposto por Davenport e Prusak (2004) no contexto da educação. Esses elementos podem ser proveitosos para o FI da gestão de aprendizagem com perspectivas informacionais, pois considerar a cooperação como um fator extremamente relevante pode contribuir significativamente para as tomadas

de decisões pedagógicas, assim como, obter dados de um maior número de fontes possíveis pode ampliar a compreensão da situação de cada aluno. Entretanto, o modelo apresenta algumas limitações em sua concepção ao considerá-lo para o contexto educacional. O modelo é estruturado de maneira linear, o que não se adequa à natureza dinâmica da educação, uma vez que esta área está constantemente gerando novos dados e demandando novas interações. Apesar disso, é possível aproveitar sua abordagem colaborativa e sua fonte de dados variadas como recursos valiosos para otimizar o fluxo de informações no contexto educacional.

O modelo de Barreto (2002b) exibe uma representação para fluxos internos e externos e sustenta a representação com base nas teorias da CI. Em sua proposta (Figura 8), o autor apresenta a criação da informação e a assimilação da mesma pelo receptor, nas extremidades esquerda e direita, respectivamente. No espaço intermediário encontram-se os recursos informacionais que são mantidos a partir de dois critérios, sendo o critério da TIC e da CI. O primeiro visa possibilitar o melhor e maior acesso à informação disponível e o segundo intervém para qualificar este acesso em termos de competência e assimilação informacional. Nesta perspectiva são considerados os fluxos externos (extremidades) que exemplifica a ação do fenômeno de transformação entre a linguagem de pensamento do emissor e o conhecimento elaborado pelo receptor em sua realidade.

Figura 8: Fluxo Informacional: Modelo Barreto.



Fonte: Barreto (2002b).

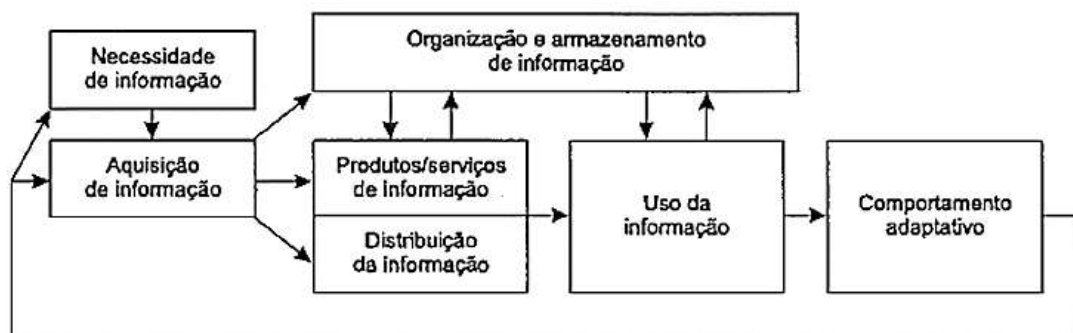
Barreto (2002b) enfatiza a criação de valor a partir da informação, considerando aspectos cognitivos e organizacionais, o que se revela relevante no contexto da tomada de

decisão pedagógica para atender às necessidades específicas dos agentes educacionais. Seu modelo, baseado nas teorias da Ciência da Informação, enfatiza a assimilação da informação pelo receptor e sua influência na tomada de decisão. Além disso, o autor ressalta a necessidade de considerar critérios específicos das TICs e da CI para garantir um acesso eficaz e qualificado à informação. Ao adaptar esse modelo ao ambiente educacional, é essencial considerar as particularidades desse contexto, como a diversidade de perfis de alunos, de professores e a dinâmica da aprendizagem.

Para uma adaptação eficaz do modelo de Barreto ao contexto da tomada de decisão pedagógica, é fundamental levar em conta as interações entre os diversos atores educacionais e as especificidades do processo educativo. Isso implica em ajustar a ênfase na criação de valor da informação para incluir mecanismos de avaliação da eficácia das decisões tomadas e do impacto das intervenções pedagógicas. Além disso, a estrutura do modelo pode ser modificada para refletir as etapas específicas do processo de tomada de decisão na educação, como a análise de dados, a definição de estratégias e a implementação de ações.

O modelo de Choo (2006) mantém um fluxo contínuo de informação entre a criação de significado, a construção do conhecimento e a tomada de decisão. Este fluxo resulta na possibilidade da utilização da informação elaborada em uma etapa, nas demais etapas. Para o autor é necessário idealizar processos que compreendem a coleta, processamento, organização, distribuição e utilização da informação, por meio de um ciclo contínuo de seis etapas correlatas, exibidas na Figura 9, sendo: 1) Identificação das necessidades de informação; 2) Aquisição da informação; 3) Organização e Armazenamento da informação; 4) Desenvolvimento de produtos e serviços de informação; 5) Distribuição da informação; 6) Uso da informação.

Figura 9: Fluxo Informacional: Modelo Choo.



Fonte: Choo (2006 p. 404)

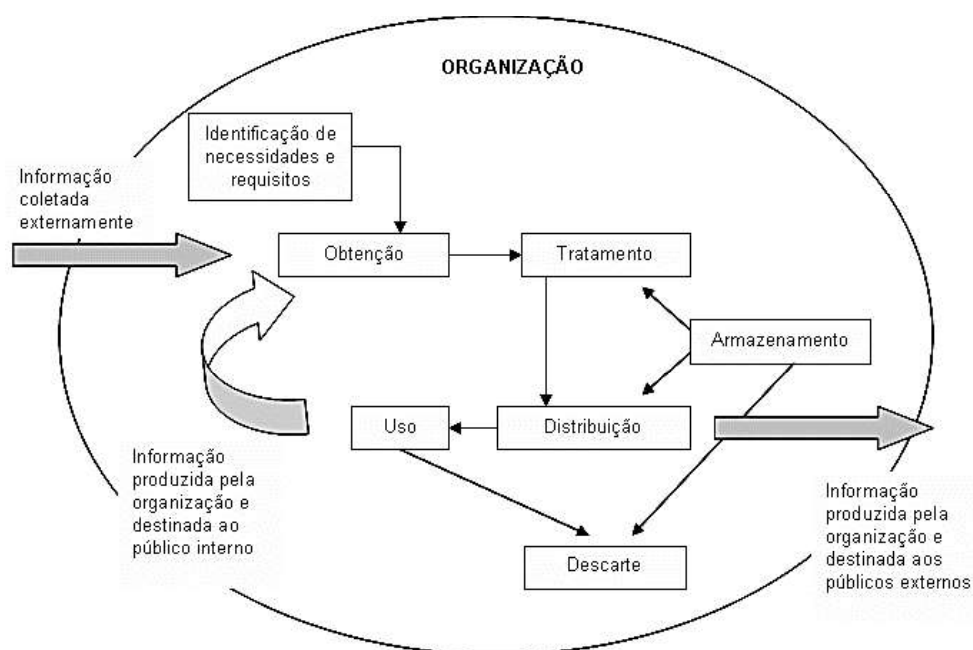
Conforme elucidado por Choo (2006), o resultado do uso eficiente da informação é o comportamento adaptativo, ou seja, a seleção e execução de ações dirigidas para os objetivos, que podem ser compreendidas, no contexto desta tese, como tomadas de decisões informadas por dados, também reagem às condições do ambiente. As reações de um indivíduo interagem com as ações dos outros, o que ocasiona em novos sinais e mensagens, mantendo desta forma, novos ciclos de uso da informação. Assim, no contexto da tomada de decisão pedagógica, esse modelo pode ser aplicado ao considerar a importância da utilização eficiente da informação para a seleção e execução de ações dirigidas para os objetivos, que podem ser compreendidas como tomadas de decisões informadas por dados.

Ao adaptar o modelo de Choo para a tomada de decisão pedagógica, é importante considerar as particularidades do ambiente educacional, como a natureza dinâmica da aprendizagem, a diversidade de perfis de alunos e a interação entre os atores envolvidos no processo educativo. Nesse sentido, o modelo pode ser ajustado para incluir critérios específicos da educação, como a necessidade de personalização das informações para atender às necessidades individuais dos alunos e a importância da ética e privacidade dos dados.

Por outro lado, alguns elementos do modelo original podem precisar ser desconsiderados ou adaptados para melhor se adequar à realidade da tomada de decisão pedagógica. Por exemplo, a linearidade das etapas do modelo pode ser flexibilizada para permitir a retroalimentação e a revisão contínua das decisões pedagógicas. Além disso, a ênfase na utilização da informação pode ser complementada com a inclusão de mecanismos de avaliação da eficácia das decisões tomadas e do impacto das intervenções pedagógicas.

O modelo proposto por Beal (2007) apresenta um fluxo informacional composto por sete etapas (Figura 10). A primeira etapa consiste na identificação das necessidades informacionais da organização ou do indivíduo, na sequência inicia-se a etapa de obtenção, onde são realizadas as atividades de coleta de informações provenientes de fontes internas ou externas. A etapa de tratamento refere-se ao processo de organização, que tem por objetivo tornar os dados acessíveis aos usuários. Após a organização ocorre a distribuição que visa direcionar a informação conforme as necessidades dos usuários. A quinta etapa, considerada pela autora como a mais importante, concerne no uso da informação, na qual, possibilita combinar informações e promover o surgimento de novos conhecimentos. A etapa de armazenamento assegura a conversão dos dados e informação e possibilita a sua reutilização. Por fim, a última etapa prevê o descarte da informação que tem por objetivo garantir a eficiência da localização da informação necessária.

Figura 10: Fluxo Informacional - Modelo Bel.



Fonte: Bel (2007).

Assim como ocorre no modelo proposto por Choo (2006), a proposta realizada por Beal (2007) considera ambientes organizacionais, e sua aplicação direta na educação pode não considerar todas as particularidades e complexidades desse campo, no qual, os processos de ensino e aprendizagem e tomada de decisão são diferentes de uma organização tradicional. No contexto da tomada de decisão pedagógica, esse modelo pode ser aplicado ao enfatizar a

importância da identificação das necessidades informacionais dos agentes educacionais e dos alunos, bem como a necessidade de tratamento e distribuição adequados das informações.

Ao considerar a etapa de obtenção, é relevante destacar que essa etapa é favorecida pela cooperação entre os diferentes atores envolvidos, entretanto, no contexto educacional, estes atores podem participar de diferentes níveis hierárquicos, o que leva a necessidade do processo de obter dados e informações de maneira horizontal e vertical, perpassando por diferentes arranjos estruturais, a variar de acordo com a estrutura organizacional da IES. Da mesma forma que ocorre no modelo proposto por Choo (2006), esta obtenção, assim como as fases de distribuição e uso, deve considerar questões éticas, morais e legais, de forma a garantir a segurança e a privacidade dos dados. A colaboração entre esses grupos pode viabilizar a coleta de informações relevantes e abrangentes, o que permite compreender as necessidades informacionais específicas de cada aluno, levando em conta suas particularidades e características individuais.

Os modelos apresentados possuem características similares e viés específicos que podem favorecer um FI de um ambiente educacional que auxiliam as tomadas de decisão informada por dados. A combinação e adaptação dos modelos propostos por Davenport e Prussak (2004), Barreto (2002b), Choo (2006) e Bel (2007) resulta em um modelo de fluxo informacional que abrange as particularidades de cada abordagem, potencializando suas contribuições e superando suas limitações.

Ao combinar esses modelos, é possível incorporar a ênfase na cooperação e na circulação abrangente da informação proposta por Davenport e Prussak (2004). Essa cooperação entre os diversos atores educacionais, como alunos, professores e gestores, permite que a informação flua de forma mais eficiente e abrangente dentro da instituição educacional. A perspectiva mais cognitiva de Barreto (2002b) pode agregar valor à informação, tornando-a mais relevante e adequada às necessidades específicas dos receptores, contribuindo para um processo de construção de conhecimento mais significativo.

A perspectiva de comportamento adaptativo presente no modelo de Choo (2006) pode ser aproveitada para garantir que a informação seja direcionada de forma eficiente para os receptores, considerando suas necessidades e objetivos, tornando o fluxo informacional mais

dinâmico e adaptável. E o modelo proposto por Beal (2007) pode ser utilizado para enfatizar a importância da identificação das necessidades informacionais, tratamento e distribuição adequados das informações, adaptando a estrutura para refletir as particularidades do ambiente educacional e considerando a importância da avaliação e monitoramento contínuo das decisões tomadas.

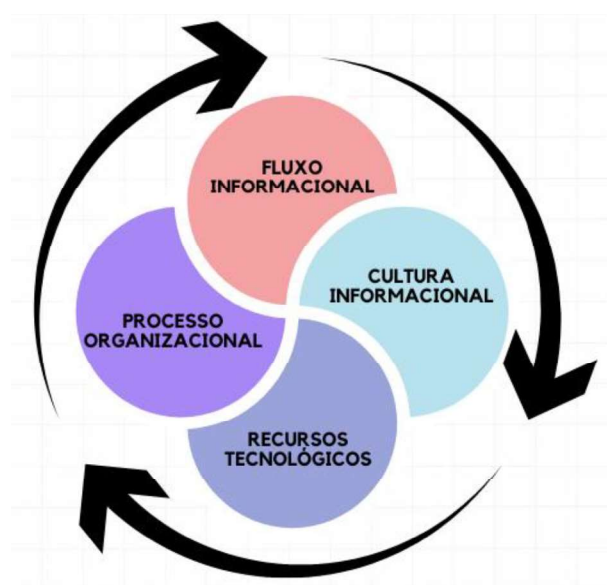
Com essa união e adaptações dos modelos, é possível criar um fluxo informacional que favoreça a tomada de decisão pedagógica, que seja adaptativo e alinhado às necessidades e características do contexto educacional. Essa abordagem integrada permite melhorar a qualidade do processo de tomada de decisão pedagógica, promover uma gestão eficiente de dados e informações, e potencializar o uso estratégico da informação para aprimorar o espaço educacional como um todo. Nesse sentido, considerando a metodologia DSR, que preconiza o desenvolvimento iterativo e participativo de soluções, a próxima seção apresenta o modelo de fluxo informacional EduFlow proposto nesta tese. Essa apresentação faz parte do processo de desenvolvimento e validação de soluções destinadas a atender às demandas específicas do espaço educacional.

3.2. O Modelo De Fluxo Informacional para Auxiliar a Tomada de Decisão Pedagógica EduFlow

A presente seção apresenta o modelo de fluxo informacional para auxiliar a tomada de decisão pedagógica EduFlow, sob a perspectiva informacional. Nesta etapa, são abordadas as fases de identificação dos artefatos e configuração das classes de problema, bem como a proposição dos artefatos, de acordo com o método planejado, fundamentado na metodologia DSR. O modelo visa estabelecer um fluxo contínuo e otimizado de informações que possam subsidiar tomadas de decisões pedagógicas em espaços educacionais, destinado aos professores que atuam na EaD. A concepção deste modelo leva em consideração a natureza dinâmica do contexto educacional e a importância de proporcionar acesso, compartilhamento e utilização eficiente das informações relevantes para os atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem. Desta forma, o modelo de fluxo informacional EduFlow interage (Figura 11) com a cultura informacional, os recursos tecnológicos e o processo organizacional.

A cultura informacional influencia a forma como o FI é concebido, adaptado e utilizado, ou seja, o seu ciclo de vida. Neste contexto, reafirma-se então que o FI precisa estar alinhado com a cultura informacional para garantir uma troca efetiva de informações e deve estar adequado ao contexto institucional. Os recursos tecnológicos complementam essa estrutura ao auxiliar os processos educacionais, facilitando a coleta, organização, compartilhamento, distribuição e análise das informações relevantes para os processos de ensino e aprendizagem. Já o processo organizacional permite incluir etapas e procedimentos estabelecidos para as tomadas de decisões pedagógicas, de forma a favorecer metas de aprendizagem previamente definidas. Adicionalmente, quando o FI está bem definido em ambiente educacional, ele possibilita a retroalimentação e a adaptação do processo de aprendizagem com base nas informações coletadas, contribuindo para a construção de confiança e habilidade nos agentes educacionais no uso de dados

Figura 11: Interação entre Fluxo Informacional, Cultura Informacional, Recursos Tecnológicos e Processo Organizacional.



Fonte: Autoria própria.

Construir a confiança necessária para o uso de dados como apoio às tomadas de decisões pedagógicas, refere-se a estabelecer uma cultura informacional, na qual essas decisões passam a ser baseadas em declarações descritivas sobre uma variedade de fontes de dados. Diante disto, constata-se a necessidade de definir diretrizes e artefatos que fomentem uma cultura informacional, que visa ampliar e fortalecer a produção coletiva de

conhecimentos, baseado em dados, relativos às necessidades educacionais entre docentes e que apoie as tomadas de decisões pedagógicas.

Esta perspectiva informacional requer elementos indispensáveis como a interação, o diálogo e a comunicação entre os atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, além do acesso à informação e a diversificação de dados por parte tomadores de decisões pedagógicas e a atuação deles. Esses elementos se relacionam com o conceito de recuperação e de utilização da informação para fundamentar as tomadas de decisões. Diante disto, a arquitetura informacional de ambientes educacionais pode ser potencializada a partir das necessidades dos atores envolvidos por meio de recursos informacionais e canais de comunicação que ofereçam suporte para a análise dos dados e interações.

Com base no contexto supracitado e ao considerar a tríade da arquitetura de dados proposta por Torino (2023), que apresenta os princípios de Forma, Utilidade e Robustez, na qual a autora considera “como Forma os aspectos sintáticos e semânticos relacionados aos dados, cuja Utilidade se materializa no uso e reuso dos dados em diferentes ambientes informacionais digitais e sistemas de informação, por meio da Robustez das tecnologias e técnicas empregadas”, propõem-se o modelo de Fluxo Informacional EduFlow para apoiar tomadas de decisões, orientada pela perspectiva informacional para suporte a rotinas tecnológicas de verificação e análise dos processos de ensino e aprendizagem, destinado ao corpo docente. Esse modelo visa a melhoria da consciência situacional de tomadores de decisões pedagógicas.

O objetivo dessa proposta é estabelecer maneiras sobre como os dados, oriundos dos sistemas de gestão acadêmicos, sistemas de gestão de aprendizagem e de fontes externas a estes ambientes, são coletados, processados, armazenados, compartilhados, apresentados, utilizados e reutilizados, fazendo-se valer da estratégia D3M.

Para tanto, o modelo estabelece uma rotina de fluxo informacional cujos resultados dão suporte e parametrizam as atividades de tomadores de decisões pedagógicas na construção do conhecimento situacional. Para a sua concepção foram considerados a estruturação do processo de tomada de decisão apresentado por Correia Neto e Marques (2020), abordado no capítulo 2, e os modelos propostos por Davenport e Prusak (2004),

Barreto (2002b), Choo (2006) e Beal (2007), assim como, o modelo de processamento da informação Performi, apresentado por Santos (2023), cada qual com sua contribuição específica.

O FI é estabelecido por meio de relações de colaboração informacional e caracterizado pela cultura informacional dos usuários. A colaboração ocorre na medida em que as trocas informacionais são desenvolvidas. Desta forma, a informação gerada ou apresentada pelas pessoas envolvidas no processo educacional, durante a consolidação da cultura informacional, pode seguir o ciclo do FI.

Ao levar em conta as características dinâmicas e multifacetadas dos ambientes educacionais, assim como, suas peculiaridades, o modelo de FI considera atuar no nível operacional, tendo como foco auxiliar os professores, por entender que é neste nível que ocorrem as tomadas de decisões pedagógicas de curto prazo, que visam melhorar o engajamento dos alunos. No contexto deste trabalho, a atuação de professores compreende o nível operacional. Este modelo apresenta uma abordagem iterativa, pois considera a retroalimentação, ou seja, as informações geradas em uma etapa podem ser consideradas nas etapas seguintes. Possui característica estruturada, na qual, cada fase pode ser adaptada conforme as especificidades da instituição, o que resulta em um fluxo informacional formal com atuação vertical e horizontal.

No contexto do modelo EduFlow, as decisões pedagógicas podem ser enquadradas em diversas categorias, conforme a classificação de Silva(2015), apresentada na Quadro 1. Primeiramente, quanto ao grau de familiaridade, na qual, as decisões variam entre programadas e não programadas, dependendo da regularidade e previsibilidade dos cenários educacionais enfrentados. Por exemplo, decisões sobre métodos de ensino podem ser programadas, enquanto intervenções para casos atípicos de aprendizado requerem decisões não programadas. Em relação à natureza, as decisões no modelo EduFlow são predominantemente operacionais, permitindo que os professores tomem medidas interventivas, baseadas na análise de dados dos alunos. Essas decisões são focadas em ações imediatas e pragmáticas, que podem afetar a experiência educacional dos alunos, como a adaptação de métodos de ensino ou a oferta de suporte adicional para estudantes que

apresentam dificuldades. Entretanto, o modelo EduFlow também suporta decisões estratégicas e administrativas que alinham as práticas pedagógicas com os objetivos ao longo prazo da instituição educacional, podendo envolver, por exemplo, a formulação de políticas e o planejamento curricular ou metodológico que transcende o cotidiano operacional. Quanto ao grau de participação as decisões podem ser tanto individuais, tomadas pelo professor, quanto coletivas, envolvendo múltiplos *stakeholders* no ambiente educacional. Por fim, quanto ao tipo de resultado, o objetivo do modelo EduFlow é facilitar decisões otimizadas, fazendo uso de dados e análises que permitem maximizar os resultados educacionais e melhorar a qualidade do ensino, ampliando a performance dos alunos, embora, estas decisões possam ser apenas satisfatórias, considerando as limitações contextuais e de recursos.

Dentre as principais capacidades do modelo de FI, estão mecanismos para:

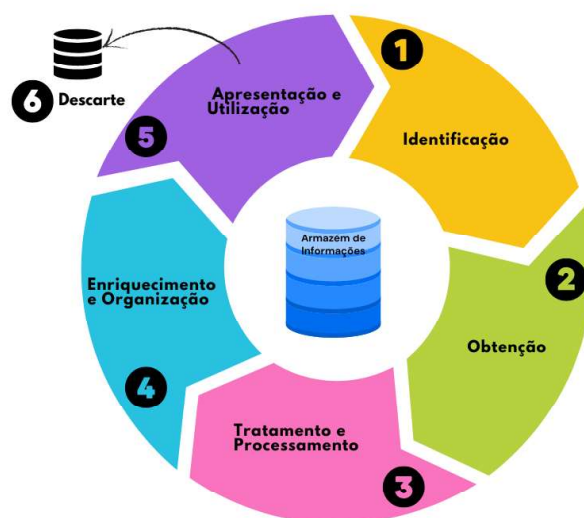
- Estruturar os processos decisórios educacionais dirigidos por dados, de forma a otimizar os processos informacionais e fornecer subsídios para agentes educacionais tomarem decisões pedagógicas mais informadas;
- Fomentar uma cultura informacional para apoiar tomadas de decisões educacionais informada por dados;
- Suportar que os professores consumidores possam usufruir da informação situacional qualificada para amplificar sua percepção e entendimento, orientar-se e apoiar tomadas de decisões educacionais;
- Oferecer previsões / *insights* que apontem necessidades de intervenções pedagógicas;

O modelo de FI EduFlow, exibido na Figura 12, apresenta seis módulos gerenciáveis, não obrigatoriamente sequenciais, composta por processos internos, que mostram uma maneira disciplinada de trabalhar com dados e visa orientar os professores tomadores de decisão em seu trabalho diário. Este modelo suporta a complexidade imposta em espaços educacionais que geram dados continuamente e por diversas fontes (distribuídas, computacionais ou não), em formatos variados e com constantes atualizações informacionais que promovem a evolução da informação situacional gradativamente. Estes módulos são: “Identificação das necessidades informacionais”, “Obtenção de dados e informações”,

“Tratamento e processamento dos dados”, “Enriquecimento e organização da informação”, “Apresentação, utilização e reutilização” e “Descarte”.

O modelo EduFlow adota uma abordagem cíclica, não sequencial, que permite sua flexibilidade e adaptabilidade às necessidades dos professores. Cada módulo do modelo de Fluxo Informacional possui pontos de entrada independentes e pode ser parametrizada interativamente. Em cada etapa, são realizados processos internos específicos, que visam auxiliar os professores a se tornarem confiantes e habilidosos no uso dos dados. O modelo oferece suporte para aquisição, processamento e representação de informações completas e parciais, com o objetivo de contribuir para as tomadas de decisões pedagógicas e promover a participação ativa dos professores na melhoria contínua do processo. Essa abordagem iterativa e interativa garante um processo completo que permite o refinamento contínuo das análises e das decisões no contexto educacional.

Figura 12: FI para a gestão da aprendizagem orientada pela perspectiva informacional.



Fonte: Autoria própria.

3.2.1. Visão geral do modelo de FI

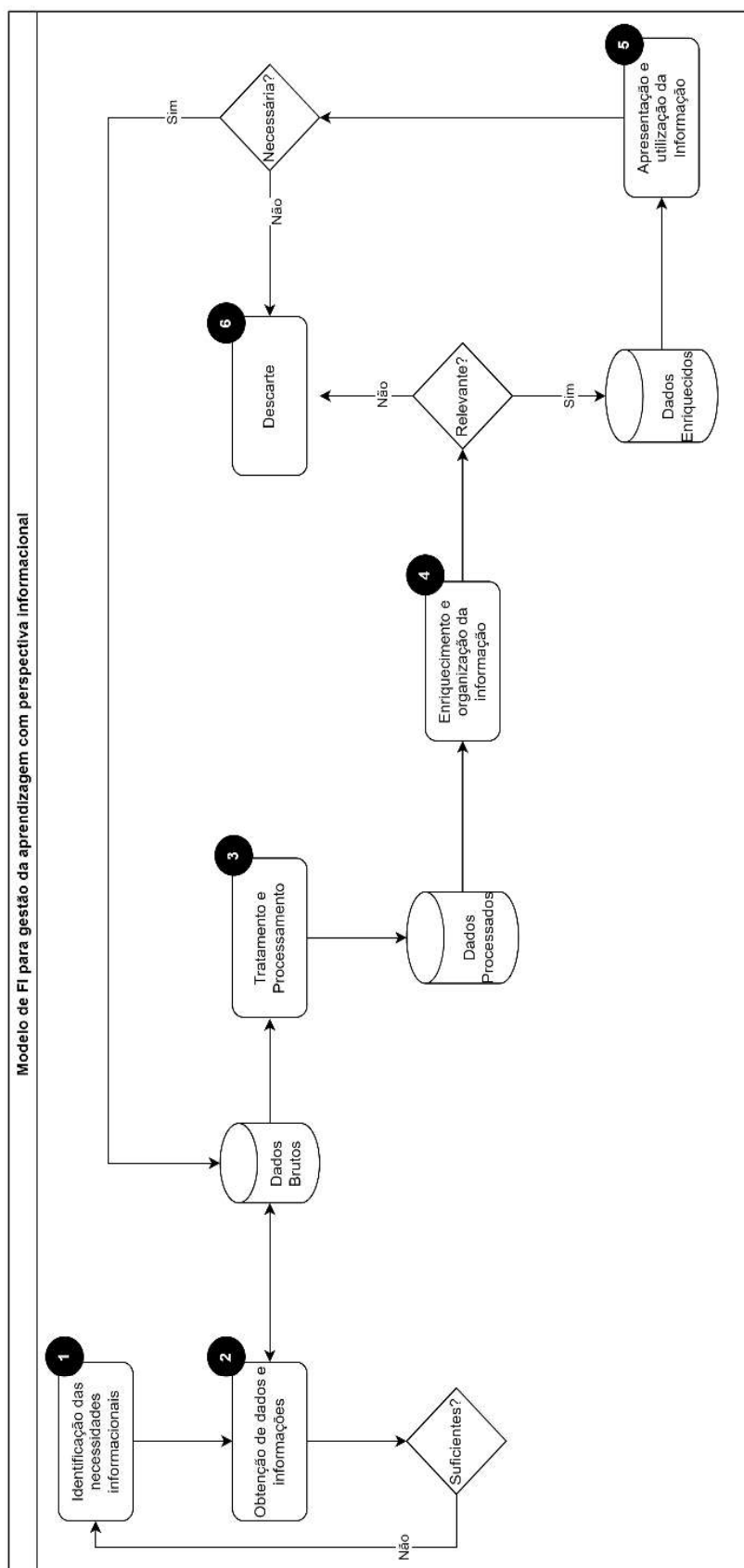
Esta seção apresenta a visão geral (Figura 13) do modelo de FI EduFlow e compreende uma síntese das etapas deste modelo, anteriormente descritas. O modelo EduFlow é

apresentado de forma integrada, enfatizando a interconexão entre os seis módulos que compõem o fluxo informacional. O objetivo é proporcionar uma visão holística e coesa do processo de gestão da aprendizagem, desde a identificação das necessidades informacionais até a tomada de decisão pedagógica, com ênfase na utilização efetiva de dados e informações para promover a melhoria contínua do ensino e aprendizagem.

Adicionalmente, destaca-se que tanto a visão geral quanto a representação específica de cada etapa do modelo de fluxo informacional, apresentadas nas seções subsequentes, estão em um nível de abstração teórico, que tem como objetivo fornecer a base para a construção do artefato computacional que visa auxiliar a realização do modelo, proporcionando suporte prático e eficaz na execução das atividades propostas. O modelo de FI busca favorecer a adoção de práticas informacionais estratégicas e embasadas, de forma a garantir a maximização do valor da informação e o apoio decisório fundamentado.

Os seis módulos apresentados na Figura 13 são inter-relacionados, estruturados de forma a refletir os dois estágios principais do processo de tomada de decisão descritos por Daft (2002) e desempenham papéis estratégicos nos processos de ensino e aprendizagem. O módulo inicial, Identificação das Necessidades Informacionais, estabelece a base ao identificar demandas e requisitos informacionais específicos do contexto educacional, fundamentando o processo de tomada de decisão pedagógica. Na sequência, o módulo de Obtenção de Dados e Informações realiza a coleta sistemática e abrangente de informações relevantes, essenciais para subsidiar as fases subsequentes do FI. O Tratamento e Processamento, por sua vez, organiza e prepara os dados, possibilitando análises e visualizações que contribuem para o aprimoramento das práticas educacionais. O módulo de Enriquecimento e Organização da Informação agrega valor aos dados processados, incorporando metadados e estruturando as informações para facilitar a busca e recuperação futura. Em seguida, o módulo de Apresentação e Organização da Informação pretende utilizar técnicas de visualização para tornar os dados acessíveis, identificando padrões relevantes para a tomada de decisão pedagógica. Finalmente, o módulo de Descarte visa eliminar adequadamente dados não mais necessários, considerando critérios éticos e legais para garantir privacidade e segurança na gestão dos dados educacionais.

Figura 13: Diagrama Geral do Modelo de FI para a gestão da aprendizagem com perspectiva informacional.



Fonte: Autoria própria.

As dez etapas gerais de processos de tomadas de decisão, propostas por Correia Neto e Marques (2020), estão presentes nos seis módulos do modelo de FI apresentado nesta tese. Estas etapas gerais auxiliam o processo de informatização das tomadas de decisão pedagógica e buscam promover agilidade e qualidade para os processos decisórios. No contexto da educação, ter essas etapas definidas, contribui na identificação dos objetivos e dos resultados alcançados. Os módulos do modelo de FI contemplam as etapas do processo decisório desde a identificação do problema até o monitoramento e avaliação dos resultados, auxiliando na tomada de decisões mais embasadas, eficientes e alinhadas aos objetivos educacionais. Esta relação pode ser vista no Quadro 5.

Quadro 5: Relação dos módulos do Modelo de FI com as etapas gerais do processo decisório.

Módulos do Modelo de FI	Etapas Gerais do Processo decisório
1. Identificação das necessidades informacionais;	1. Identificação e certificação do problema; 2. Listagem dos objetivos; 6. Identificar o que realmente importa;
2. Obtenção de dados e informações;	3. Explicitar critérios de decisão para cada objetivo; 4. Fazer uso de pensamento racional; 5. Obter todas as informações relevantes; 6. Identificar o que realmente importa;
3. Tratamento e processamento;	3. Explicitar critérios de decisão para cada objetivo; 4. Fazer uso de pensamento racional; 5. Obter todas as informações relevantes; 6. Identificar o que realmente importa; 7. Considerar questões morais e éticas;
4. Enriquecimento e organização da informação;	5. Obter todas as informações relevantes; 6. Identificar o que realmente importa; 7. Considerar questões morais e éticas; 8. Gerar conjunto amplo de alternativas viáveis; 9. Explicitar as consequências das alternativas; 10. Utilizar métodos analíticos;
5. Apresentação e utilização da informação;	3. Explicitar critérios de decisão para cada objetivo; 4. Fazer uso de pensamento racional; 5. Obter todas as informações relevantes; 6. Identificar o que realmente importa; 7. Considerar questões morais e éticas; 8. Gerar conjunto amplo de alternativas viáveis; 9. Explicitar as consequências das alternativas; 10. Utilizar métodos analíticos;
6. Descarte.	3. Explicitar critérios de decisão para cada objetivo; 4. Fazer uso de pensamento racional; 7. Considerar questões morais e éticas; 9. Explicitar as consequências das alternativas;

Fonte: Autoria própria.

A apresentação geral dos módulos que compõem o modelo EduFlow foi delineada, proporcionando uma visão abrangente das funcionalidades e operações envolvidas. Nas seções subsequentes, cada módulo será detalhadamente explicado, oferecendo uma compreensão aprofundada de suas respectivas ações e processos. Para facilitar essa explicação, foram utilizados infográficos que representam as ações que os usuários podem realizar em cada módulo. Cada infográfico detalha visualmente os processos e fluxos de trabalho, destacando como cada ação deve ocorrer no modelo.

A escolha por utilizar infográficos se deu ao considerar que esses artefatos possuem a capacidade de apresentar conteúdos explicativos que unem informações verbais e visuais. Dessa forma, eles podem transmitir dados e conceitos de maneira simplificada, tornando a assimilação das informações mais acessível e eficaz. A decisão de utilizar infográficos considerou a interdisciplinaridade do trabalho, reconhecendo a necessidade de comunicar conceitos complexos de forma clara e integrada para diferentes públicos.

Adicionalmente, a implementação dos infográficos no contexto do modelo EduFlow tem o objetivo de facilitar a replicação dos processos. Os infográficos servem como guias visuais detalhados que podem ser utilizados na implementação e na orientação para a utilização do modelo, assegurando que todos compreendam e executem as ações de maneira consistente. Essa abordagem visual também busca promover uma maior interatividade e engajamento dos profissionais da educação no uso adequado de dados educacionais para auxiliar tomadas de decisões pedagógicas, incentivando a exploração e o entendimento das funcionalidades do modelo.

Dessa forma, esses infográficos foram projetados para fornecer uma maior compreensão das funcionalidades e operações de cada módulo, facilitar a comunicação e a implementação das ações. Nos infográficos, os retângulos indicam as ações a serem realizadas, enquanto as setas pontilhadas direcionam para os detalhes de cada ação. As elipses adicionam informações verbais complementares às ações, buscando aprimorar o entendimento dos processos. Por fim, o cubo representa o repositório de dados, onde todas as informações coletadas e processadas são armazenadas e gerenciadas.

3.2.2. Módulo de “Identificação das Necessidades Informacionais”.

O módulo de identificação das necessidades informacionais é fundamental como o ponto de partida para todo o processo de gestão da aprendizagem e está intrinsecamente relacionado com as etapas de identificação e certificação do problema; listagem dos objetivos; e identificação do que realmente importa, conforme proposto no processo de tomadas de decisão de Correia Neto e Marques (2020). Essa relação se justifica pelo fato de que, ao identificar e analisar as demandas e requisitos informacionais específicos do contexto educacional, considerando os diversos profissionais da educação envolvidos, torna-se possível embasar o processo de tomada de decisão pedagógica com informações relevantes e estratégicas. A eficácia deste módulo é ampliada pela sua capacidade de adaptar-se continuamente às mudanças nos requisitos educacionais, garantindo que as informações coletadas sejam pertinentes, oportunas e aplicáveis. Este alinhamento assegura que as decisões pedagógicas sejam fundamentadas em uma base informacional atualizada, o que é essencial para a efetividade do ensino e a melhoria contínua dos processos educacionais.

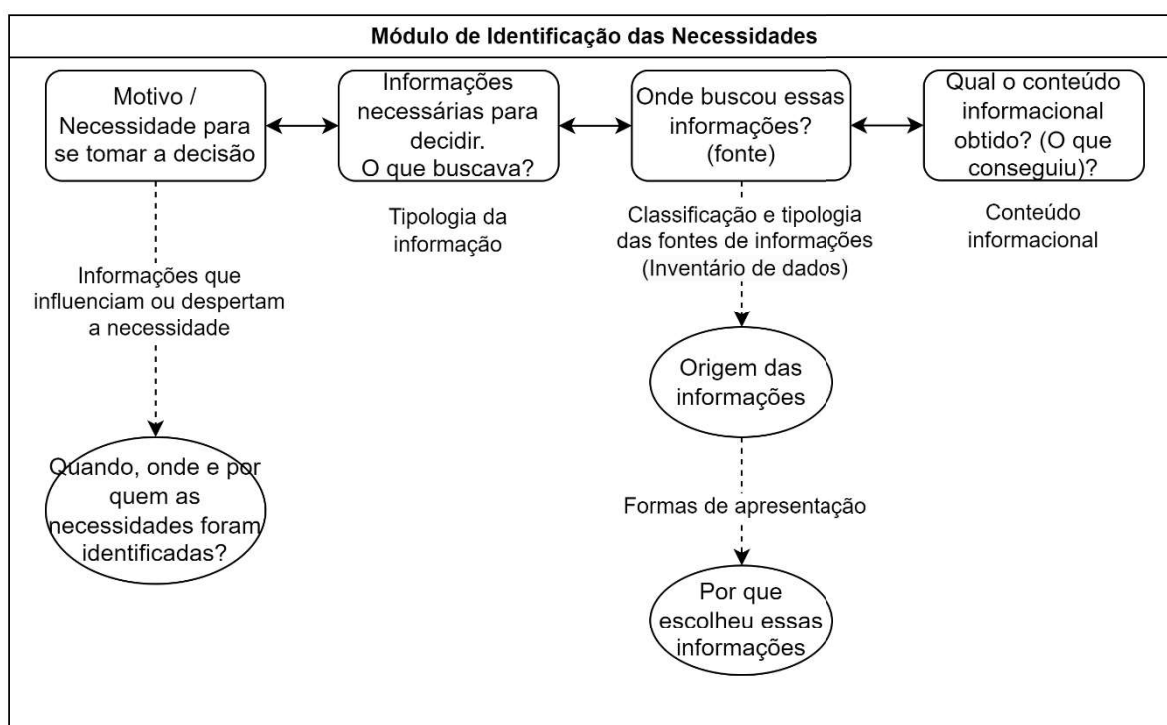
A identificação da necessidade informacional permite que o fluxo informacional seja direcionado de forma eficaz e garante que a informação adequada seja encontrada e compartilhada. Diante disso, compreende-se que as necessidades informacionais se referem ao processo de adquirir conhecimentos sobre uma determinada situação, o que também é chamado de Consciência Situacional (do inglês *Awareness* – SAW) e se refere a um conceito fundamentado no processo de tomada de decisão individual. Uma pessoa com SAW bem definida e estruturada é ciente das informações ao seu redor, o que permite assimilar o entendimento que esta pessoa tem de como a informação será utilizada. Isso torna o processo decisório mais eficaz e assertivo (SANTOS, 2023).

Ao considerar que as necessidades informacionais são condicionais, dinâmicas e multifacetadas, se faz necessário criar estratégia de administração da informação e avaliar acuradamente as necessidades informacionais. Para apoiar a criação e manutenção dessa estratégia é proposto o módulo de Identificação das Necessidades, cujo modelo conceitual é apresentado no Infográfico exibido na Figura 14. Esse módulo pode e deve ser adaptado de acordo com a cultura organizacional. A flexibilidade deste módulo busca permitir uma

integração eficiente com as práticas existentes na IEs e promover uma melhor compreensão das variáveis que influenciam o processo educacional.

O módulo de identificação das necessidades foi elaborado a partir dos resultados obtidos nos estudos realizados por Pereira (2016), Danvenport e Prussak (2004) e Choo (2006). O ponto principal deste módulo está no mecanismo de cooperação e colaboração, na qual, Davenport e Prusak (2004) compreende ser crucial para que a informação possa circular nas instituições e permite o acesso a diferentes perspectivas, compartilhamento de melhores práticas, aprendizado colaborativo, ampliação do repertório de recursos e apoio emocional e profissional, enriquecendo as decisões dos educadores e promovendo a melhoria contínua da prática educativa.

Figura 14: Modelo Conceitual do Módulo de Identificação das Necessidades.



Fonte: Autoria própria, elaborada a partir de Pereira (2016), Danvenport e Prussak (2004) e Choo (2006).

Esse módulo considera que a informação deve ser transmitida por canais informacionais que se integram e se utilizam uns dos outros para processar, adicionar valor e influenciar o comportamento informacional ao longo do processo de recuperação e utilização

da informação como apoio às tomadas de decisões pedagógicas, sendo este, um diferencial do modelo EduFlow. Para tanto, a identificação das necessidades informacionais é estabelecida por meio de um processo de quatro estágios, na qual, o primeiro representa a identificação da motivação que despertou a necessidade para se tomar uma decisão, caracterizado pelo tipo de informação que influenciou (disparou) o processo. Ao considerar a cooperação e colaboração de Danvenport e Prussak (2004), neste primeiro estágio também se identificam os responsáveis pela indicação das necessidades de informações e das decisões, assim como, quando e onde essas necessidades ocorreram. A fim de operacionalizar o modelo EduFlow e favorecer a transdução informacional, propõe-se uma sugestão para um software, por meio da prototipação de telas.

A prototipação do módulo de identificação das necessidades informacionais visa oferecer suporte eficaz ao processo de identificação da motivação que desperta a necessidade de tomar decisões pedagógicas. A tela inicial deste módulo (Figura 15) oferece uma opção para a inserção de novas necessidades, que são equiparadas a objetivos e metas educacionais. Essa funcionalidade permite que os professores registrem, de maneira eficiente, a motivação subjacente a uma decisão pedagógica específica. A lista de necessidades informacionais já identificadas, apresentadas nesta tela, proporciona uma visão consolidada e acessível, destacando a importância do acompanhamento contínuo das demandas educacionais. A inclusão de opções para editar as necessidades permite a flexibilidade para ajustes conforme o desenvolvimento do contexto educacional. A opção Seleção de Dados, possibilita a identificação dos dados considerados para aquela necessidade. A emissão de relatórios fornece uma ferramenta analítica, que objetiva oferecer *insights* sobre padrões emergentes e áreas de foco. A opção de armazenar remete ao encerramento de uma necessidade e reconhece a importância da documentação e finalização adequada das informações, contribuindo para a transparência e rastreabilidade no processo decisório.

Figura 15: Prototipação da tela inicial do Módulo de Identificação das Necessidades Informacionais.

Identificação das Necessidades Informacionais

Bem-vindo à funcionalidade de Identificação de Necessidades Informacionais.

Este é o módulo de Identificação de Necessidades Informacionais. Aqui, você pode definir metas educacionais específicas e ampliar a compreensão das demandas de alunos, turmas e cursos.

Curso:

new value 1

Turma:

new value 1

Aluno:

new value 1

Inserrir Novo Objetivo

Agente Educacional

Prof. A

Filtrar

Objetivos / Metas	Indicadores de Sucesso	Data	Opções
Aumentar o desempenho em Algoritmos de Programação para alunos do 2 Ano de ES	Exibir a barra de evolução dos ind. de sucesso	99/99/9999	Sel DadosRelatóriosArmazenar
Ampliar a participação dos alunos nas atividades pedagógicas desenvolvidas	Exibir a barra de evolução dos ind. de sucesso	99/99/9999	Sel DadosRelatóriosArmazenar
....	Exibir a barra de evolução dos ind. de sucesso	99/99/9999	Sel DadosRelatóriosArmazenar
...	Exibir a barra de evolução dos ind. de sucesso	99/99/9999	Sel DadosRelatóriosArmazenar

Voltar

Fonte: Autoria própria.

Na tela de inclusão de uma nova necessidade informacional (Figura 16), foram definidos campos essenciais que se alinham ao modelo de fluxo informacional para a gestão da aprendizagem. O campo "Objetivo/Meta" representa a síntese clara da necessidade pedagógica em questão, fornecendo uma referência concisa para facilitar a identificação posterior. A identificação do "Agente Educacional" assegura a atribuição adequada da responsabilidade, contribuindo para a transparência na cooperação e colaboração entre os membros da equipe educacional. O termo "Agente Educacional" foi considerado no protótipo por entender que a sua utilização pode se estender além do professor. A inclusão da "Data da Inserção" fornece um registro temporal que possibilita rastrear a evolução das demandas informacionais, permitindo uma análise histórica e identificação de padrões. Os campos "Série", "Curso", "Componente Curricular", "Turma" e "Aluno" são considerados para contextualizar a necessidade em um cenário educacional específico. A descrição específica do objetivo e a justificativa complementam o registro, oferecendo detalhes sobre a natureza da demanda, fundamentando o processo decisório posterior.

Figura 16: Prototipação da tela de inclusão das necessidades informacionais.

Identificação das Necessidades Informacionais
Nova Necessidade Informacional

Objetivo / Meta *

Agente Educacional *

Data de Inserção:

Série:

Curso:

Componente Curricular:

Turma:

Aluno:

Descrição Específica:

Justificativa:

Fonte: Autoria própria.

O segundo estágio refere-se a obter os dados e informações necessárias para subsidiar as tomadas de decisões. Conforme descrito por Sant'Ana (2016), nesta fase é essencial empreender esforços para estabelecer um plano de ação, analisar a viabilidade e executar a

coleta de dados de maneira eficiente. As questões fundamentais desta etapa, alinhadas com as considerações do autor, incluem a definição do escopo da necessidade informacional, a especificação dos tipos de resultados esperados, a identificação das características desejadas, a determinação dos dados necessários e a localização das fontes pertinentes. Aspectos como o formato dos dados, os tratamentos necessários para adequação às necessidades, a garantia de privacidade e a integridade física e lógica dos dados são igualmente cruciais. A colaboração entre usuários e profissionais da Ciência da Informação e Ciência da Computação, destacada por Sant'Ana (2016), é vital nesta fase para assegurar a eficiência do processo de coleta e atender às exigências da necessidade informacional. Dessa forma, ao compreender a tipologia da informação e abordar questões fundamentais elucidadas, os tomadores de decisão podem aprimorar a efetividade da coleta, organização e análise de dados, resultando em uma tomada de decisão mais informada e estratégica no contexto educacional.

Diante disso, é realizado a identificação da tipologia das informações úteis que possibilitam a efetividade da tomada de decisão. Para este trabalho a tipologia é considerada como à classificação e categorização dos diferentes tipos de informação com base em suas características, fontes, formatos e finalidades. A hipótese considerada para esta etapa é que a classificação pode ajudar na tomada de decisão, pois permite identificar quais tipos de informações são relevantes para um determinado contexto ou situação problema e fornece uma estrutura para coleta, organização e análise dos dados.

Identificar a origem e como ocorreu a busca pelas informações necessárias para a tomada de decisão, compõem a terceira etapa. Para tanto, são levantadas as fontes utilizadas, as razões para tal escolha, os meios de comunicação e formatos considerados. Os dados gerados nesse estágio, que fundamentam as decisões, também são considerados informações que poderão ser utilizadas em decisões futuras. A tela de seleção de dados e informações (Figura 17), desempenha um papel central na fase de busca e levantamento de informações. Nessa interface, os professores têm a possibilidade de definir criteriosamente os parâmetros da coleta de dados, alinhando-se com as necessidades informacionais específicas. Essa possibilidade de seleção criteriosa está intrinsecamente relacionada à promoção da cultura informacional, pois valoriza a informação como recurso estratégico para aprimorar a tomada

de decisões e promover a eficácia no ambiente educacional. No contexto educacional, essa cultura informacional envolve a conscientização dos professores e demais profissionais da educação, sobre a importância de coletar dados alinhados aos objetivos educacionais, bem como a compreensão dos critérios relevantes para a tomada de decisões informadas.

Os campos disponíveis nesta interface abrangem aspectos que possibilitam a efetiva identificação e delimitação do escopo da necessidade informacional. Eles permitem a especificação de fontes relevantes de informação, a identificação das características fundamentais necessárias e a determinação precisa dos dados requeridos para atender aos objetivos educacionais. A inclusão de campos específicos que tratam da procedência dos dados, permite uma análise referente a confiabilidade e origem das informações. Além disso, a possibilidade de incorporar uma opção que direciona ao módulo de descarte, em consonância com a fase do CVD proposta por Sant'Ana (2014), reforça a preocupação com a privacidade, integridade e qualidade dos dados, alinhando-se aos princípios éticos e normativos da gestão da informação.

Figura 17: Prototipação da tela de Seleção de Dados.

Identificação das Necessidades Informacionais - Seleção de Dados

Objetivo / Meta: Agente Educacional:

Curso: Série: Turma: Aluno:

	Fonte	Dados / Informações	Responsável	Descrição	Opções
☒	Moodle	Registro de log	Agente responsável	Breve descrição do conteúdo	Cancelar
☒	Secretaria Acadêmica	Laudos médicos	Agente responsável	Breve descrição do conteúdo	Cancelar
...	...	...	...	...	Cancelar
...	...	...	...	...	Cancelar

Fonte: Autoria própria.

A identificação das necessidades informacionais finaliza o ciclo ao obter o conteúdo informacional necessários, via fontes utilizadas, ou seja, apresenta o resultado do processo de

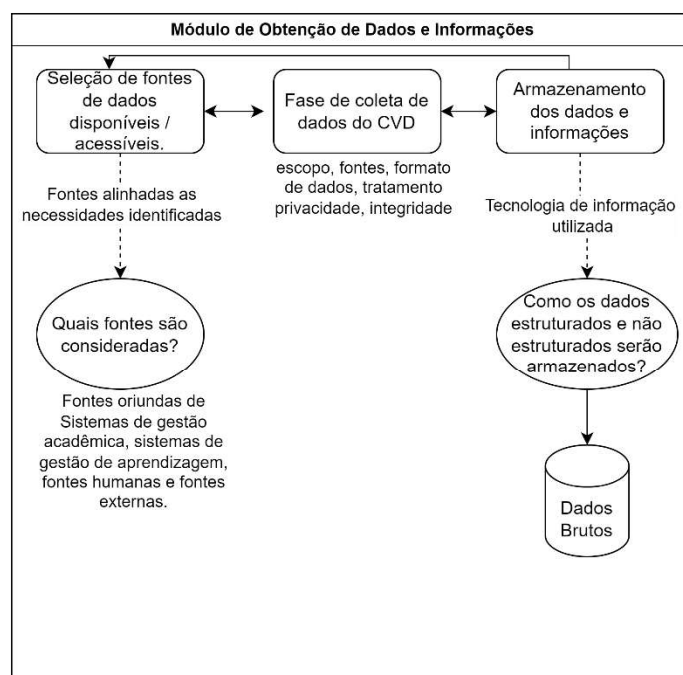
busca informacional, logo, esta etapa ocorre paralelamente a etapa seguinte. Neste ponto o tomador de decisão pode definir se os dados considerados são ou não suficientes, o que o leva para o próximo módulo do fluxo informacional ou ao refinamento desta identificação.

3.2.3. Módulo de “Obtenção de Dados e Informações”

O módulo de obtenção de dados e informações, alinhado à fase anterior, abarca a coleta de dados relevantes para a tomada de decisão pedagógica. Esse processo segue as diretrizes propostas por Correia Neto e Marques (2020), explicitando critérios de decisão para cada objetivo, fazendo uso de pensamento racional e obtendo todas as informações relevantes. Por meio de técnicas de pesquisa, coleta e monitoramento, tanto internas quanto externas ao contexto educacional, o módulo visa proporcionar uma visão holística e atualizada do ambiente educativo. A obtenção de dados subsidia os demais módulos do FI, permitindo que os professores tenham acesso a informações precisas e atualizadas, embasando suas tomadas de decisão pedagógicas de forma assertiva fundamentada em evidências. Diante da grande quantidade de dados produzidos continuamente e da variedade de fontes na educação mediada por tecnologia, esse módulo se torna crítico e complexo. Ele define estratégias de armazenamento, considerando amplas possibilidades de fontes informacionais e comportamento adaptativo, conforme visualizado no modelo apresentado na Figura 18.

Para a sua concepção, são considerados dois critérios, conforme sugerido por Barreto (2002b). O primeiro critério refere-se ao uso da tecnologia da informação que almeja possibilitar um acesso eficaz e amplo aos dados e informações disponíveis. O segundo critério refere-se à Ciência da Informação que, de acordo com o autor, tem o propósito redefinir continuamente o conteúdo e a prioridade de seus objetivos devido à sua interação com uma tecnologia. Para tal, são desenvolvidos artefatos de criação e coleta de dados e informações, provenientes de fontes diversas, incluindo fontes humanas, previamente identificadas pelos agentes humanos.

Figura 18: Modelo de obtenção de dados e informações.



Fonte: Autoria própria.

No contexto da educação mediada por tecnologia há múltiplas fontes de dados, tais como: arquivos de log de LMS; dados provenientes de secretaria acadêmica e pedagógicas, dados socioeconômicos e demográficos, de saúde, laudos, ocorrências, entre outros. Além destes, os *stakeholders* também são considerados fontes de informação, pois possuem habilidades para filtrar e resumir informações, enfatizar elementos importantes, interpretar aspectos ambíguos e oferecer comunicação rica em detalhes e satisfatória. Contudo, Choo (2006) salienta que isso implica que estas pessoas possuam conhecimento especializado, treinamento ou experiência para criar ou utilizar canais e rotinas que possibilitem relatar e sistematizar a informação de forma que ela possa estar compartilhada adequadamente.

No processo de seleção e coleta de dados e informações, a etapa subsequente reside no armazenamento, de forma a garantir que eles fiquem disponíveis para utilização futura. Nesse sentido, é preciso considerar diversos fatores de relevância para assegurar a disponibilidade contínua. Tais fatores abrangem a determinação dos dados que serão mantidos, a escolha das estratégias de armazenamento, a implementação de como será assegurada a permanência, a privacidade, a integridade e a qualidade destes dados e como

será possibilitado a encontrabilidade destes conjuntos de dados, conforme exposto por Sant'Ana (2016) e aprofundado por Torino, Vidotti e Sant'Ana (2019).

O protótipo computacional do módulo de obtenção de dados e informações tem o objetivo de otimizar as tarefas de coleta, organização e análise de informações relevantes ao contexto educacional, entretanto, ao considerar o contexto multifacetado da educação, é fundamental adotar abordagem abrangente e adaptativa, respeitando as particularidades técnicas e culturais de cada IES. Para tal, a tela inicial deste módulo (Figura 19) apresenta um *dashboard* informativo, que exibe dados estatísticos pertinentes ao contexto educacional. Ainda nesta tela, os professores têm à disposição opções para filtrar os dados previamente cadastrados, facilitando o acesso a informações confiáveis e consolidadas, respeitando critérios de privacidade, integridade e qualidade de dados. Além disso, o *dashboard* apresenta uma relação dos dados já disponíveis na ferramenta, proporcionando uma visão consolidada do acervo informacional. A interface também oferece a flexibilidade para descartar dados que não são mais necessários, alinhando-se com a proposta da fase de descarte no ciclo de vida dos dados, conforme destacado por Sant'Ana (2014). Por fim, para manter a ferramenta atualizada e adaptada às demandas em constante evolução, os professores e demais profissionais da educação, podem incluir novas fontes de dados e novos dados específicos, garantindo a expansão contínua do repertório informacional disponível.

Figura 19: Prototipação da tela inicial do módulo de Obtenção de Dados e Informações.

Módulo de Obtenção de Dados e Informações
Inventário de Dados
Dashboard

Dashboard com estatística sobre a quantidade de dados disponíveis, fontes mais utilizadas e outras métricas relevantes.

Seleção de Dados Disponíveis

Fontes de Dados ▾

Objetivos / Metas ▾

Filtrar

Fonte de Dados	Descrição	Descarte
Moodle	A descrição deve apresentar breve informação sobre o tipo de dados que disponibiliza	☐
Sistema de Gestão Acadêmica	A descrição deve apresentar breve informação sobre o tipo de dados que disponibiliza	☐

Incluir dados

Incluir fonte de dados

Descartar dados

Fonte: Autoria própria.

A inclusão de um novo dado pode ocorrer alinhado com a identificação da necessidade informacional, conforme disponibilizado na Figura 17, ou a qualquer momento, a partir da tela de inclusão de dados. A prototipação das telas de coleta de dados (Figura 20) considera campos para inserção de dados estruturados, como identificação de demandas, metas educacionais, e campos para dados não estruturados, como descrições específicas e arquivos em geral. Além disso, a tela pode oferecer opções para categorização, facilitando a posterior recuperação. A interface desenhada para possibilitar a incorporação de dados estruturados utiliza formulários intuitivos, enquanto dados não estruturados podem ser incluídos por meio do *upload* de arquivos ou inserção de texto livre. A integração com a tela de identificação de necessidades informacionais proporciona uma abordagem integrada, onde novos dados podem ser associados diretamente às demandas identificadas.

Figura 20: Prototipação da tela de coleta de dados.

Módulo de Obtenção de Dados e Informações
Inclusão de Dados e Informações

Agente Educacional: Data de Inserção:

Curso: Série:

Turma: Componente Curricular:

Fonte: Aluno:

Demanda:

Objetivo: Meta:

Descrição do arquivo:

Dado / Informação:

Fonte: Autoria própria.

Adicionalmente, o módulo de obtenção de dados pode ser configurado para atender necessidades específicas das instituições. A flexibilidade do sistema permite a personalização de telas de coleta de dados conforme as demandas institucionais evoluem. A capacidade de gerar essas telas de maneira dinâmica está fundamentada na arquitetura modular do protótipo e essa flexibilidade permite que instituições de ensino adaptem as telas conforme as particularidades de seu corpo discente e docente, garantindo uma coleta de dados alinhada às demandas específicas.

No contexto dinâmico da educação, as informações que embasam as tomadas de decisões pedagógicas informadas por dados podem ser produzidas a todo instante, constituindo um fluxo contínuo. Neste contexto, o modelo de FI EduFlow assume uma natureza assíncrona e não-linear. Esta característica significa que, à medida que novos dados são constantemente agregados, paralelamente outras informações podem ser aproveitadas e iterativamente reutilizadas, construindo assim um ciclo virtuoso de aprimoramento.

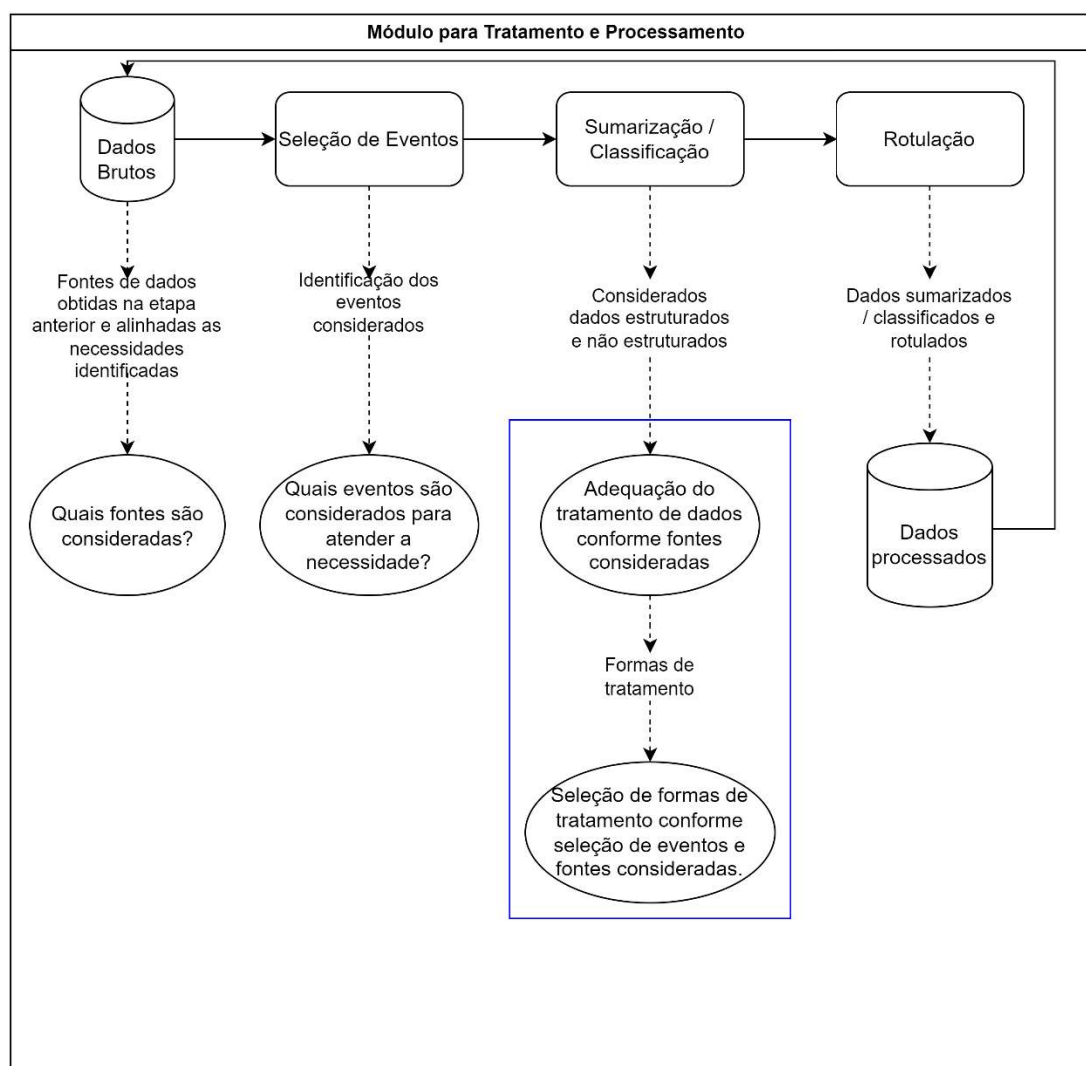
3.2.4. Módulo de “Tratamento e Processamento”

O módulo de Tratamento e Processamento, incorpora o trabalho de Santos (2023), e segue as etapas do processo de tomada de decisão propostas por Correia Neto e Marques (2020), com o objetivo de organizar e preparar os dados e informações coletados para facilitar sua acessibilidade, compreensão e utilidade na tomada de decisão pedagógica. Durante esse estágio, os dados são submetidos a processos de limpeza, transformação, padronização e organização em formatos apropriados, permitindo seu enriquecimento, análise e visualização. Por exemplo, dados como frequência de login dos alunos, tempo gasto em tarefas e notas de avaliações são limpos de inconsistências, transformados em formatos uniformes e organizados para análises subsequentes. Além disso, são empregadas técnicas de análise de dados para identificar padrões, tendências e *insights* relevantes, contribuindo para o aprimoramento das práticas educacionais. Assim, esse módulo é responsável pela transformação de dados brutos em informações úteis que subsidiam as tomadas de decisões pedagógicas, para as quais são definidas estruturas organizacionais operacionais. O uso de recursos tecnológicos possibilita a realização desse processo, permitindo a conversão de uma grande quantidade de dados em informações úteis.

Para que os recursos tecnológicos considerados nesse módulo sejam eficazes, é necessário possuir capacidades que favoreçam a utilidade e relevância direta para os educadores. Com esse propósito, o processamento de dados deve propiciar *feedback* em tempo real, possibilitando intervenções ágeis. Além disso, é imperativo que esses recursos concedam um grau significativo de autonomia, que possibilite a gestão eficaz de dados conforme suas necessidades específicas. É neste contexto que são considerados incorporar

recursos tecnológicos que facilitarão o processo de recuperação da informação complementados com recursos de *Learning Analytics*. Essa abordagem encontra respaldo nas contribuições de Santos (2023). Diante disso é proposto o modelo de tratamento e processamento (Figura 21), baseado nos trabalhos de Barreto (2002b), Choo (2006), Beal (2007) e de Santos (2023), que considera a adequação de suas etapas de acordo com as demandas e necessita de constantes revisões, conforme os dados brutos são alterados.

Figura 21: Modelo de Tratamento, processamento, enriquecimento e organização.



Fonte: Autoria própria, adaptado de Santos (2023) p.76.

Em seu trabalho, Santos (2023) definiu a fase de processamento em cinco etapas que incorporam princípios fundamentais presentes nos modelos levados em conta, na qual, inicia-

se pela criação de uma base de dados alinhada à demanda informacional. Essa base é composta por insumos estratégicos que possibilitam o processamento da informação e resulta em dados direcionados, organizados, tabulados e padronizados. Posteriormente, na segunda etapa são selecionados os eventos encapsulados nos registros de log, seguido pela etapa de sumarização destes dados, no qual, os dados são compilados de tal forma a mostrarem, por exemplo, a totalização da execução de um determinado evento. Esta sumarização tem a capacidade de colocar um aluno no centro da análise. A etapa seguinte refere-se a atribuir rótulos aos dados com o propósito de demonstrar os resultados alcançados. Então finaliza-se este processo com o armazenamento dos dados processados.

Um exemplo prático do processamento de dados mencionado pode ser a organização e padronização de registros de atividades de alunos realizadas em LMS's. Suponha que os dados brutos incluam registros de login, postagens em fóruns, submissões de tarefas e resultados de testes de cada aluno. Inicialmente, esses dados são coletados em sua forma bruta, onde podem incluir diversas inconsistências, como entradas duplicadas ou incompletas. Durante a etapa de processamento, estes dados são primeiro limpos, removendo ou corrigindo registros duplicados ou errôneos. Seguem-se a transformação e padronização, onde os dados são convertidos para um formato uniforme, facilitando a comparação e análise.

Posteriormente, os dados são tabulados, organizando-os em tabelas que facilitam a visualização e análise. Por exemplo, uma tabela pode ser criada para mostrar a frequência de login por aluno ao longo do semestre, outra para as notas obtidas em cada avaliação, e uma terceira para as interações em fóruns de discussão. Essas tabelas organizadas ajudam a identificar padrões como, por exemplo, a participação em atividades e o engajamento geral no curso. Finalmente, esses dados organizados e padronizados são utilizados para alimentar análises descritivas e preditivas, desenvolvidas no módulo posterior, que ajudam a prever tendências como alunos em risco de evasão ou aqueles que podem necessitar de intervenções pedagógicas adicionais.

A etapa de processamento proposta por Santos (2023) faz uso dos registros de Log do LMS Moodle. Entretanto, à medida que a busca por aprimorar o embasamento das decisões por meio de dados ganha proeminência, emerge a consideração das propostas de Choo (2006)

e Beal (2007). Essas proposições consideram a inclusão de dados externos que, neste contexto, transcendem os LMS, conforme abordado na etapa anterior. Nestas condições, as fontes de dados consideradas abrangem uma gama diversificada, podendo englobar tanto formas estruturadas quanto não estruturadas, o que requer a adequação versátil do processo proposto, ao incluir possibilidades de tratamento diversos conforme a seleção dos eventos informados e as fontes de dados consideradas. A Figura 21 exhibe este modelo e inclui esta adaptação.

Os dados não estruturados são mais desafiadores para serem analisados, em virtude de sua complexidade que demandam o emprego de técnicas avançadas como: processamento de linguagem natural, análise de sentimentos, análise de redes sociais, mineração de texto, análise de imagem, reconhecimento de fala, entre outras abordagens. Contudo, ao incorporar técnicas e ferramentas de LA tanto em dados estruturados quanto em não estruturados, é possível obter uma visão mais abrangente do processo educacional. Essa abordagem possibilita identificar padrões de desempenho dos alunos, identificar fatores que influenciam o sucesso acadêmico, personalizar a educação de acordo com as necessidades individuais dos estudantes, além de outros benefícios inerentes. É relevante mencionar que, embora a disponibilidade de técnicas de análise em dados não estruturados seja abrangente, a aplicação destas técnicas para este trabalho será limitada no contexto de análises textuais, devido ao escopo deste trabalho. Posteriormente, poderá ser considerada a expansão das técnicas utilizadas, abrindo espaço para o engajamento de novas abordagens em trabalhos futuros.

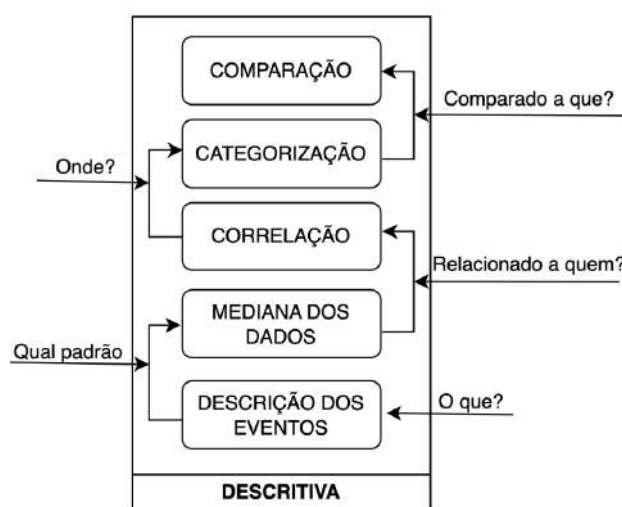
3.2.5. Módulo de “Enriquecimento e Organização”

O módulo de Enriquecimento e Organização da Informação, seguindo as etapas do processo de tomada de decisão propostas por Correia Neto e Marques (2020), engloba a obtenção de informações relevantes, a identificação do que realmente importa, considerações morais e éticas, a geração de alternativas viáveis e a explicitação das consequências das alternativas. Durante este estágio, métodos analíticos são empregados para agregar valor informacional aos dados processados, por meio de análises e inferências estatísticas. Os dados são enriquecidos com metadados, contextos e categorias, melhorando

sua identificação e recuperação futura, além de serem organizados em bancos de dados ou sistemas de informação para facilitar o acesso. A inclusão de metadados e categorias aprimora a busca e recuperação da informação, permitindo que os profissionais da educação localizem rapidamente informações relevantes para suas necessidades de tomada de decisão. Essa etapa, alinhada aos princípios do processo decisório, fornece subsídios fundamentais para a tomada de decisão pedagógica de forma informada e embasada, seguindo o trabalho de Santos (2023), que propõe o processo de enriquecimento da informação para agregar valor aos dados processados, através de análises descritivas e preditivas.

No contexto da análise descritiva, Santos (2023) apresenta a sequência exibida na Figura 22, na qual a análise faz uso de dados históricos e é iniciada pela identificação dos objetivos (O que?). A partir desta identificação, o autor buscou traçar o padrão de acesso dos alunos para entender seu comportamento durante a utilização da ferramenta, para tanto, ele fez uso de técnicas que calcula a medida de tendência central (mediana) que representa o valor central de um conjunto de dados ordenados.

Figura 22: Modelo de análise descritiva.



Fonte: (SANTOS; 2023, p. 79)

Esta solução também é adequada para esta tese, ao considerar que a mediana é particularmente útil quando os dados contêm valores extremos ou quando a distribuição dos dados é assimétrica. Ela fornece uma medida central que não é distorcida por essas características, o que a torna uma medida descritiva importante em diversas áreas do conhecimento, como estatística, ciências sociais, economia, saúde e educação. No contexto

deste trabalho, espera-se que a aplicação desta técnica permita obter uma melhor visibilidade referente ao comportamento dos alunos ao longo do desenvolvimento do curso.

A partir da obtenção das medianas, o modelo proposto por Santos (2023) categoriza os dados gerados em dois grupos, sendo o primeiro derivado de dados históricos, que são compostos por informações completas referente aos resultados obtidos e o segundo considera os dados atuais, nos quais os alunos não concluíram o curso / módulo. A partir dessas categorias, ocorre a comparação entre os dois cenários, de forma a propiciar ao tomador de decisão, um cenário completo e descritivo que possibilita uma melhor compreensão da situação dos alunos.

Os resultados gerados se transformam em insumos elucidativos, que podem ser utilizados como meio de entendimento dos dados consumidos pelo modelo. Além disso, esses resultados têm o potencial de separar os insumos que agregam e melhoram a informação gerada pelo modelo dos insumos que carecem de relevância ou que podem introduzir ambiguidade, ou enviesamento indesejado no ambiente. A habilidade de filtrar e discriminar com precisão entre essas categorias é um atributo fundamental desse processo avaliativo.

Adicionalmente à análise descritiva, Santos (2023) propôs também a realização da análise preditiva de forma paralela e complementar, visando o enriquecimento da informação. Análise preditiva é uma abordagem analítica que utiliza técnicas estatísticas e algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões e relações nos dados históricos, a fim de fazer previsões e estimativas sobre eventos futuros. Ao analisar os dados passados e entender as correlações entre variáveis, a análise preditiva busca gerar *insights* que possam ser aplicados para antecipar resultados e comportamentos futuros, o que permite tomar decisões mais informadas e estratégicas.

No contexto desta tese, essa abordagem também é um importante artefato, pois se trata de uma ferramenta poderosa no auxílio da tomada de decisão pedagógica. Ela permite aos educadores identificarem padrões e tendências nos dados educacionais para prever o desempenho dos alunos e identificar áreas de dificuldade e necessidades individuais. Com base nessas previsões, os educadores podem implementar estratégias personalizadas de

ensino, oferecer suporte individualizado, adaptar o currículo e recursos educacionais e tomar decisões informadas para maximizar o aprendizado dos alunos.

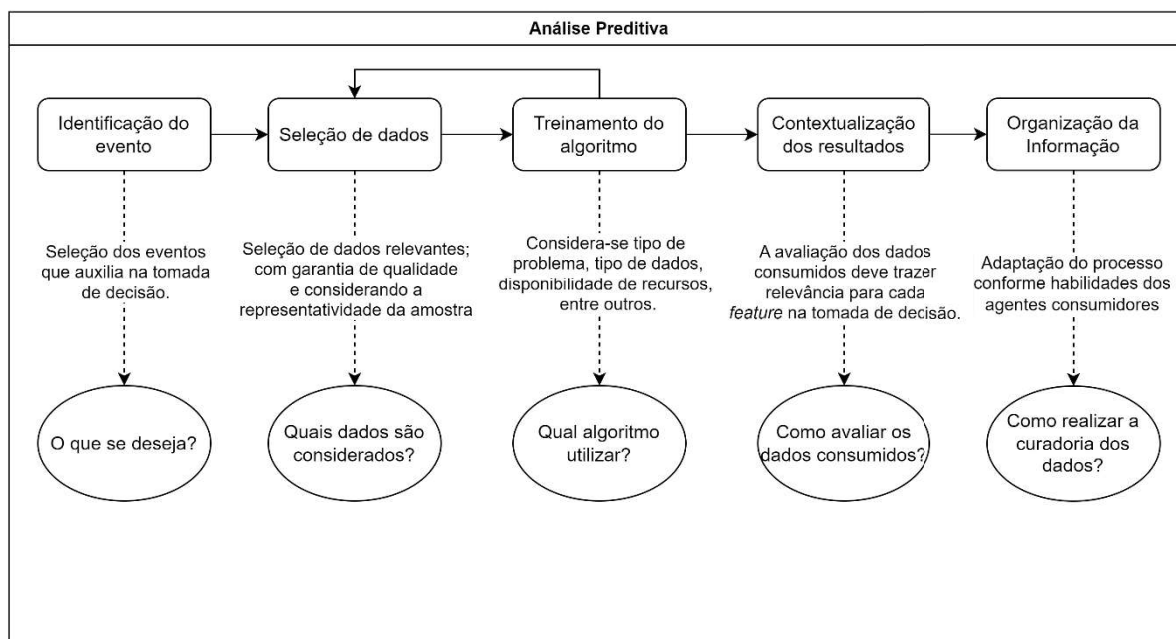
A análise preditiva proposta por Santos (2023) inicia-se com a identificação do evento, seguido pela seleção de dados relevantes que servirão de insumo para o algoritmo. No contexto desta tese, esta análise (Figura 23) diferencia-se do trabalho de Santos (2023), ao considerar dados externos ao LMS, que podem ser os registros acadêmicos, informações demográficas, dados de saúde, dados obtidos por meio da análise descritiva, entre outros. Entretanto, cabe ressaltar que a seleção de dados pode influenciar a performance do algoritmo de análise preditiva. A escolha das variáveis ou recursos (*features*) adequados para treinar o algoritmo é crucial para obter resultados precisos e relevantes. A inclusão de variáveis irrelevantes ou redundantes pode introduzir ruído e afetar negativamente a performance do algoritmo, o que leva a previsões menos precisas. Em contraponto, o oposto também é válido, ao retirar *features* pode impactar negativamente na performance do algoritmo. Além disso, a qualidade dos dados selecionados também é importante. Dados incompletos, inconsistentes ou de baixa qualidade podem levar a resultados imprecisos e enviesados. É essencial garantir a integridade dos dados, realizar tratamentos adequados para lidar com valores ausentes, *outliers* e outros problemas comuns de qualidade dos dados.

Outro fator a considerar é o tamanho e a representatividade da amostra de dados selecionada. Uma amostra pequena pode não capturar adequadamente a variabilidade dos dados, o que pode ocasionar resultados menos confiáveis. Por outro lado, uma amostra muito grande pode aumentar a complexidade computacional e exigir recursos computacionais adicionais para o treinamento do algoritmo. Portanto, a seleção cuidadosa dos dados utilizados na análise preditiva é fundamental para obter resultados confiáveis e precisos. Isso envolve identificar as variáveis relevantes, garantir a qualidade dos dados e considerar a representatividade da amostra. Diante disto, os eventos selecionados como insumos para o treinamento do algoritmo devem ser reavaliados constantemente de acordo com os resultados das próximas etapas deste módulo.

Após a seleção dos dados, Santos (2023) dá início ao treinamento do algoritmo de aprendizagem de máquina, empregando um modelo supervisionado classificatório e

interpretável. Os resultados deste processo de treinamento são submetidos a métricas avaliativas, visando a compreensão da coerência e confiabilidade dos dados gerados, em relação à realidade em um universo já conhecido. Nesse cenário, para a demonstração dessas métricas, o autor optou por utilizar o algoritmo *random forest*.

Figura 23: Modelo de análise preditiva.



Fonte: Autoria própria com base no trabalho de Santos (2023)

São vários os algoritmos que podem ser utilizados para análise preditiva em dados educacionais. A escolha do algoritmo depende do tipo de problema, do tipo de dados, da disponibilidade de recursos computacionais, dos objetivos específicos da análise e de outras considerações relevantes. É importante experimentar e avaliar diferentes algoritmos para encontrar aquele que melhor se adequa aos dados e aos objetivos da análise, entretanto, atentando-se aos objetivos desta tese, será considerado apenas o experimento já realizado por Santos (2023).

Após a avaliação do modelo resultante, Santos (2023) cita que se faz necessário compreender os resultados obtidos, visto que estes resultados são numéricos. Para tanto, realiza-se o processo de contextualização desses resultados, que é composto por uma etapa de interpretação deste modelo que estabelece como avaliar os dados consumidos, de forma a trazer relevância para cada *feature* selecionada na tomada de decisão do modelo. O

resultado deste processo apresenta uma relação de relevância para cada *feature* selecionada, o que torna o modelo supervisionado interpretável. O grau de relevância pode ser utilizado de forma direta, ao informar o professor consumidor sobre a importância de cada *feature*, ou de forma indireta, quando considerado para ordenar a informação. Além de facilitar a compreensão e apontar a relevância de cada *feature* para o evento selecionado, este modelo também é útil para a identificação de *features* irrelevantes, ou seja, quando se obtém a relevância zero para a avaliação do modelo, esta *feature* pode ser retirada, com o objetivo de tornar o modelo mais leve, mais preciso e com menor custo computacional.

Além dos aspectos supracitados, também é necessário realizar a organização dos dados com o intuito de favorecer o seu consumo e interpretação. Para tanto, é realizado o processo de curadoria da informação, que deve ser adaptado conforme as habilidades dos agentes educacionais consumidores. A curadoria dos dados envolve o processo de revisar, validar e organizar os dados utilizados no treinamento do modelo. Esta é uma etapa importante para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos a partir do treinamento dos algoritmos de aprendizagem de máquina. Ela ajuda a minimizar vies, erros e inconsistências nos dados, de forma a garantir que o modelo seja baseado em informações corretas e relevantes. As etapas consideradas nesta tese para a curadoria dos dados são:

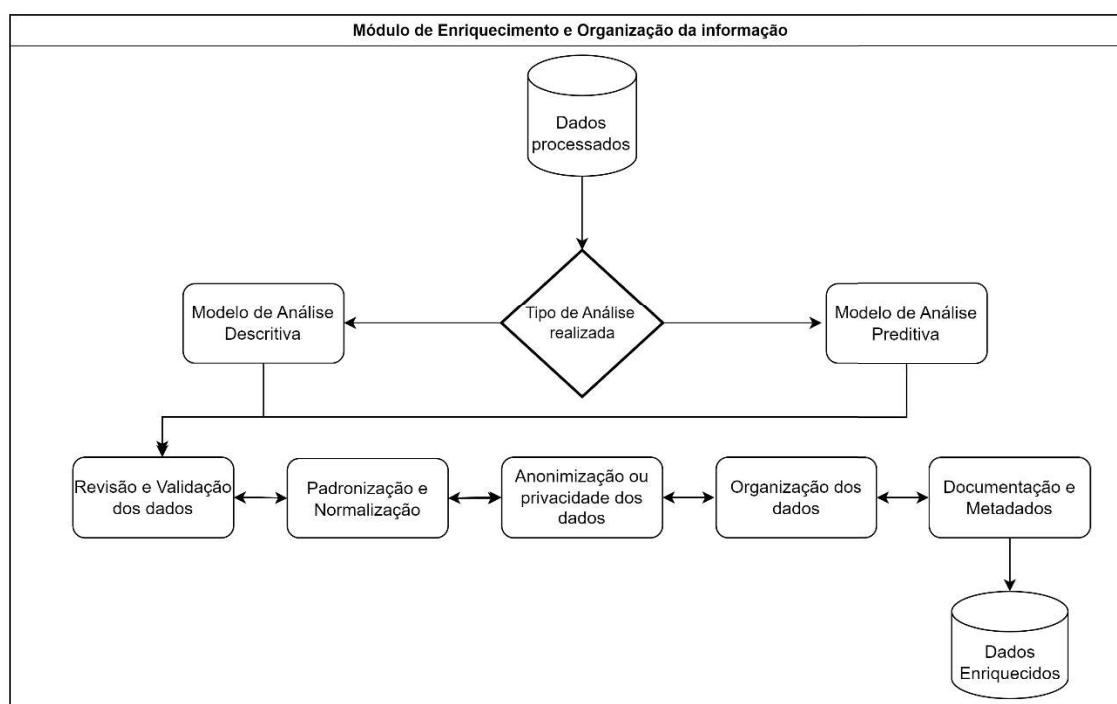
1. **Revisão e validação dos dados:** Verificar a qualidade e a integridade dos dados utilizados no treinamento. Isso envolve identificar e corrigir erros, remover valores inconsistentes ou *outliers*, além de garantir a conformidade com padrões e requisitos específicos.
2. **Padronização e normalização:** Garantir que os dados estejam em um formato padronizado e consistente. Isso pode envolver a conversão de unidades, normalização de escalas ou padronização de formatos de dados.
3. **Anonimização ou privacidade dos dados:** Se necessário, garantir a proteção da privacidade dos dados, removendo informações identificáveis ou aplicando técnicas de anonimização para preservar a confidencialidade dos indivíduos.
4. **Organização dos dados:** Organizar os dados de maneira estruturada e coerente para facilitar a utilização posterior. Isso pode incluir a criação de tabelas ou

bancos de dados adequados, rotulando as variáveis corretamente e fornecendo uma documentação clara dos dados e de sua estrutura.

5. **Documentação e metadados:** Registrar informações detalhadas sobre os dados, como fonte, data de coleta, descrição das variáveis e quaisquer outras informações relevantes. Essa documentação facilita o entendimento e a reutilização dos dados em futuras análises.

As informações obtidas por meio das análises descritivas e preditivas permanecem armazenadas de forma a proporcionar a reutilização. Neste contexto, mais uma vez se faz necessário avaliar a vida útil desses dados e considerar os aspectos do seu ciclo de vida que garantem a disponibilização, a definição de como esses dados serão mantidos e armazenados, a sua permanência, privacidade, qualidade e encontrabilidade (SANT'ANA, 2016; TORINO; VIDOTTI; SANT'ANA, 2019). As etapas sugeridas no FI deste trabalho, no módulo de enriquecimento e organização da informação, são exibidas na Figura 24. Findado este processo, inicia-se a fase de distribuição, apresentação e utilização das informações obtidas.

Figura 24: Modelo de enriquecimento e organização da informação.



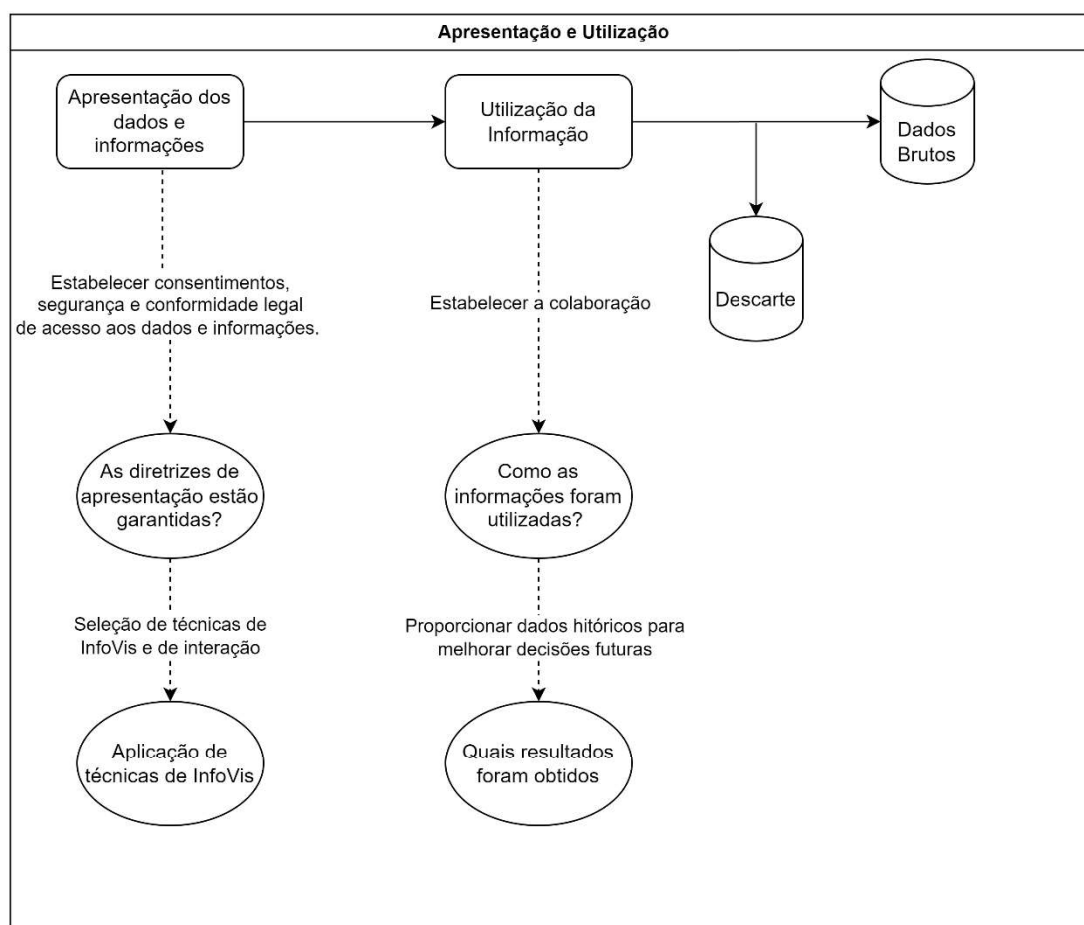
Fonte: Autoria própria.

3.2.6. Módulo de “Apresentação e Utilização”

O módulo de Apresentação e Utilização da Informação do FI incorpora as etapas “explicitar critérios de decisão para cada objetivo”, “fazer uso de pensamento racional”, “obter todas as informações relevantes”, “Identificar o que realmente importa”, “considerar questões morais e éticas”, gerar conjunto amplo de alternativas viáveis”, “explicitar as consequências das alternativas” e “utilizar métodos analíticos” do processo de tomada de decisão propostas por Correia Neto e Marques (2020). Nesse estágio, os dados são apresentados de forma clara e acessível, utilizando técnicas de visualização que facilitam a interpretação e análise dos dados. Essas características permitem que os profissionais da educação identifiquem padrões e tendências relevantes para a tomada de decisão pedagógica, bem como implementem as descobertas e conclusões obtidas na análise de dados no contexto educacional. A apresentação visual dos dados possibilita a obtenção de todas as informações relevantes para subsidiar a tomada de decisão e considera questões morais e éticas ao permitir decisões informadas. Ao utilizar métodos analíticos e proporcionar a visualização eficiente dos dados, esse estágio viabiliza a geração de um conjunto amplo de alternativas viáveis, conforme proposto por Correia Neto e Marques (2020).

Neste módulo, a interface se materializa como um ponto de acesso essencial. Nesse espaço, eles têm acesso visual às informações, o que favorece tomar decisões pedagógicas embasadas e concretizar as percepções e resultados gerados nas etapas anteriores do fluxo informacional. Além dessa faceta, esses professores também contribuem para a formação de um ciclo contínuo, alimentando novos fluxos de dados por meio dos insumos produzidos nesta etapa. O esquema proposto para a implementação desse módulo é ilustrado na Figura 25, que apresenta a sugestão de suas fases. A proposta deste módulo foi concebida visando assegurar que os resultados sejam comunicados de forma inequívoca e de fácil compreensão para todos os envolvidos, tornando-se uma ponte entre o professor e o sistema.

Figura 25: Modelo de Apresentação e Utilização.



Fonte: Autoria própria

A concretização deste módulo, inicia-se pela fase de apresentação dos dados e informações. A sua concepção considera os princípios éticos e legais de acesso aos dados educacionais, na qual, leva em conta as seguintes diretrizes:

- **Consentimento e privacidade:** Estabelece a garantia de que os dados sejam coletados e distribuídos de acordo com o consentimento informado dos indivíduos envolvidos e da instituição de ensino considerada. O respeito à privacidade dos alunos, professores e demais membros da comunidade educacional, assegura que as informações pessoais sejam tratadas com confidencialidade e segurança.
- **Compartilhamento seletivo:** Os dados são compartilhados conforme as necessidades para apoiar a tomada de decisão pedagógica, evitando o seu

compartilhamento excessivo ou indiscriminado. Essa diretriz é importante para proteger a privacidade e minimizar os riscos de uso inadequado.

- **Acesso seletivo e limitado:** Garante que o acesso aos dados seja concedido a pessoas autorizadas e com finalidades específicas. Estabelece controles de acesso para evitar o uso indevido ou não autorizado das informações.
- **Segurança e proteção de dados:** São sugeridas implementações de medidas de segurança adequadas para proteger os dados e informações de acesso não autorizado, perda ou violação, como a utilização de criptografia, controle de acesso, monitoramento de segurança e medidas de backup.
- **Conformidade legal:** A apresentação dos dados deve estar em conformidade com as leis e regulamentações aplicáveis à proteção de dados educacionais, como a Lei Geral de Proteção aos Dados (LGPD), Regulamentos e Normas internas às IES. No entanto, é importante ressaltar que este aspecto carece de estudo aprofundado, que demandam uma análise detalhada e atualizada para garantir a adequada proteção e segurança dos dados educacionais.

Com base nas perspectivas apresentadas por Ward, Grinstein e Keim (2015), Zhang (2008) que destacam a importância da visualização, é possível ressaltar a relevância da visualização de dados no contexto do fluxo informacional educacional. Ao utilizar técnicas de visualização, os dados complexos são representados de maneira acessível e compreensível, o que favorece que os profissionais da educação identifiquem padrões e tendências relevantes para a tomada de decisão pedagógica. A integração da apresentação visual dos dados como uma etapa do fluxo informacional possibilita transformar informações em conhecimentos acionáveis, apoiando as tomadas de decisão pedagógicas de maneira embasada. Contudo, devido aos objetivos específicos desta tese, o estudo sobre a visualização da informação não foi aprofundado, uma vez que o foco está na proposição de um modelo de fluxo informacional que contribua diretamente para aprimorar as intervenções acadêmicas por meio do apoio às tomadas de decisões pedagógicas.

A fase de apresentação da informação ocorre ao longo do fluxo informacional, estando intimamente ligada à sua utilização. As prototipações das telas apresentadas a cada módulo

do fluxo informacional EduFlow, compreendem a apresentação da informação. No contexto desse processo, destaca-se a tela inicial do sistema (Figura 26), que constitui um ponto de partida para os usuários. Esta tela é composta por diversos elementos projetados para fornecer uma visão abrangente e acessível do fluxo informacional. O indicador geral de desempenho é um desses elementos-chave, exibindo um gráfico ou número que reflete o desempenho acadêmico global da instituição, curso ou turma, conforme configurado no campo de seleção. Além disso, a seção de Intervenção Acadêmica apresenta a lista de alunos identificados pelo sistema, que necessitam de intervenção, destacando aqueles que requerem intervenção acadêmica urgente. Essa tela é complementada por botões de ação rápida, que possibilitam a execução imediata de intervenções ou acesso a mais detalhes sobre cada aluno identificado. Outro componente importante é a área de Identificação das Necessidades Informacionais, que oferece um espaço destacado para a definição de objetivos e metas educacionais já informados, facilitando o acesso rápido à identificação e análise das demandas informacionais específicas por meio de uma lista de metas não alcançadas. Além disso, a tela inicial inclui botões que proporcionam acesso rápido a cada módulo do fluxo informacional, simplificando a navegação e o uso do sistema.

Figura 26: Prototipação da tela inicial do artefato computacional.

EduFlow Manager **Dashboard de Intervenções Acadêmicas**

Curso: Turma: Aluno:

Indicador geral de desempenho

Um gráfico ou número que reflete o desempenho acadêmico geral da instituição / curso / turma, conforme configurado no campo de seleção.

Intervenção Acadêmica

Apresenta a Lista de Alunos para Intervenção: Destaca os alunos que necessitam de intervenção acadêmica com acesso de Ação Rápida. Botões que permitem ações diretas para iniciar intervenções ou acessar mais detalhes.

Identificação das Necessidades Informacionais

Área de destaque para definição de objetivos e metas educacionais, proporcionando o acesso rápido à identificação e análise das demandas informacionais específicas, por meio de uma lista de metas não alcançadas.

Necessidades Informacionais

Dados e Informações

Tratamento e Processamento

Enriquecimento da Informação

Tomada de Decisão

Fonte: Autoria própria.

Após utilizar técnicas de visualização, a fase seguinte é a implementação das descobertas e conclusões obtidas na análise de dados. Isso implica em tomar medidas

concretas com base nas informações obtidas, tendo em vista aprimorar a prática pedagógica, tomar decisões informadas e alcançar resultados significativos. Ao combinar a apresentação e utilização de informações como uma mesma etapa do fluxo, é possível criar um ciclo contínuo de transformação de dados em conhecimentos acionáveis, proporcionando um suporte para as tomadas de decisão pedagógicas. No entanto, para a efetivação deste módulo, são necessárias competências específicas, tais como, críticas, analítica e habilidade de interpretar dados. Estas competências não devem ser confundidas com habilidade técnicas relacionadas a adquirir, processar e gerar dados, mas sim, compreender como utilizar e qual a relevância da informação para um determinado contexto.

No intuito de favorecer a utilização dos dados e informações, o protótipo computacional proporciona recursos para que o agente educacional obtenha melhores condições para tomar decisões pedagógicas informadas com a apresentação dos dados e informações. Nesse contexto, o protótipo oferece suporte para que as tomadas de decisão, assim como as reflexões referentes às análises de dados, sejam armazenadas, tornando-se insumos para as próximas necessidades informacionais. Para facilitar esse registro e acompanhamento das decisões tomadas, o protótipo computacional apresenta um espaço (Figura 27) designado para informar cada decisão tomada pelo agente educacional. Nesse espaço, o agente pode detalhar a decisão, suas justificativas e os resultados esperados. Além disso, há um campo para registrar os resultados e os indicadores de sucesso alcançados após a implementação da decisão, permitindo que o agente avalie a eficácia da ação e o grau de satisfação das necessidades informacionais relacionadas à decisão. Esses registros, além de servirem como histórico das decisões anteriores, também se tornam insumos valiosos para outras demandas informacionais e para as futuras tomadas de decisão, estabelecendo assim um ciclo contínuo de retroalimentação e aprimoramento do fluxo informacional pedagógico.

Essa etapa do fluxo informacional proporciona um ciclo contínuo de *feedback* e aprimoramento das práticas educacionais, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem. Além disso, ao relacionar essa seção a seção de descarte, é possível estabelecer um vínculo entre a tomada de decisão informada e a gestão dos dados educacionais. Ao avaliar a eficácia das ações tomadas com base nas informações

apresentadas, os profissionais podem identificar padrões e tendências que influenciam diretamente na relevância e utilidade dos dados armazenados, subsidiando assim o processo de descarte de informações obsoletas ou não mais necessárias.

Figura 27: Prototipação da tela de gestão da tomada de decisão pedagógica.

Identificação das Necessidades Informacionais - Tomada de Decisão Considerada

Necessidade Informacional:
Agente Educacional:

Curso:
Série:
Turma:
Aluno:

Componente Curricular:
Data da decisão:

Decisão Considerada:

Descrição Específica:

Justificativa:

Resultados

Resultados Esperados	Avaliação do Resultado	Data da Avaliação
Apresentação da lista de resultados esperados	Satisfatório	xx/xx/xxxx
...	...	...

Avaliação da Eficiência

Eficiência Alcançada	Data da Avaliação
Satisfatório	xx/xx/xxxx
...	...

Fonte: Autoria própria.

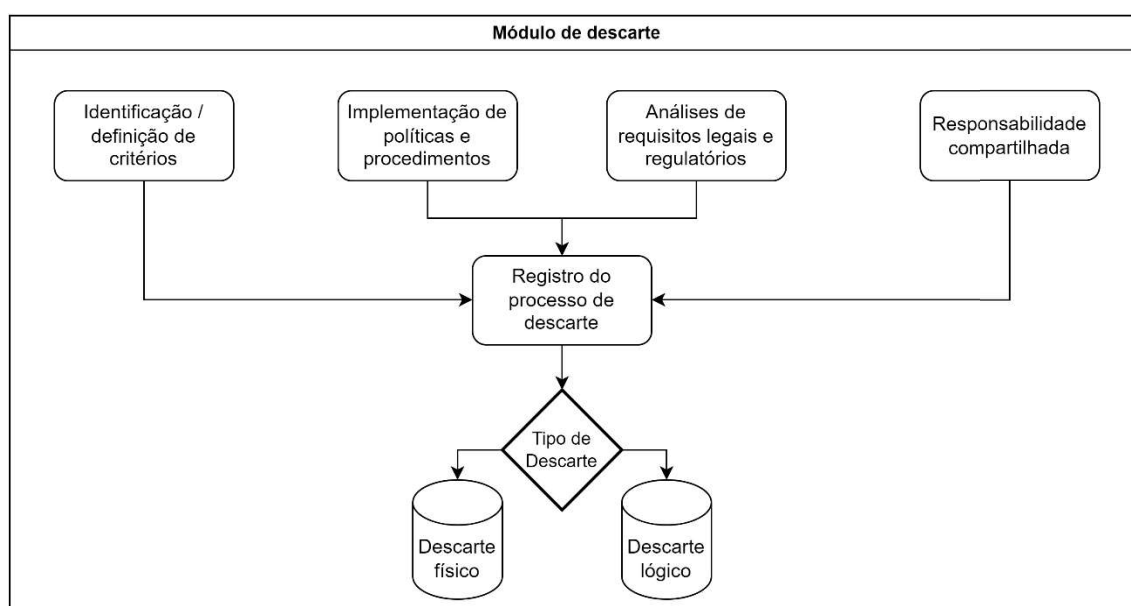
3.2.7. O Módulo de Descarte

Por fim, o módulo de Descarte também engloba diversas etapas do processo de tomada de decisão propostas por Correia Neto e Marques (2020). O objetivo do descarte é eliminar ou remover de forma adequada os dados e informações que não são mais necessários, relevantes ou legais de serem mantidos, o que se relaciona diretamente com a etapa de explicitar critérios de decisão para cada objetivo. Além disso, o descarte adequado também envolve considerar questões morais, éticas e legais, de tal forma a garantir que a eliminação dos dados seja realizada de acordo com as normas éticas e legais, em consonância com a etapa do processo de tomada de decisão de Correia Neto e Marques (2020). Fazer uso de pensamento racional também é essencial nessa etapa, pois exige a análise criteriosa e

lógica dos dados e informações a serem descartados, evitando a retenção de dados desnecessários ou prejudiciais. Ainda, o módulo de descarte abrange a explicitação das consequências das alternativas, uma vez que é necessário avaliar os impactos da eliminação de certos dados e considerar os benefícios e riscos envolvidos. Assim, esse módulo do FI visa garantir a privacidade, a segurança e a eficiência na gestão dos dados educacionais ao longo do ciclo de vida e contribuir para uma melhor organização e aproveitamento das informações relevantes para a tomada de decisão pedagógica informada por dados.

O módulo de descarte de dados e informações é responsável por eliminar adequadamente aqueles que já não possuem relevância ou conformidade legal para serem mantidos (SANT'ANA; 2016). Este módulo busca assegurar a privacidade, a segurança e a eficiência na gestão dos dados, e foi contemplada a partir do modelo proposto por Beal (2007). Ele é composto por seis fases, não lineares e independentes, exibidas na Figura 28. A primeira fase deste módulo refere-se à identificação e/ou definição de critérios de descarte, na qual, deve-se considerar critérios claros para determinar quando os dados e informações educacionais devem ser descartados. Isso pode incluir fatores como a conclusão do período de retenção legal, a finalização de um ciclo educacional, a expiração da necessidade de uso dos dados ou a solicitação de exclusão por parte dos indivíduos envolvidos.

Figura 28: Modelo Fase de descarte.



Fonte: Autoria própria.

A implementação de políticas e procedimentos, também é um importante componente do módulo de descarte, pois objetiva orientar o descarte adequado dos dados e informações educacionais. Isso envolve definir diretrizes claras sobre como identificar, categorizar e eliminar os dados, bem como o uso de métodos apropriados de anonimização, destruição física ou exclusão eletrônica, ao depender das necessidades e dos requisitos de privacidade e segurança.

Os requisitos legais e regulatórios, assim como, as políticas internas da instituição e a sensibilidade dos dados, também são essenciais. Desta forma, o módulo de descarte deve estar alinhado com os princípios éticos e legais da ciência da informação, da ciência da computação e da educação. Isso inclui o respeito à privacidade dos dados pessoais, a conformidade com as leis de proteção de dados e a adoção de medidas de segurança adequadas para evitar violações ou uso indevido dos dados descartados. Cabe destacar que informações sensíveis, como dados de saúde ou informações confidenciais dos alunos, podem exigir precauções adicionais no descarte, como destruição física dos documentos ou uso de métodos avançados de anonimização.

Ao se tratar de um FI colaborativo, a etapa referente à responsabilidade compartilhada, que requer a identificação de todos os envolvidos na gestão dos dados educacionais, é extremamente importante. Para tanto, se faz necessário estabelecer responsabilidades relacionadas ao descarte. Isso pode incluir equipes de TI, profissionais de proteção de dados, educadores e demais colaboradores. Todos devem estar cientes de suas obrigações para garantir que os dados sejam descartados corretamente.

Após a decisão pelo descarte do dado ou da informação, é necessário manter registros detalhados do processo de descarte, o que inclui datas, métodos utilizados e confirmação de que os dados foram adequadamente eliminados. Este registro está amplamente relacionado à questão da qualidade que, por sua vez, relaciona-se com o fator integração. De acordo com Sant'Ana (2016), o agravante da destruição de um conjunto de dados ou informações é a redução da possibilidade de análises comparativas ao longo do tempo ou a partir de contextos diferentes, o que pode ocasionar conclusões equivocadas. Logo, o processo de descarte deve manter informações detalhadamente registradas sobre o processo de eliminação, de tal forma

que em consultas futuras seja possível ter relação com o contexto afetado. Isso ajuda a comprovar a conformidade com as políticas e regulamentos aplicáveis.

Em função dos custos de armazenamento cada vez menores, têm-se a possibilidade de manter inativos ou em cópias de dados, aqueles dados e informações considerados para o descarte por motivo de eficiência e desempenho do sistema. Para Sant'Ana (2016) deve ser buscada a preservação destes dados, mesmo quando não parecem ser mais úteis, pois podem surgir novas necessidades, não previstas, que venham a requerer os dados eliminados. O autor ressalta que o armazenamento de uma cópia de dados excluídos, pode ocorrer em formato e estruturas diferentes das originais e isto configura um novo ciclo de vida para os dados.

Desta forma, a etapa de descarte do FI para a gestão da aprendizagem orientada pela perspectiva informacional, requer uma abordagem integrada. Essa abordagem garante um descarte adequado e responsável dos dados e informações educacionais, protegendo a privacidade, a segurança e a integridade dos dados ao longo de seu ciclo de vida. Manter um registro detalhado das atividades de descarte é fundamental para rastrear e monitorar todas as ações realizadas, proporcionando transparência e responsabilidade na gestão dos dados, enquanto promove a eficiência e a conformidade com as regulamentações de proteção de dados.

A implementação do módulo de descarte no protótipo computacional (Figura 29) permite aos professores gerenciarem o processo de descarte, mantendo a garantia da privacidade, segurança e eficiência na gestão dos dados educacionais. Inicialmente, este módulo oferece a capacidade de identificar e definir critérios de descarte, fornecendo diretrizes claras sobre quando os dados educacionais devem ser descartados, como a conclusão do período de retenção legal ou a expiração da necessidade de uso dos dados. Além disso, o protótipo computacional apresenta as políticas e procedimentos institucionais para orientar o descarte apropriado, abrangendo métodos de anonimização, destruição física ou exclusão eletrônica, conforme necessário para garantir a conformidade com as regulamentações de proteção de dados. A integração dos requisitos legais, regulatórios e éticos é essencial nesse processo, assegurando que o descarte seja realizado em conformidade com as normas éticas e legais aplicáveis. A responsabilidade compartilhada

também é contemplada, com a identificação dos envolvidos na gestão dos dados educacionais e a definição de suas responsabilidades relacionadas ao descarte, para tanto, o protótipo computacional apresenta a possibilidade de descarte somente para usuários que as detém. Ademais, a tela do módulo de descarte registra detalhadamente todas as atividades realizadas, incluindo datas, métodos utilizados e confirmação de eliminação dos dados, proporcionando transparência e responsabilidade na gestão dos dados. Essas funcionalidades são essenciais para manter a conformidade com as regulamentações de proteção de dados, promover a eficiência na gestão dos dados educacionais e garantir a integridade e segurança das informações ao longo de seu ciclo de vida.

Figura 29: Prototipação da tela de descarte de dados.

Descarte de Dados

Conheça as [políticas e procedimentos institucionais](#) para o descarte apropriado.

Agente Educacional: Prof 1 ☐ Estou ciente que ao selecionar estarei confirmando o descarte dos dados nessa situação problema.

Dado descartado: Descrição do dado a ser descartado

Critérios do Descarte

Critério 2

Critério 1
Critério 4

Justificativa:

Fonte: Autoria própria.

Com o módulo de descarte, é finalizada a apresentação da construção do modelo de fluxo informacional EduFlow e a implementação da prototipação computacional como ferramenta essencial para a otimização dos processos informacionais em ambientes de ensino e aprendizagem. Considerando as questões de pesquisa delineadas, o foco esteve na elaboração de um modelo que proporciona suporte eficaz às tomadas de decisão pedagógicas dos professores, baseando-se na integração de fundamentos teóricos da Ciência da Informação, Ciência da Computação e Educação.

Ao alinhar o modelo proposto aos objetivos específicos delineados, foram identificadas oportunidades para o emprego de recursos tecnológicos que enriquecem o retrato do aluno no ambiente de aprendizagem e facilitam as tomadas de decisões informadas por dados. Nesse contexto, a prototipação computacional desenvolvida se destacou como uma ferramenta tangível para a materialização dessas oportunidades, fornecendo subsídios tecnológicos relevantes para os professores.

Ademais, ao considerar os cenários de validação levantados, constatou-se que o modelo de fluxo informacional EduFlow possui o potencial de fornecer *insights* valiosos para as tomadas de decisões pedagógicas, contribuindo também para a realização de intervenções mais eficientes. A interseção entre teoria e prática, delineada ao longo deste capítulo, refletiu o compromisso em buscar uma abordagem integrada para lidar com os desafios da gestão de dados educacionais. Portanto, à luz dos objetivos traçados e dos cenários consideradas, o próximo passo é a realização da prova de conceito, na qual serão verificados a viabilidade de implementação do modelo proposto, contribuindo para o avanço deste estudo e para o aprimoramento das práticas relacionadas à gestão de dados educacionais.

4. PROVA DE CONCEITO

Este capítulo é dedicado à apresentação da Prova de Conceito (PoC) do modelo de fluxo informacional EduFlow, bem como, dos artefatos tecnológicos prototipados. A PoC é uma etapa realizada no desenvolvimento e avaliação de um conceito, ideia ou projeto, com o propósito de demonstrar a viabilidade técnica e prática de sua implementação. Trata-se de um processo investigativo que visa testar a aplicação do modelo em um ambiente controlado simulado, para verificar se ele cumpriu os objetivos propostos, reduzindo riscos e fornecendo *insights* para a implementação e o desenvolvimento contínuo da solução.

A execução desta PoC contempla a etapa de desenvolvimento e experimentação do artefato, conforme preconizado pela metodologia DSR, que coloca em ênfase significativa a criação de artefatos práticos, como o protótipo proposto, que podem ser aplicados no mundo real. Logo, este capítulo visa investigar empiricamente a viabilidade do modelo, bem como verificar se ele atende aos objetivos específicos delineados, responder as questões de pesquisa estabelecidas, confirmar ou refutar os cenários considerados e identificar possíveis desafios, limitações ou áreas de melhoria do modelo durante a implementação prática. A condução da PoC segue o conjunto de etapas definidas e apresentadas na Quadro 6:

Quadro 6: Etapas de execução da PoC.

Etapa	Descrição
Definição dos objetivos da PoC	Estabelecer os objetivos específicos da PoC, identificando as métricas de avaliação e os critérios de sucesso.
Introdução dos Dados	Coletar e inserir dados iniciais, relevantes no protótipo, representando diferentes cenários e situações educacionais.
Execução das Etapas do Modelo de Fluxo Informacional EduFlow	Implementar as etapas do modelo de fluxo informacional no protótipo, seguindo as diretrizes e procedimentos estabelecidos no Capítulo 3.
Análise e Avaliação dos Resultados	Analisar os dados processados pelo protótipo e avaliar sua eficácia na otimização dos processos informacionais e no suporte às decisões pedagógicas, considerando os objetivos e hipóteses do trabalho.
Identificação de Desafios e Melhorias	Identificar possíveis desafios, limitações ou áreas de melhoria no protótipo e no modelo de fluxo informacional, destacando oportunidades de aprimoramento.

Fonte: Autoria própria.

O objetivo da PoC é demonstrar a viabilidade técnica e a aplicabilidade do modelo de fluxo informacional EduFlow em um contexto educacional simulado. Visa-se validar a capacidade de otimizar processos informacionais e aprimorar as tomadas de decisões pedagógicas em um cenário hipotético. A PoC busca especificamente:

1. Demonstrar como o modelo EduFlow pode ser utilizado para identificar as necessidades informacionais em um contexto educacional simulado, destacando a capacidade dos *dashboards* de refletir essas necessidades através da visualização de dados.
2. Apresentar a metodologia para coleta, tratamento e processamento de dados dentro do modelo proposto.
3. Apresentar a utilidade dos *dashboards* na identificação de tendências e padrões em dados simulados, focando em variáveis como engajamento e performance estudantil.
4. Formular recomendações para ajustes e melhorias no modelo, com base na análise de cenário simulado, antecipando desafios e identificando oportunidades para o desenvolvimento do artefato computacional e implementação futura em contextos reais de ensino.

A Quadro 7 elucida a integração e o alinhamento estratégico entre os objetivos específicos da PoC e os componentes fundamentais desta pesquisa — incluindo os objetivos gerais, as questões de pesquisa e os cenários formulados. Este quadro visa apresentar de forma sistemática e clara como cada objetivo delineado para a PoC contribui diretamente para o avanço do entendimento das questões de pesquisa estabelecidas, além de fornecer um meio concreto para o teste dos cenários propostos. Ao oferecer este panorama estruturado, destaca-se a coerência metodológica da pesquisa e enfatiza a relevância prática da PoC no contexto da investigação, demonstrando seu papel na viabilidade do modelo de fluxo informacional EduFlow.

Quadro 7: Alinhamento entre os objetivos da PoC e os componentes fundamentais da pesquisa.

Objetivos da PoC	Alinhamentos com:		
	Objetivos da Tese	Questões de Pesquisa	Cenários
1	Explora a capacidade do modelo proposto de aprimorar processos informacionais e de tomada de decisão.	Responde à questão sobre como o modelo pode otimizar os processos informacionais em ambientes educacionais.	Testa a suposição de que o EduFlow pode melhorar a identificação de necessidades informacionais, fundamentando decisões pedagógicas mais informadas.
2	Avalia a funcionalidade do modelo proposto na gestão de dados educacionais.	Aborda a questão de como um arranjo tecnológico baseado em EduFlow pode oferecer suporte eficaz ao fluxo informacional.	Verifica o cenário de que processos de coleta e análise de dados integrados ao EduFlow podem otimizar a gestão da informação.
3	Investiga a aplicabilidade prática do modelo proposto para informar decisões pedagógicas.	Contribui para responder se o EduFlow, através dos dashboards, pode facilitar a tomada de decisões pedagógicas.	Avalia a eficácia dos dashboards em revelar tendências e padrões, suportando a hipótese de que o modelo promove decisões baseadas em evidências.
4	Reflete sobre a capacidade do modelo proposto de melhorar a comunicação de informações essenciais.	Relaciona-se com a questão de como os dashboards podem apoiar efetivamente as decisões pedagógicas.	Confirma ou refuta o cenário de que dashboards bem projetados melhoram a clareza e utilidade das informações, facilitando decisões pedagógicas mais eficazes.
5	Fornece diretrizes para a evolução contínua do modelo proposto, visando sua aplicação real.	Toca na questão de como o modelo e os dashboards podem ser adaptados para melhor atender às necessidades educacionais.	Auxilia na revisão dos cenários ao identificar limitações práticas, sugerindo melhorias baseadas nas observações da PoC.

Para atender tais objetivos é proposto um protótipo computacional, que foi planejado com base nos fundamentos teóricos da Ciência da Informação e Ciência da Computação, com o objetivo de oferecer suporte tecnológico ao modelo de fluxo informacional EduFlow em ambientes de ensino e aprendizagem. Esse protótipo visa favorecer a transdução informacional no contexto da gestão da aprendizagem, fornecendo suporte ao processo de identificação das necessidades informacionais que motivam as decisões pedagógicas dos agentes educacionais. O protótipo inclui um módulo específico para a identificação e registro de novas necessidades informacionais, permitindo a edição e atualização conforme necessário. Além disso, oferece a funcionalidade de seleção de dados relevantes e armazenamento adequado das informações, com o intuito de facilitar a coleta, organização e análise de dados.

Para embasar essa PoC com um cenário educacional, é imperativo a inserção de dados iniciais, abarcando elementos essenciais como turmas, cursos, alunos e agentes educacionais. Esta etapa inicial busca simular contextos educacionais, recorrendo a dados reais, derivados de ambiente acadêmico e de ensino e aprendizagem, de uma disciplina específica, de um curso superior de uma IES, que refletem a complexidade e a diversidade do contexto educacional.

Na condução desta PoC, a inserção dos dados iniciais ocorreu de forma direta em um Banco de Dados estruturado. O uso deste Banco de Dados assegura uma gestão organizada e acessível das informações, beneficiando-se das características intrínsecas de um sistema relacional em termos de integridade, consulta e escalabilidade dos dados. Entretanto, para garantir a acessibilidade e usabilidade do produto computacional, é necessário que seja oferecido mecanismos simplificados, automatizados e com interfaces que favoreça a inserção e atualização de dados. Essa abordagem visa promover a autonomia dos usuários e facilitar a manutenção e atualização do sistema ao longo do tempo.

Esta inserção inicial de dados foi realizada de forma anonimizada e foram adaptadas técnicas de anonimização recomendadas por Santos (2023). Essas técnicas foram aplicadas para alterar os dados de maneira a prevenir a identificação de quaisquer indivíduos específicos. Tal procedimento assegura que, embora os dados iniciais forneçam uma fundação

realista para a avaliação do modelo EduFlow, eles permaneçam desvinculados de informações pessoais autênticas. Isso garante a preservação da integridade e da confidencialidade das informações simuladas.

No processo de anonimização dos dados, foram aplicadas técnicas, sugeridas por Santos (2023), que visam remover ou modificar informações identificáveis de forma a garantir a privacidade e proteção das informações dos alunos, como a remoção de identificadores diretos, como nomes completos e números de identificação pessoal, substituindo-os por códigos ou identificadores únicos, garantindo que os dados não possam ser vinculados a indivíduos específicos. Além disso, informações sensíveis, como características físicas ou detalhes específicos sobre cursos, turmas e históricos médicos, podem ser generalizadas ou agrupadas de forma a preservar a privacidade dos alunos.

No contexto de aplicação do modelo de fluxo informacional em ambiente real, o processo de anonimização dos dados é reduzido, uma vez que é essencial garantir o direito ao acesso à informação aos professores para a tomada de decisões pedagógicas informada por dados. No entanto, é imprescindível implementar medidas de segurança e controle de acesso que garantam a privacidade dos dados dos alunos, em conformidade com regulamentações como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). Um sistema eficiente deve incorporar políticas de acesso baseadas no princípio da necessidade de conhecer, concedendo acesso apenas às informações relevantes para as atividades desempenhadas pelos agentes educacionais. Além disso, a aplicação de técnicas de criptografia e pseudonimização pode ser empregada para proteger ainda mais os dados sensíveis, garantindo que apenas usuários autorizados possam acessá-los. Ademais, é fundamental estabelecer mecanismos de auditoria e monitoramento contínuo para detectar e mitigar possíveis violações de privacidade dos dados, assegurando a conformidade com as regulamentações de proteção de dados e promovendo a confiança dos usuários no sistema. Essas práticas alinhadas aos princípios da Ciência da Informação contribuem para a construção de um ambiente informacional seguro e ético, onde a privacidade dos dados dos alunos é preservada.

Concluída a anonimização e a inserção dos dados iniciais, é iniciada a "Execução das Etapas do Modelo de Fluxo Informacional EduFlow" desta PoC. Esta execução constitui o cerne

da PoC, marcando o ponto onde é simulado a operacionalização do modelo em um contexto educacional. A exposição detalhada dessa fase é apresentada na próxima seção, delineando as metodologias adotadas e, na sequência, os resultados obtidos.

4.1. Aplicação do Modelo EduFlow

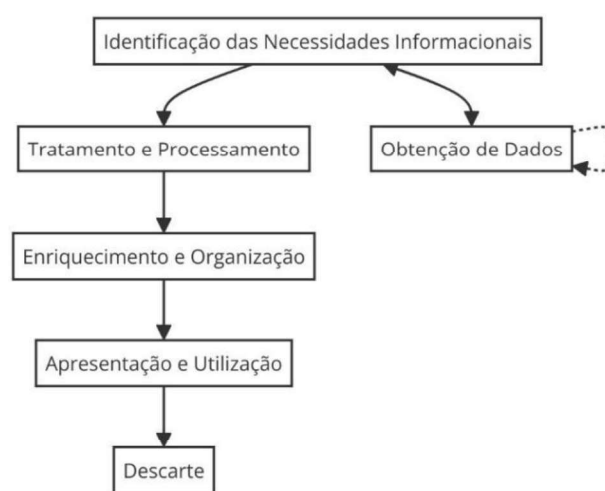
A aplicação e avaliação do modelo EduFlow foram conduzidas de acordo com as diretrizes e procedimentos estabelecidos no Capítulo 3. O protótipo sugerido foi projetado para coletar, organizar e facilitar a encontrabilidade e o compartilhamento das informações necessárias para a tomada de decisões pedagógicas informadas. Entretanto, é importante salientar que não foram implementados critérios de segurança e outras considerações vitais, referentes ao desenvolvimento de software, preconizados pela Engenharia de Software, para a sua aplicação real. Estes aspectos, embora não realizados nessa PoC, são essenciais para o emprego efetivo do modelo em ambientes educacionais reais e devem ser cuidadosamente planejados, implementados e validados em futuras etapas de desenvolvimento de software.

Para a análise dos dados coletados pelo protótipo, optou-se pelo uso da ferramenta *on-line Looker Studio*, uma escolha justificada pela sua robustez, flexibilidade e capacidade de integrar, visualizar e analisar dados de fontes diversas de maneira eficaz. A utilização do *Looker Studio* permitiu uma análise dinâmica das informações, facilitando a compreensão das necessidades informacionais e a avaliação das estratégias pedagógicas aplicadas. No entanto, é importante salientar que este uso do Looker Studio se deu no contexto de um protótipo em fase de testes para análise de viabilidade. Para uma implementação efetiva do modelo EduFlow em ambientes educacionais real, é essencial que os recursos analíticos utilizados sejam integrados ao sistema computacional que promove o uso do modelo EduFlow. Esta integração garantirá uma análise de dados contínua e alinhada com o sistema de gestão da aprendizagem e auxiliará na promoção de uma cultura informacional robusta.

A metodologia empregada na execução das etapas do Modelo EduFlow, durante a realização desta prova de conceito, segue uma abordagem sequencial e paralela, apresentada na Figura 30, conforme a necessidade de dados forem identificadas ao longo da aplicação do modelo. A aplicação do modelo tem início com o Módulo de "Identificação das Necessidades

Informacionais". Nesta fase, é inserida a necessidade e estabelecido o alicerce para a subsequente coleta e análise de dados. Devido à ausência inicial de dados no protótipo, o Módulo de "Obtenção de Dados e Informações" é acionado paralelamente, permitindo a inserção de dados relevantes. Conforme os dados necessários são integrados ao sistema, a execução avança para o Módulo de "Tratamento e Processamento", onde os dados coletados são refinados e preparados para análise. Segue-se, então, para o Módulo de "Enriquecimento e Organização", no qual os dados processados são estruturados de maneira a facilitar sua interpretação e aplicação nos contextos educacionais relevantes.

Figura 30: Fluxograma da sequência de execução do Modelo EduFlow na PoC.



Fonte: Autoria própria.

A quinta fase refere-se ao Módulo de "Apresentação e Utilização", a qual concentra-se na visualização dos dados enriquecidos e organizados, transformando-os em *insights* acionáveis para a tomada de decisões pedagógicas. Esta etapa emprega a ferramenta analítica *Looker Studio* para apresentar os dados de forma que suporte as intervenções educacionais. Embora o Módulo de "Descarte" possa ser acionado em qualquer ponto do processo, ele é apresentado ao final da sequência para enfatizar a importância da gestão contínua e responsável dos dados, incluindo a remoção segura de informações, garantindo a relevância e a precisão do repositório de dados ao longo do tempo.

4.1.1. Aplicação do Módulo de “Identificação das Necessidades Informacionais”

Iniciando a execução prática das etapas do Modelo de Fluxo Informacional EduFlow, a primeira fase abordada é a Identificação das Necessidades Informacionais. Esta etapa fundamenta-se na análise criteriosa dos dados para discernir requisitos que possam influenciar a eficácia pedagógica e o engajamento dos alunos, por meio de tomadas de decisões informadas. Através do protótipo computacional, essa fase visa mapear as demandas informacionais latentes dentro do contexto educacional simulado.

Cabe ressaltar que no estágio inicial da PoC, a inserção de dados concentra-se primariamente em informações básicas, sem incluir dados detalhados sobre comportamentos ou interações dos alunos com o ambiente educacional. Contudo, é importante reconhecer que a identificação das necessidades informacionais nesta fase inicial, pode se apresentar de forma menos informada devido à ausência de dados comportamentais detalhados.

A eficácia do modelo EduFlow na identificação das necessidades informacionais depende significativamente da riqueza e profundidade dos dados analisados, bem como da compreensão da cultura informacional do ambiente educacional. A identificação inicial das necessidades informacionais serve como um ponto de partida, estabelecendo um entendimento básico das dinâmicas educacionais. Contudo, a capacidade do modelo de identificar necessidades de forma precisa e detalhada se intensifica com a inserção de dados mais específicos sobre o comportamento e a interação dos alunos, assim como, com o entendimento da cultura informacional que permeia o ambiente de ensino e aprendizagem.

Assim, o modelo EduFlow é projetado para operar de maneira iterativa, onde cada nova inserção de dados contribui para o refinamento e aprimoramento da identificação das necessidades informacionais, o que reforça a necessidade de desenvolver uma cultura informacional que priorize a inserção de dados. À medida que informações adicionais sobre as interações dos alunos com o ambiente virtual, seu comportamento e outras, são inseridas e analisadas, o modelo torna-se progressivamente mais informado e apto a identificar necessidades com maior precisão.

A identificação das Necessidades Informacionais pode ser realizada de duas formas complementares: por meio da sua identificação a partir das análises obtidas oriundas dos

dashboards da ferramenta e pela inserção direta por parte de agentes educacionais. Nesta primeira intervenção, prioriza-se a identificação das necessidades informacionais como uma inserção direta. O papel ativo do professor nesta fase permite uma primeira camada de discernimento sobre as necessidades informacionais latentes, preparando o terreno para análises mais aprofundadas conforme novos dados comportamentais e de interação sejam integrados ao sistema.

Nesta primeira intervenção foi realizado o cadastro da necessidade denominada “Engajamento dos Alunos” (Figura 31). Neste processo, foram inseridos no protótipo dados específicos, incluindo a identificação da necessidade (“Engajamento dos Alunos”), o professor, indicado como agente educacional responsável pela inserção, assim como informações sobre o curso, turma, série e componente curricular envolvidos. Estas informações são documentadas no modelo EduFlow, visando assegurar uma análise contextual e precisa. A descrição e a justificativa para a inclusão dessa necessidade informacional basearam-se na motivação para melhorar a interação dos alunos com os materiais e atividades propostas, visando otimizar a experiência de aprendizagem e a eficácia das estratégias pedagógicas.

Este cadastro no protótipo reflete o primeiro estágio do processo de quatro estágios proposto no módulo de identificação das necessidades informacionais. É nesta fase que se reconhece a motivação que desperta a necessidade de decisões pedagógicas aprimoradas. Por fim, A escolha de focar no engajamento dos alunos foi projetada para avaliar a abordagem sistemática e estruturada para a intervenção educacional, conforme prevê o modelo EduFlow.

As necessidades Informacionais inseridas no protótipo são exibidas (Figura 32) de forma organizada e acessível, possibilitando aos professores uma visão ampla das demandas identificadas tanto em um contexto compartilhado quanto naqueles específicos para o usuário em sessão. Além de listar as necessidades cadastradas, esta tela fornece um indicador de sucesso para cada necessidade, visualmente representando o progresso em direção ao atendimento das demandas identificadas e o impacto das ações pedagógicas implementadas. Os Botões de ação oferecem acesso direto ao módulo de “Obtenção de Dados e Informações”, por meio do botão “Sel. Dados”, facilitando a coleta e análise de dados adicionais para fundamentar as decisões pedagógicas, opções para visualização de relatórios detalhados, que

permitem uma análise aprofundada das necessidades e de suas soluções, enquanto o botão armazenamento possibilita arquivar as necessidades que não são mais pertinentes ao contexto educacional atual.

Figura 31: Tela de "Cadastro das Necessidades Informacionais".

Protótipo

Volta

Lista Necessidades Lista Dados

Cadastro de Necessidade

Objetivo*

Engajamento dos Alunos

Agente

Agente Educacional 1

Curso

Curso A

Turma

3 Ano

Série

3

Componente Curricular

Disciplina 1

Aluno

Descrição*

Compreender a interação dos estudantes com os diversos componentes do processo de aprendizagem, incluindo o material do curso, recursos online, fóruns de discussão e outras ferramentas pedagógicas.

Justificativa

Esta necessidade informacional permite identificar áreas onde o engajamento pode ser aprimorado, destacando oportunidades para o refinamento de estratégias pedagógicas e o desenvolvimento de recursos mais envolventes e efetivos.

Cadastrar

Fonte: Autoria própria.

Na progressão desta PoC, a etapa subsequente do módulo de Identificação das Necessidades do Modelo EduFlow envolve a definição precisa do escopo da necessidade informacional. Seguindo as orientações de Sant'Ana (2016), esta etapa sublinha a necessidade

de elaborar um plano de ação que abrange desde a análise da viabilidade até a execução eficiente da coleta de dados. Este plano inclui a especificação dos tipos de dados requeridos, a identificação das características desejadas dos dados, a determinação dos dados necessários e a localização das fontes de dados pertinentes. Aspectos como formato dos dados, tratamentos necessários para adequação às necessidades, privacidade, e a integridade física e lógica dos dados são considerados cruciais.

Figura 32: Tela de “Identificação das Necessidades Informacionais”.

O protótipo da tela apresenta uma interface com uma barra superior verde contendo o título 'Protótipo' e links para 'Listar Necessidades' e 'Listar Dados'. O cabeçalho principal da seção é 'Identificação das Necessidades Informacionais', acompanhado de um botão 'Incluir Novo Objetivo'. Abaixo, há campos de filtro para 'Agente Educacional', 'Curso', 'Turma', 'Componente Curricular' e 'Aluno', cada um com o texto 'Não filtrar'. Um botão 'Filtrar' está centralizado. Na base, uma tabela exibe dados de exemplo:

Objetivo	Indicadores de Sucesso	Data da Coleta	Opções	
Engajamento do Aluno	0%	2 de Abril de 2024	Sei. Dados	Relatórios

Um botão 'Armazenar' está localizado à direita da tabela.

Fonte: Autoria própria.

Diante disto, estabeleceu-se que o escopo a ser considerado para esta primeira intervenção refere-se a dados quantitativos, extraídos do registro de log do LMS, no formato HTML, referente a frequência de acesso a disciplina e ao material da disciplina, número de postagem em fóruns de discussão, taxas de conclusão das tarefas, visualizações relatórios, número de *feedbacks* e de intervenções e conceitos obtidos. Também são considerados, dados obtidos por meio do relatório em formato PDF, do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE) que totalizam e especificam os alunos que possuem laudos médicos.

O terceiro estágio do módulo de Identificação das necessidades informacionais, refere-se à obtenção de dados necessários para fundamentar as decisões pedagógicas. A ausência inicial de dados pré-existentes no protótipo, orienta e direciona a condução desta PoC para a execução simultânea do módulo de “Obtenção de Dados e Informações” e ressalta a importância deste módulo na fundamentação dos demais componentes do modelo de FI

EduFlow. Essencialmente, essa etapa sublinha que a aquisição de dados e informações é fundamental para embasar os processos analíticos e decisórios inerentes as tomadas de decisões informadas.

Importante ressaltar que a execução do módulo de Obtenção de Dados e Informações não é linear, mas adaptativa e pode ser efetivada de maneira independente e em qualquer fase do processo, ilustrando a modularidade e a flexibilidade do modelo EduFlow. A colaboração informacional entre os profissionais da educação, caracterizada pelo compartilhamento efetivo de dados e informações, desempenha um papel fundamental neste modelo, refletindo a essência da cultura informacional que pode ser promovida pela aplicação do modelo EduFlow. Tal interação facilita a utilização de dados mais abrangente e diversificada e reforça a integração de perspectivas variadas no processo de análise, conforme preconizado na estrutura do modelo EduFlow. Portanto, a cooperação entre os participantes é vital para maximizar o potencial do modelo em promover tomadas de decisões informadas.

O módulo de “Obtenção de Dados e Informações” é ativado quando os profissionais da educação inserem dados ao sistema, de forma independente ou quando identificam que os dados disponíveis não são suficientes para embasar adequadamente as decisões pedagógicas. Essa necessidade de dados adicionais reflete a dinâmica e a complexidade inerentes ao ambiente educacional, onde informações constantemente atualizadas e específicas são essenciais para uma gestão efetiva da aprendizagem. Na condução desta primeira intervenção da PoC, este módulo é ativado pela total ausência de dados referentes as interações dos alunos no LMS.

A simultaneidade de execução destes módulos destaca uma característica distintiva do modelo EduFlow: a capacidade de navegar pela complexidade do ambiente informacional educacional, adaptando-se às necessidades emergentes à medida que os dados são coletados e analisados. Para tanto, a colaboração entre agentes educacionais e profissionais das Ciências da Informação e da Computação é fundamental nesse processo, garantindo que a coleta de dados não apenas atenda às exigências da necessidade informacional identificada, mas também contribua para uma base de dados robusta que suporte decisões pedagógicas informadas. Neste contexto, as estratégias para o armazenamento de dados coletados por

meio do módulo de “Obtenção de Dados e Informações” devem ser definidas levando em consideração as especificidades da instituição educacional ao qual o modelo é aplicado. Tal consideração assegura que a infraestrutura de dados seja compatível com as necessidades institucionais e que possa ser aprimorada periodicamente para refletir mudanças nas práticas pedagógicas e nas tecnologias de informação.

As estratégias de armazenamento desenvolvidas no protótipo, visam suportar efetivamente a coleta e análise de informações no contexto desta PoC. Este protótipo utiliza um banco de dados estruturado para armazenar dados quantitativos e qualitativos relacionados às interações e comportamento dos alunos, facilitando a organização, o acesso e a análise desses dados de maneira eficiente. Adicionalmente, para o manejo de arquivos e dados não estruturados, como documentos textuais, o protótipo recorre a um repositório comum, o qual serve como um índice direcionando para os dados em questão, permitindo uma gestão flexível e acessível desses recursos.

Este repositório, especialmente desenvolvido para a condução da PoC e a validação do modelo EduFlow, reflete uma abordagem pragmática e adaptável à gestão da informação educacional simulada. Ressalta-se, porém, que, em um contexto de aplicação real, as estratégias e estrutura de armazenamento adotadas devem ser rigorosamente avaliadas e aprimoradas para atender às exigências de integridade, segurança e privacidade dos dados, conforme evidenciado por Torino, Vidotti e Sant’Ana (2019). A infraestrutura de dados deve, portanto, ser projetada para garantir a compatibilidade com as necessidades institucionais e a sua viabilidade a longo prazo, considerando aspectos críticos como a proteção de dados sensíveis, a conformidade com legislações vigentes e a capacidade de adaptação a evoluções tecnológicas e metodológicas no ambiente educacional.

Na prototipação desta tela (Figura 33) é proposta a apresentação de uma listagem dos dados já disponíveis no sistema, permitindo aos agentes educacionais selecionarem as informações específicas que desejam utilizar para atender a uma determinada necessidade informacional. Além disso, a interface sugerida é equipada com opções que facilitam a inserção de novos dados, essencial para a atualização e enriquecimento do repositório de informações. Simultaneamente, oferece a funcionalidade de descarte para dados que, após

revisão e análise, são considerados obsoletos ou desnecessários, garantindo assim a relevância e a atualidade do banco de dados. A funcionalidade de descarte é abordada com maior profundidade em seção subsequente. A configuração sugerida para esta interface reflete a importância de um sistema que promove uma cultura de gestão da informação colaborativa entre os agentes educacionais.

Figura 33: Tela de "Seleção de Dados".

Protótipo

Listar Necessidades Listar Dados

Incluir Novo Dado

Voltar

Agente Educacional
Agente Educacional 1

Curso
Curso A

Turma
3 Ano

Componente Curricular
Disciplina 1

Aluno
None

Selecionar Dados

Selecione os dados que deseja associar a necessidade informacional: **Engajamento do Aluno**

Fonte de Dados	Conteúdo	Data da Coleta	Anexo	Usar
Usar Dados				

Fonte: Autoria própria.

A inserção de dados e informações (Figura 34), conforme delineado no modelo EduFlow, segue um processo estruturado e, no contexto desta PoC, alinhado com a necessidade informacional considerada para esta simulação. A tela desenvolvida para este processo facilita a inclusão de dados de diversas fontes, possibilitando a identificação clara da origem (fonte do dado), do profissional da educação responsável pela inserção, e detalhes específicos, quando aplicável, como curso, turma, série, componente curricular, e, em alguns casos, informações direcionadas a um aluno específico.

Este procedimento de inserção é essencial para garantir que o repositório de dados e informações seja consistentemente alimentado com dados pertinentes, atualizados e úteis para a análise e tomada de decisão. A descrição específica, inserida pelo profissional da educação durante o processo de inclusão de dados, oferece um contexto adicional importante, que esclarece os objetivos e intenções subjacentes à inserção de cada dado ou informação. Além de enriquecer a compreensão dos dados, essa descrição pode servir como um insumo para auxiliar os professores nas tomadas de decisão.

Figura 34: Tela de "Inserção de Dados e Informações".

Cadastro de Dados

Fonte*

Moodle

Agente*

Agente Educacional 1

Curso

Curso A

Turma

3 Ano

Serie

3

ComponenteCurricular

Disciplina 1

Aluno

Descrição Específica*

Registro de log do Moodle para a disciplina 1 do Curso A, do ano de 2023. Este registro captura as interações dos alunos com o ambiente de aprendizagem virtual, incluindo acesso a materiais, participação em fóruns e conclusão de atividades. Sua inclusão tem como objetivo analisar o engajamento estudantil, identificando áreas de alto interesse e possíveis dificuldades enfrentadas. Os insights obtidos visam orientar ajustes nas estratégias de ensino e nos recursos do curso, buscando melhorar a eficácia pedagógica e o engajamento dos alunos.

Anexo

Escolher Arquivo

logs_Disci1_CursoA-2023_2024.html

Cadastrar

Fonte: Autoria própria.

O mecanismo de anexação de dados em formatos não estruturados, armazenados no repositório com um índice no banco de dados estruturado apontando para o anexo, reflete uma abordagem flexível e adaptativa à gestão de dados. Essa estratégia permite que os

profissionais da educação insiram e acessem informações de diversas naturezas e formatos, facilitando a integração de dados multifacetados que podem ser importantes para as tomadas de decisões pedagógicas.

A estrutura de armazenamento deve assegurar a disponibilidade, privacidade, integridade, qualidade dos dados e a sua encontrabilidade, sendo esta última, uma necessidade imperativa para a gestão eficaz da informação educacional. Além disso, é fundamental que o sistema de armazenamento seja flexível para adaptar-se às particularidades de cada instituição de ensino, conforme as orientações de Sant'Ana (2016) e Torino, Vidotti e Sant'Ana (2019).

No contexto desta PoC, foram inseridos o registro de log do LMS Moodle, em formato HTML (Figura 35), abarcando detalhes sobre o acesso e as atividades realizadas e acessadas pelos alunos, bem como os conceitos obtidos, e o registro de laudos fornecidos pelo Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (Figura 36), contendo informações pertinentes às necessidades específicas dos alunos.

Figura 35: Parte do registro de log, em formato HTML.

Hora	Nome completo	Usuário afetado	Contexto do Evento	Componente	Nome do evento	Descrição	Origem	endereço IP
13/03/23, 10:20:37	Aluno X	Aluno X	Disciplina 1	Logs	Relatório de log visto	The user with id '4942' viewed the log report for the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
13/03/23, 10:19:42	Aluno X	Aluno X	Disciplina 1	Sistema	Curso visto	The user with id '4942' viewed the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
22/02/23, 15:39:17	Aluno X	Aluno X	Disciplina 1	Sistema	Backup do curso criado	The user with id '4942' created a backup of the course with the id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 11:11:19	Aluno X	Aluno X	Disciplina 1	Estatísticas	Relatório de estatísticas visualizado	The user with id '4942' viewed the statistics report for the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 11:11:12	Aluno X	Aluno X	Disciplina 1	Estatísticas	Relatório de estatísticas visualizado	The user with id '4942' viewed the statistics report for the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 11:10:57	Aluno Y	Aluno Y	Disciplina 1	Sistema	Curso visto	The user with id '4942' viewed the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 09:28:32	Aluno Y	Aluno Y	Disciplina 1	Sistema	Curso visto	The user with id '4942' viewed the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 09:28:30	Aluno Y	Aluno Y	Disciplina 1	Sistema	Curso atualizado	The user with id '4942' updated the course with id '9829'.	web	000.00.000.00

Fonte: Autoria própria.

Curso	Turma	Aluno	Diagnóstico
Curso 1	X	Aluno A	TDAH
Curso 1	X	Aluno B	D. A. Unilateral
Curso 1	X	Aluno C	TDAH
Curso 1	X	Aluno D	TEA
Curso 1	X	Aluno E	TDAH

Figura 36 - Trecho do relatório do NAPNE

Os procedimentos de anonimização aplicados no contexto da utilização de registros de LOG, para a prova de conceito são propostos por Santos (2023). Para garantir a privacidade dos dados dos alunos, foram removidas informações sensíveis, como hora, usuário afetado, descrição, origem, endereço IP e contexto do evento. Além disso, o componente "Nome completo" foi substituído por um ID único para cada usuário, preservando assim a identidade dos alunos. A identificação de curso foi substituída pelo termo "Curso A" e a turma representada pelo termo "3 Ano", assim como, o nome do professor, também foi substituído por "Agente Educacional 1".

Após a inserção dos dados considerados inicialmente para satisfazer a necessidade informacional em foco, o modelo EduFlow prossegue para a quarta etapa do Módulo de "Identificação das Necessidades Informacionais". Nesta fase, é realizada uma avaliação para determinar se os dados coletados são suficientes para satisfazer a necessidade em questão. Esta avaliação é essencial para garantir que a base de dados coletada seja adequada e o mais completa possível, proporcionando um suporte robusto para decisões pedagógicas informadas. Ela é efetuada pelo professor e, no contexto desta PoC, foi realizado um processo manual, sistemático e iterativo. Inicialmente, foi revisado os objetivos e metas da necessidade informacional, verificada a completude e a relevância dos dados coletados, e avaliado a sua qualidade focando na precisão, confiabilidade e atualidade.

Esta avaliação abrange também a suficiência dos dados em termos de volume e especificidade para suportar decisões pedagógicas eficazes. Ao considerar, especificamente, o objetivo desta PoC, a inclusão destes registros, que ocorreu de forma anonimizada para garantir a privacidade, foram consideradas suficientes na primeira intervenção, para mapear o engajamento estudantil e ajustar as estratégias pedagógicas às necessidades individuais.

Uma vez que os dados são avaliados e considerados suficientes, o processo avança para o Módulo de "Tratamento e Processamento", onde os dados são refinados, verificados e preparados para etapas subsequentes de análise e utilização. Entretanto, se em qualquer momento for identificado que os dados atuais são insuficientes, mesmo após inicialmente considerados adequados, é possível retornar ao Módulo de "Obtenção de Dados e

Informações” para adicionar dados, buscando garantir flexibilidade e precisão no processo de coleta.

4.1.2. Aplicação do Módulo de “Obtenção de Dados e Informações”

No modelo EduFlow, o Módulo de “Obtenção de Dados e Informações” ocorre em consonância ao Módulo de “Identificação das Necessidades Informacionais” e pode ser realizado independente ou paralelamente, conforme já apresentado na seção anterior. Esta simultaneidade é essencial, pois enquanto as necessidades informacionais são identificadas, a coleta de dados pertinentes pode ocorrer simultaneamente, garantindo que as informações necessárias para embasar decisões pedagógicas sejam prontamente disponibilizadas. O objetivo deste módulo é facilitar a captura dinâmica de uma variedade de dados educacionais, desde dados estruturados, como registros acadêmicos, até dados não estruturados, como as interações em ambientes de gestão de aprendizagem.

O protótipo sugerido para esta PoC incorpora uma interface (Figura 37) que cataloga os dados já inseridos, facilitando o acesso e a manipulação dessas informações. Esta interface permite a inclusão de novos dados, replicando o procedimento estabelecido no módulo anterior e a adição de novas fontes de dados através de um cadastro simplificado, otimizando o processo de atualização e expansão do repositório de dados.

Adicionalmente, a interface oferece funcionalidades completas que permitem aos usuários acessarem dados detalhados, bem como descartar informações obsoletas ou irrelevantes, assegurando que o protótipo mantenha apenas conteúdos pertinentes e atualizados. Para uma navegação eficiente, o protótipo está equipado com filtros, permitindo aos professores refinarem a visualização dos dados baseados em múltiplos critérios como fonte, profissional da educação responsável, curso, turma, componente curricular e aluno específico. Uma vez que a necessidade informacional foi identificada e os dados pertinentes selecionados por meio da interface do protótipo, o processo está apto para avançar para a próxima etapa do modelo EduFlow: o módulo de “Tratamento e Processamento”.

Figura 37: Tela de "Listagem de Dados".

Protótipo Listar Necessidades · Listar Dados

Listagem de Dados

Fonte

Agente Educacional

Curso

Incluir Novo Dado **Incluir Nova Fonte**

Turma

Componente Curricular

Aluno

Exibir Dados Descartados ☐

Filtrar

Fonte de Dados	Conteúdo	Data da Coleta	Anexo	Descartar
Moodle	Registro de log do Moodle para a disciplina 1 do Curso A, do ano de 2023. Este registro captura as interações dos alunos com o ambiente de aprendizagem virtual, incluindo acesso a materiais, participação em fóruns e conclusão de atividades. Sua inclusão tem como objetivo analisar o engajamento estudantil, identificando áreas de alto interesse e possíveis dificuldades enfrentadas. Os insights obtidos visam orientar ajustes nas estratégias de ensino e nos recursos do curso, buscando melhorar a eficácia pedagógica e o engajamento dos alunos.	10 de Abril de 2024	Baixar	Descartar
Secretaria	Relatório do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas que identifica alunos neurodiversos. A inclusão deste relatório tem o objetivo de facilitar a identificação destes alunos, possibilitando aos educadores implementar intervenções personalizadas que promovem a equidade e acessibilidade.	10 de Abril de 2024	Baixar	Descartar

Fonte: Autoria própria.

4.1.3. Aplicação do Módulo de “Tratamento e Processamento”

O módulo de Tratamento e Processamento é dedicado à transformação dos dados brutos em informações estruturadas e analisáveis, refinando-os para eliminar discrepâncias, garantir a precisão e melhorar a utilidade dos dados para decisões pedagógicas subsequentes. O início do processo de tratamento de dados no contexto desta PoC, baseou-se fundamentalmente na metodologia proposta por Santos (2023). Esta metodologia preconiza a organização, tabulação e padronização dos dados, visando criar uma base de dados robusta e alinhada com as necessidades informacionais específicas da PoC. Os procedimentos adotados buscaram refinar os dados brutos para transformá-los em informações estruturadas que facilitam análises subsequentes e suportam decisões pedagógicas eficazes.

Conforme descrito por Santos (2023), o tratamento de dados iniciou com uma limpeza dos registros de log, eliminando inconsistência e preparando os dados para análises futuras. Sequencialmente foi realizada a seleção de eventos dentro destes registros, identificando especificamente aqueles eventos relevantes para o contexto educacional em análise. A Figura 36 exibe parte do registro de log considerado nesta PoC. Esta seleção foi seguida pela centralização dos dados ao redor dos alunos, considerando-os como núcleo das interações

dentro da plataforma de aprendizagem. Tal abordagem permitiu a contagem e sumarização das atividades realizadas por cada aluno e a associação destas atividades com os respectivos desempenhos acadêmicos, transformando registros descritivos em conjuntos de dados quantitativos e analisáveis.

Figura 38: Registro de Log anonimizado.

Hora	Nome completo	Usuário afetado	Contexto do Evento	Componente	Nome do evento	Descrição	Origem	endereço IP
13/03/23, 10:20:37	1	-	Disciplina 1	Logs	Relatório de log visto	The user with id '4942' viewed the log report for the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
13/03/23, 10:19:42	1	-	Disciplina 1	Sistema	Curso visto	The user with id '4942' viewed the course with id '9829'.	web	000.00.000.00
22/02/23, 15:39:17	1	-	Disciplina 1	Sistema	Backup do curso criado	The user with id '4942' created a backup of the course with the id '9829'.	web	000.00.000.00
21/02/23, 11:11:19	1	-	Disciplina 1	Estatísticas	Relatório de estatísticas visualizado	The user with id '4942' viewed the statistics report for the course with id '9829'.	web	000.00.000.00

Fonte: Autoria própria.

Ainda durante o processo de tratamento de dados, efetuou-se também a normalização dos dados obtidos a partir dos relatórios do NAPNE. Esta normalização foi realizada utilizando uma codificação numérica para representar os diversos neurotipos dos alunos, este método de normalização possibilitou a padronização e a futura análise dos dados. Todo o processo realizado até o momento incluiu verificações de consistência para assegurar a precisão e a confiabilidade das informações processadas.

Após a normalização, os dados do NAPNE foram integrados aos dados sumarizados dos registros de log do Moodle. Esta sumarização envolveu a criação de campos calculados, que foram projetados para sumarizar as interações dos alunos na plataforma, proporcionando uma visão agregada e detalhada de suas atividades. Durante este processo, foi essencial construir metadados adequados para cada conjunto de dados. A construção de metadados incluiu definições claras para cada campo calculado, como a natureza das interações e os parâmetros específicos do neurotipo. Isso foi necessário para assegurar a integridade, a precisão e a utilidade dos dados durante as análises subsequentes. Por fim, os dados integrados e transformados foram convertidos em tabelas estruturadas em uma planilha do Google®, como exibido na

Figura 39. Esta escolha se deu devido à compatibilidade com o *Looker Studio*, utilizado para a análise e visualização dos dados.

Figura 39: Planilha com Dados Integrados e Transformados.

Figura 35: Planilha com Dados Integrados e Transformados.									
1	Nome	Laudo	DiscA_Visualizada	Envio_Arquivo	DiscA	Envio_texto	DiscA	QuestionarioA_Rea	DiscA
7	6	0	4	0	0			1	
8	7	0	97	4	4			19	
9	8	0	2	0	0			0	
10	9	0	21	0	0			25	

Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que este módulo requer adaptações de acordo com as especificidades de cada necessidade informacional, considerando a natureza dos dados disponíveis e as particularidades da instituição de ensino envolvida. A adaptação deste módulo envolve ajustar os métodos de limpeza, normalização, e sumarização de dados para refletir as características únicas dos dados educacionais em questão, que podem variar amplamente de uma instituição para outra. Além disso, considerar o contexto institucional na configuração deste módulo ajuda a assegurar que os procedimentos de tratamento de dados respeitem os padrões de privacidade, segurança e compliance regulatório específicos ao ambiente educacional, reforçando a integridade e a aplicabilidade das informações processadas.

Nesta Prova de Conceito, a transformação e integração dos dados foram realizadas manualmente, fazendo uso de planilha eletrônica, para demonstrar o procedimento e estabelecer um padrão de tratamento. No entanto, esses processos têm potencial para serem completamente automatizados e parametrizados, permitindo uma operação mais eficiente e menos suscetível a erros humanos. A automação desses procedimentos pode ser configurada por meio de scripts de software que executam as tarefas de normalização, integração e sumarização de forma sistemática, utilizando critérios predefinidos que podem ser ajustados conforme a necessidade.

A conclusão da etapa de Tratamento e Processamento na PoC do modelo EduFlow marca um ponto crucial no ciclo de vida da informação, onde os dados brutos são transformados em informações estruturadas e prontas para análises mais profundas. Este módulo refinou os dados através de limpeza e normalização e os integrou de maneira eficaz, preparando-os para a próxima etapa do modelo: o módulo de Enriquecimento e Organização.

4.1.4. Aplicação do Módulo de “Enriquecimento e Organização”

O módulo de “Enriquecimento e Organização” visa aprimorar a utilidade dos dados já coletados e processados, introduzindo uma camada adicional de valor por meio da integração de metadados e da reestruturação informativa. O objetivo principal deste módulo é enriquecer os dados tratados com informações complementares que facilitam a

interpretação, análise e utilização eficaz pelos agentes educacionais. Isso envolve organizar os dados em estruturas mais complexas e intuitivas, que refletem as interações educacionais e promovem a encontrabilidade melhorada dentro do sistema.

A execução deste módulo seguiu a metodologia proposta por Santos (2023), que emprega análises descritivas e preditivas para oferecer uma visão compreensiva e prospectiva do comportamento estudantil. Importante destacar que, no contexto desta PoC, o objetivo não é demonstrar a eficácia dos algoritmos e ferramentas utilizados nestas análises, mas sim explorar como essas análises podem enriquecer o entendimento dos dados e suportar as decisões pedagógicas conforme as metas do projeto. A intenção é verificar a aplicabilidade e a relevância do modelo EduFlow em simular e antecipar condições educacionais, contribuindo para uma gestão educacional mais informada e estratégica.

A fase de análise começa com a identificação precisa dos eventos a serem analisados, considerando a necessidade informacional selecionada e utilizando os dados históricos das turmas anteriores e os registros atuais, como base para a análise. Os índices e métricas considerados nesta PoC para a análise descritiva, incluem o total de visualizações da disciplina, a média de submissões de tarefas, a visualização de feedbacks e o total de intervenções ocorridas. Já a análise preditiva consiste em prever o conceito que o aluno irá obter, mediante suas intervenções. Estes indicadores foram escolhidos por representarem aspectos do engajamento estudantil, que são importantes para avaliar a eficácia das estratégias pedagógicas aplicadas.

Para garantir que esses índices fossem comparáveis entre turmas com diferentes volumes de atividades disponibilizadas, diferentes quantidades de alunos matriculados e diferente tempo transcorrido de curso, foi necessário normalizar estes dados. Para exemplificar, é exibido na Equação 1 a normalização implementada nas visualizações das disciplinas, onde o total de visualizações da disciplina foi dividido pelo produto do número de meses cursados e o total de alunos matriculados para cada ano específico. Esta normalização permite uma equidade na comparação dos índices de engajamento e interação.

$$\text{Visualização de Disciplina Normalizada} = \frac{\text{Disciplina Visualizada}}{(\text{Meses Cursados} \times \text{Total de Alunos})}$$

O processo de enriquecimento dos dados contou também com a utilização estratégica de médias e medianas para calcular indicadores chave como a mediana de visualizações da disciplina, média de intervenções, média de feedbacks recebidos e de submissões de tarefas. A preferência pela mediana, em detrimento da média simples, para o cálculo de índices como a visualizações da disciplina normalizada, apoia-se na sua capacidade de proporcionar um centro distributivo mais representativo, especialmente em conjuntos de dados com presença significativa de *outliers*. Este método é corroborado pelo trabalho de Santos (2023), que utilizou a mediana para mitigar o impacto de extremos, permitindo uma análise mais precisa e confiável das tendências centrais dos dados educacionais. Esta escolha metodológica foi empregada tanto nas análises descritivas quanto nas preditivas.

Outra estratégia adotada no enriquecimento de dados para o modelo EduFlow foi a conversão de conceitos alfabéticos (A, B, C, D) para conceitos numéricos (4, 3, 2, 1). Esta transformação foi necessária para facilitar as operações matemáticas e análises estatísticas que requerem dados numéricos, permitindo a aplicação de técnicas de análise preditiva e a geração de modelos estatísticos. A conversão para valores numéricos possibilitou a realização de cálculos de tendências centrais, como médias e medianas, e a aplicação de modelos de classificação, que são incompatíveis com dados em formatos alfabéticos.

Esta metodologia foi empregada especialmente na preparação de dados para análises preditivas, onde conceitos finais dos alunos são usados como variáveis resposta em modelos preditivos, para estimar potenciais resultados baseados em variáveis explicativas como engajamento em atividades, participação em tarefas, e frequência de uso dos materiais didáticos. A numeração dos conceitos também auxiliou na visualização dos dados, simplificando a interpretação de gráficos e tabelas que sumarizam o desempenho e a progressão dos alunos.

A análise preditiva, no contexto desta PoC, foi conduzida utilizando o algoritmo Random Forest, implementado através do software R, para estimar os conceitos finais dos

alunos da disciplina que está em andamento. Esta escolha metodológica baseou-se nos apontamentos indicados por Santos (2023), que destaca a robustez do Random Forest em modelar interações complexas e não lineares entre variáveis preditoras, além de sua eficiência em lidar com *overfitting*, graças ao seu mecanismo de agregação de múltiplas árvores de decisão.

O modelo Random Forest foi configurado para prever a probabilidade de cada aluno alcançar cada conceito (A, B, C, D). A configuração incluiu a definição de parâmetros como o número de árvores a serem utilizadas e a profundidade máxima das árvores, parâmetros esses que foram otimizados através de um processo de validação cruzada para garantir a generalização das previsões.

Subsequentemente, o modelo passou pelo processo de treinamento utilizando dados históricos, que incluíam variáveis indicativas de engajamento estudantil tais como visualizações de disciplina e feedbacks, submissões de tarefas e número de intervenções. Este treinamento permitiu que o modelo aprendesse os padrões associados aos resultados acadêmicos dos alunos, capacitando-o a fazer inferências sobre dados futuros.

A fase final de aplicação preditiva envolveu a utilização deste modelo treinado e validado para estimar os conceitos finais dos alunos dos cursos em andamento. As previsões, apresentadas parcialmente na Figura 40, foram realizadas por distribuições de probabilidade para cada conceito possível, não apenas indicaram o conceito mais provável para cada aluno, mas também quantificaram a incerteza de cada previsão. Este método de apresentação de resultados preditivos ajuda educadores a compreender e explorar as possíveis trajetórias acadêmicas dos alunos, facilitando intervenções pedagógicas mais informadas e focadas.

Os dados resultantes do processo de “Enriquecimento e Organização” foram apensados nos conjuntos de dados utilizados na ferramenta *Looker Studio*. Esta ação ocorre para que se possa integrar os *insights* analíticos gerados pelo modelo de aprendizagem de máquina com as funcionalidades interativas de visualização de dados oferecidas pelo *Looker Studio*, proporcionando uma plataforma unificada para análise e interpretação.

Figura 40: Exemplo de previsões para conceitos de alunos.

Nome	Previsão D	Previsão C	Previsão B	Previsão A
59	0,0906857	0,0997579	0,2976159	0,5119405
60	0,7833317	0,1748659	0,0236881	0,0181143
61	0,9573317	0,0365016	0,0040556	0,0021111
62	0,0419817	0,3938524	0,5029381	0,0612278
63	0,0884794	0,0892476	0,3215016	0,5007714

Fonte: Autoria própria.

Em sequência a essa fase de enriquecimento e organização dos dados, a etapa subsequente do projeto EduFlow se dedica à visualização dos dados e informações. Esta próxima seção detalha a implementação de técnicas de visualização no Looker Studio, enfatizando a apresentação dos dados ajustados através de um espectro de gráficos dinâmicos e *dashboards* interativos.

4.1.5. Módulo de Visualização da Informação

Dando sequência na condução desta PoC para a aplicação do modelo EduFlow, a implementação do módulo de "Apresentação e Utilização" tem o objetivo de demonstrar como a visualização estratégica e interativa dos dados pode potencializar a tomada de decisão pedagógica. Este módulo, descrito na seção 3.4 desta tese, enfatiza a importância da construção e do uso de *dashboards* interativos, que integram e apresentam os dados processados e enriquecidos de maneira que agentes educacionais possam extrair *insights* significativos.

Ao considerar o objetivo de validar a viabilidade técnica e a eficácia da aplicação do modelo EduFlow, algumas premissas foram estabelecidas quanto à manipulação e apresentação dos dados. Importante frisar que, dadas as finalidades estritamente acadêmicas e experimentais deste estudo, assim como, o processo de anonimização dos dados realizados, as etapas de consentimento e privacidade, compartilhamento e acesso seletivo aos dados, bem como as medidas de segurança e conformidade legal com legislações pertinentes como a LGPD, previstas no módulo de "Visualização e Utilização, não foram desenvolvidas de maneira completa. No entanto, é crucial salientar que para a implementação real do modelo

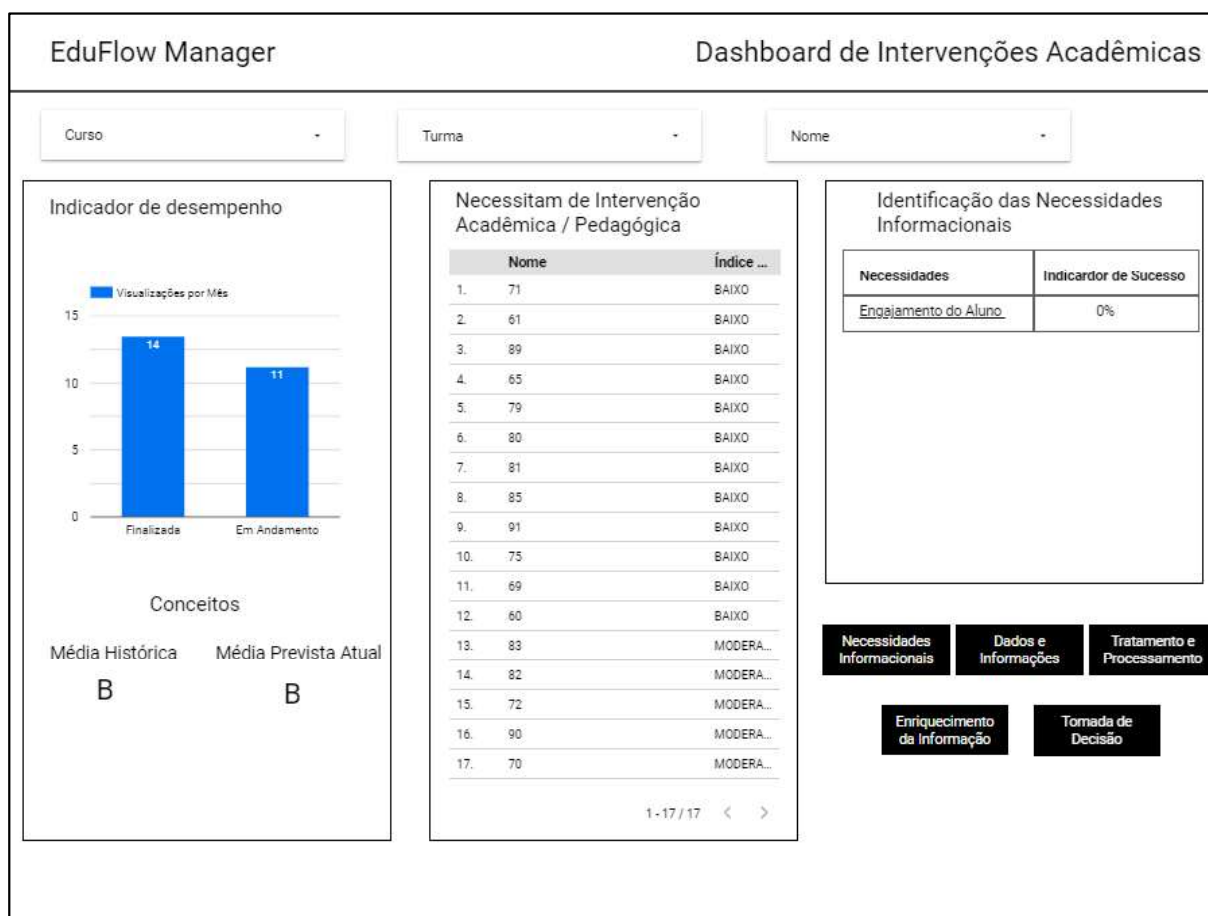
EduFlow em contextos educacionais autênticos, a adesão completa às normas de proteção de dados e privacidade se faz obrigatória. A integração do modelo deve assegurar que todas as operações de dados sejam conduzidas dentro de um quadro ético e legal, condizente com as diretrizes e normativas que regem a instituição de ensino e a legislação vigente ao qual o modelo poderá ser aplicado.

O módulo de “Apresentação e Utilização” ocorre ao longo do modelo EduFlow, pois é neste módulo que se concretiza a visualização dos dados e informações, assim como, proporciona a sua utilização e reutilização. A interface inicial proposta no protótipo tem o objetivo de otimizar a interação dos agentes educacionais com os dados e informações armazenados. As interfaces inicialmente propostas para o protótipo buscam efetivar a aplicabilidade e a integração das demais etapas do modelo EduFlow, especialmente, para as visualizações das análises descritivas e preditivas das métricas educacionais.

Na condução desta PoC, foi proposta a apresentação de um *dashboard* interativo na interface inicial (Figura 41) que exibe, de forma agregada, as visualizações normalizadas das disciplinas por mês, utilizando dados históricos e atuais para fornecer um comparativo temporal e evolutivo do engajamento estudantil. Adicionalmente, este *dashboard* inclui um indicador que mostra o conceito médio histórico ao lado do conceito médio previsto para a turma atual, este último derivado das análises preditivas realizadas no módulo anterior. Complementar a estas métricas, a interface apresenta a lista de alunos que necessitam de intervenção acadêmica, identificados através dos índices de engajamento discutidos anteriormente.

A tela é enriquecida com filtros interativos por curso, turma e aluno, que buscam personalizar a visualização dos dados e aprimorar a relevância das informações exibidas conforme as necessidades específicas dos agentes educacionais. Além disso, integra-se à esta tela uma seção dedicada ao módulo de Identificação das Necessidades Informacionais, que agiliza o acesso a demandas informacionais e metas educacionais específicas, destacando as áreas que requerem atenção. Também é sugerido a inclusão de botões de acesso rápido a todos os módulos do modelo EduFlow, para facilitar a navegação eficiente, promovendo uma experiência de usuário coesa e focada.

Figura 41: Dashboard interativo na interface inicial do protótipo.



Fonte: Autoria própria.

A adição destes indicadores e funcionalidades na tela inicial do protótipo, busca destacar os padrões de desempenho, e quantificar as previsões de resultados acadêmicos, favorecendo a realização de intervenções educacionais proativas. Com o acesso simplificado a estas funcionalidades e visualizações, espera-se facilitar a ação pedagógica imediata e informada. Entretanto, cabe ressaltar, que os elementos que compõem a interface inicial devem vir ao encontro das necessidades institucionais, podendo estes, serem adaptados. Desta forma, compreende-se que a interface inicial do modelo EduFlow deve servir como um portal, pelo qual os agentes educacionais encontrem facilidade para identificar, informar ou selecionar necessidades informacionais.

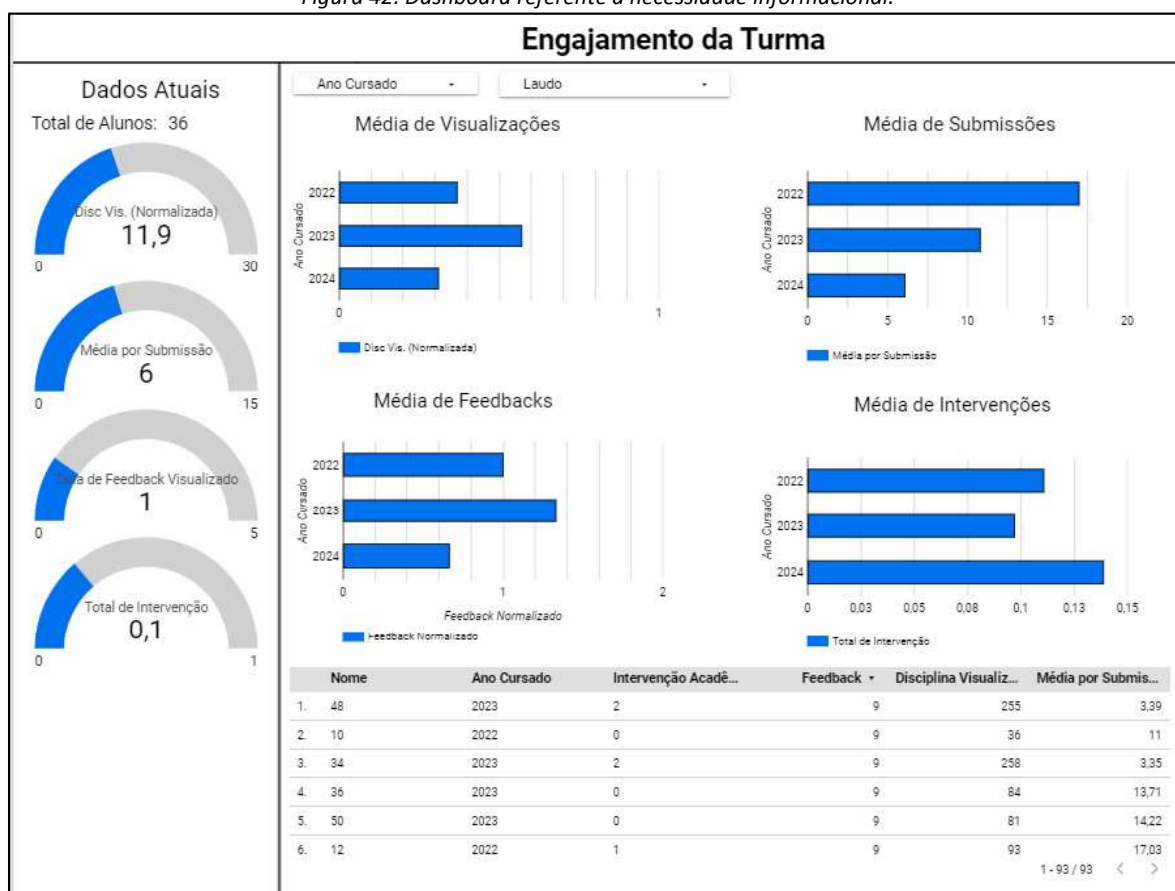
Após a interação com a interface inicial do protótipo EduFlow, o passo subsequente na PoC envolve a seleção de uma necessidade informacional previamente cadastrada. Esta seleção é facilitada por uma estrutura de navegação intuitiva, onde os professores podem

identificar uma necessidade específica que requer atenção. Uma vez que uma necessidade é selecionada, o professor é direcionado para *dashboards* que apresentam as análises descritivas e preditivas realizadas nos módulos anteriores e configuradas para fornecer *insights* sobre os aspectos selecionados. O direcionamento para estes *dashboards* também pode ocorrer na finalização dos módulos de “Tratamento e Processamento” e “Enriquecimento e Organização”, favorecendo que o agente educacional tenha acesso aos *insights*.

O primeiro *dashboard* (Figura 42) desenvolvido para a necessidade informacional “Engajamento da Turma”, no contexto desta PoC, foi projetado para fornecer uma visualização compreensiva do envolvimento dos alunos com o curso, utilizando uma série de gráficos medidores que apresentam métricas críticas atualizadas, já apresentadas nos módulos anteriores. Paralelamente, gráficos de barras fornecem um comparativo dessas métricas com os dados históricos, permitindo uma análise temporal e identificação de tendências ou desvios significativos no comportamento estudantil ao longo do tempo.

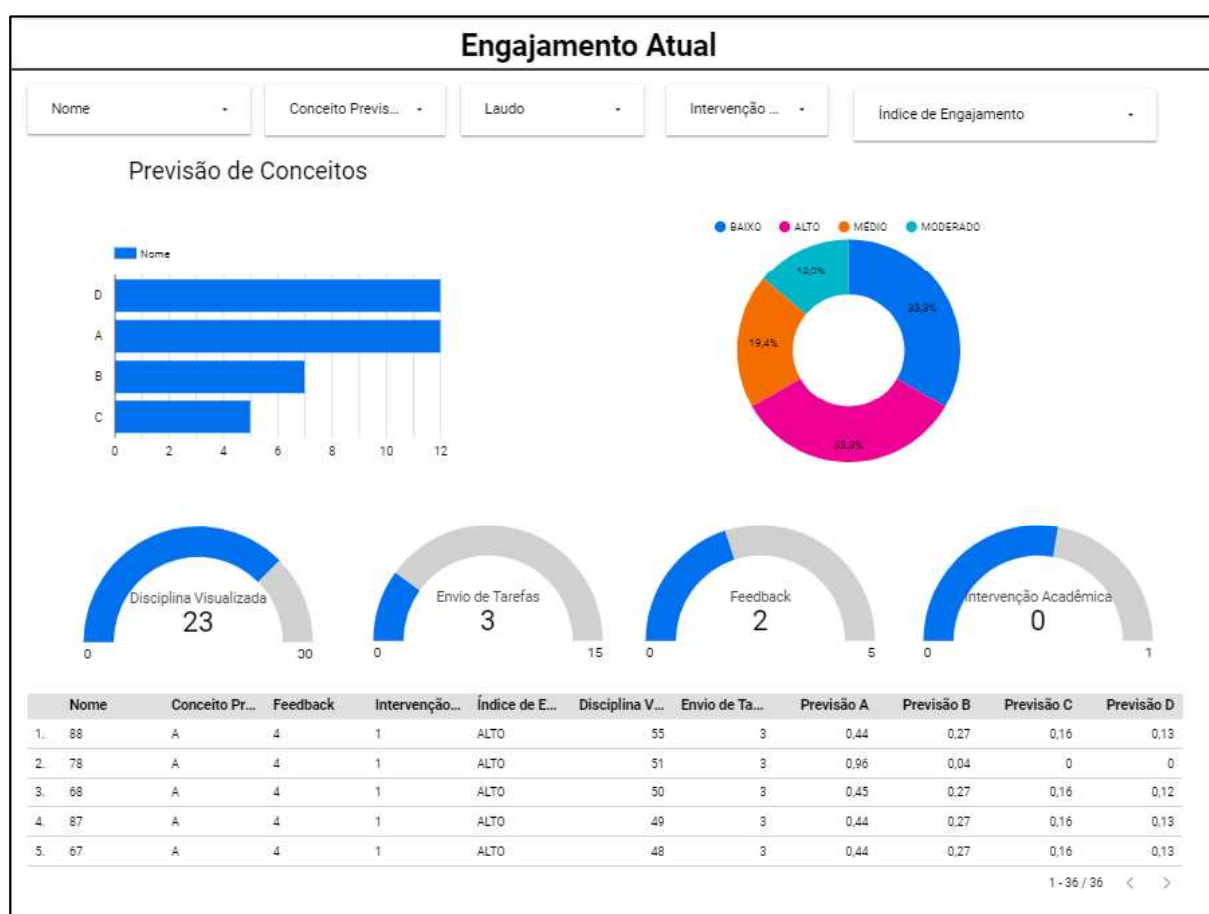
Além disso, uma tabela interativa lista os alunos com estas métricas de engajamento. Esta funcionalidade é particularmente útil pois ao selecionar um aluno específico na tabela, os gráficos medidores automaticamente se ajustam para refletir os dados pertinentes a esse aluno, facilitando uma análise individualizada e detalhada. Este tipo de visualização dinâmica e interativa visa melhorar a usabilidade do sistema e enriquecer a capacidade dos agentes educacionais de monitorar, analisar e, conseqüentemente, intervir de maneira mais eficaz e direcionada.

Figura 42: Dashboard referente a necessidade informacional.



de engajamento, o conceito previsto e a probabilidade de alcançar cada conceito. Esta tabela também é interativa, permitindo que ao clicar em um aluno específico, os gráficos ajustem-se para mostrar os dados pertinentes a esse aluno. O *dashboard* também oferece opções de filtros, como nome do aluno, conceito previsto, presença de laudo, quantidade de intervenções, e índice de engajamento, facilitando a navegação e a customização da visualização conforme as necessidades do educador.

Figura 43: Dashboard Engajamento por aluno.



Fonte: Autoria própria.

Esses painéis são essenciais no contexto da PoC, pois fornecem uma plataforma integrada que possibilita visualizar os dados preditivos e descritivos de forma clara e interativa e facilita a aplicação direta desses insights no ambiente educacional. A funcionalidade de ajuste dinâmico dos gráficos conforme a seleção do aluno particulariza a análise, permitindo intervenções mais focadas e informadas, essenciais para o suporte individualizado que a educação demanda. Ademais, os filtros disponíveis permitem que os professores segmentem

e priorizem as intervenções com base em critérios específicos, otimizando o tempo de resposta e a eficácia pedagógica.

Após a análise e interpretação dos dados apresentados nos *dashboards*, o professor é guiado para a fase de documentação das decisões tomadas, fundamental para a continuidade e eficácia do processo informacional no modelo EduFlow. Esta etapa é crucial, pois consolida as reflexões e decisões baseadas nas análises de dados em um registro formal, que não só serve como documentação mas também como recurso reflexivo para futuras ações pedagógicas. O protótipo foi desenhado para facilitar este processo, oferecendo um espaço específico (Figura 27) onde os professores podem detalhar cada decisão, as justificativas por trás destas, e os resultados esperados.

Neste espaço os professores têm a oportunidade de registrar as ações decididas, os resultados pós-implementação e os indicadores de sucesso, o que permite uma avaliação substantiva da eficácia das decisões tomadas. Este registro é essencial para criar um histórico de decisões que pode ser revisado e analisado para futuras intervenções, garantindo uma abordagem informada e adaptativa à gestão pedagógica. Ademais, estes dados acumulados tornam-se insumos para o desenvolvimento de novas necessidades informacionais e para a tomada de decisões subsequentes, promovendo um ciclo contínuo de melhorias e refinamento das estratégias educacionais aplicadas, fortalecendo o sistema de gestão de conhecimento dentro da instituição educacional e alavancando o fluxo informacional para melhor atender às demandas pedagógicas dinâmicas. Esta conexão evidenciada entre a tomada de decisão informada e a gestão de dados aponta para a funcionalidade do módulo de descarte, pois destaca a necessidade de eliminar informações desnecessárias que podem ser identificadas ao longo da utilização dos dados e informações adicionados.

4.1.6. Módulo de Descarte

O módulo de Descarte foi implementado no modelo EduFlow para gerenciar e eliminar os dados e informações que não apresentam mais relevância, necessidade de retenção ou conformidade legal. Esta fase possibilita assegurar a eficiência e integridade dos processos de gestão de dados educacionais, além de garantir a privacidade e segurança das informações.

Inicialmente, o módulo de Descarte na PoC focou na identificação e definição de critérios específicos que direcionaram a eliminação de dados obsoletos ou desnecessários. Em um contexto educacional, esses critérios podem incluir a avaliação do término do período de retenção legal, a irrelevância continuada dos dados para fins pedagógicos, a solicitação de exclusão por parte dos usuários implicados, entre outros. No contexto desta PoC, foram considerados que os dados a serem excluídos são obsoletos.

Para a execução do descarte, foi estabelecido acesso simplificado no protótipo, que orienta os professores sobre como eliminar os dados desnecessários. Inicialmente o descarte é realizado por métodos de exclusão eletrônica, ou seja, o dado continua disponível no banco de dados, porém, não é acionado por agentes educacionais, mas é possibilitado a restauração deste dado, caso identificado esta necessidade. Para tal ação, o protótipo apresenta a opção de descarte, conforme exibido na Figura 44.

Figura 44: Exemplificação da opção de descarte.

Fonte de Dados	Conteúdo	Data da Coleta	Anexo	Descartar
Moodle	Registro de log do Moodle para a disciplina 1 do Curso A, do ano de 2023. Este registro captura as interações dos alunos com o ambiente de aprendizagem virtual, incluindo acesso a materiais, participação em fóruns e conclusão de atividades. Sua inclusão tem como objetivo analisar o engajamento estudantil, identificando áreas de alto interesse e possíveis dificuldades enfrentadas. Os insights obtidos visam orientar ajustes nas estratégias de ensino e nos recursos do curso, buscando melhorar a eficácia pedagógica e o engajamento dos alunos.	10 de Abril de 2024	Baixar	Descartar
Secretaria	Relatório do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas que identifica alunos neurodiversos. A inclusão deste relatório tem o objetivo de facilitar a identificação destes alunos, possibilitando aos educadores implementar intervenções personalizadas que promovem a equidade e acessibilidade.	10 de Abril de 2024	Baixar	Descartar
Secretaria	Este item é incluído para que possa ser testado o módulo de descarte na PoC.	17 de Abril de 2024	Não Cadastrado	Descartar

Fonte: Autoria própria.

Ao selecionar a opção de descarte, o professor é direcionado a interface de descarte projetada (Figura 45), que inclui um campo onde o agente deve inserir a justificativa para o descarte do dado, garantindo uma documentação adequada das razões que embasam a decisão e a possibilidade de validar esta exclusão com base na definição dos critérios previamente estabelecidos. Além da justificativa, são armazenados no banco de dados, informações como o professor que realizou o descarte e a data e hora que este descarte foi realizado. Adicionalmente, a interface requer a confirmação do agente para proceder com o descarte, assegurando que esta ação seja realizada conscientemente e com responsabilidade.

Figura 45: Tela de descarte.

A interface 'Descarte de Dados' apresenta o seguinte layout:

- Um cabeçalho centralizado com o título 'Descarte de Dados'.
- Um bloco de texto informativo: 'Este item é incluído para que possa ser testado o módulo de descarte na PoC.'
- Uma seção rotulada 'Justificativa' que contém um campo de texto com o conteúdo: 'Este dado é considerado obsoleto para as necessidades informacionais atuais.'
- Uma caixa de seleção marcada com o texto: 'Estou ciente que ao selecionar estarei confirmando o descarte dos dados nessa situação problema.'
- Um botão vermelho destacado com o rótulo 'Descartar'.

Fonte: Autoria própria.

O registro da ação de descarte no banco de dados contribui significativamente para a transparência e a *accountability* dentro da instituição, possibilitando o controle sobre as práticas de gestão de dados e facilitando o cumprimento de políticas de conformidade e auditoria. A possibilidade de restaurar dados descartados oferece uma rede de segurança contra exclusões acidentais ou prematuras, permitindo a reversão do processo caso se identifique posteriormente a necessidade de retenção dos dados. Tal funcionalidade é especialmente valiosa em ambientes educacionais, onde a revisão e o reuso de informações podem ser necessários para atender a requisitos legais, auditorias, ou para a continuação de estudos e pesquisas acadêmicas.

Além disso, o módulo de Descarte na PoC contou com a implementação de uma fase de responsabilidade compartilhada, onde a identificação de todas as partes envolvidas na gestão dos dados educacionais foi essencial para a coordenação eficaz do processo de descarte. Este aspecto incluiu a definição clara das responsabilidades de cada participante, desde as equipes de TI até os agentes educacionais, garantindo que todos os procedimentos de descarte fossem realizados de acordo com os critérios estabelecidos e dentro dos parâmetros legais e éticos.

Neste contexto, são estabelecidos usuários habilitados, com prerrogativa de examinar minuciosamente os dados que passaram pelo processo inicial de exclusão eletrônica. Esta avaliação é facilitada por uma interface que apresenta os dados em sua forma completa e

oferece três opções decisórias: a exclusão física do dado, a manutenção da exclusão eletrônica, ou a restauração do dado ao sistema. A escolha por uma dessas ações depende da análise crítica e objetiva do agente sobre a relevância e a necessidade do dado em questão. A exclusão física é adotada em casos em que o dado é definitivamente considerado obsoleto ou sensível, eliminando-se toda e qualquer possibilidade de recuperação. Manter a exclusão eletrônica permite uma futura reconsideração sobre o uso do dado, enquanto a restauração é aplicada quando se identifica que o dado ainda pode contribuir positivamente para o contexto educacional. Esta funcionalidade fortalece a governança de dados dentro da instituição, alinhando práticas de descarte com os princípios de proteção, privacidade e *compliance*.

A eficácia do módulo de Descarte deve ser continuamente monitorada através da análise dos registros de descarte e das avaliações de conformidade. Estas análises e avaliações devem ser realizadas periodicamente, assegurando que as práticas adotadas promovam a eliminação eficiente dos dados e a manutenção da qualidade e integridade do banco de dados educacional.

A implementação do módulo de Descarte na PoC do modelo EduFlow completou eficazmente a execução das etapas previstas para o fluxo informacional. Este módulo favorece a gestão adequada dos dados educacionais, assegurando a eliminação responsável de informações obsoletas e reforçando a conformidade com as normas de privacidade e proteção de dados. Com todas as etapas do modelo executadas a contento, a análise e avaliação detalhada dos resultados torna-se a próxima fase. Esta etapa irá explorar as implicações práticas e teóricas das estratégias aplicadas, visando avaliar a eficácia do modelo EduFlow e contribuir com recomendações substanciais para sua otimização e aplicação futura.

4.2. Análise e Avaliação dos Resultados

A etapa de Análise e Avaliação dos Resultados da PoC constitui um componente de validação do modelo EduFlow e contempla as etapas de “Avaliação do artefato” e

“Explicitação das aprendizagens”, conforme preconizado pela metodologia DSR. Esta seção busca correlacionar sistematicamente os resultados obtidos na condução da PoC com os cenários estipulados e os objetivos delineados, permitindo assim avaliar a aplicabilidade do modelo teórico proposto no Capítulo 3 desta tese. Além disso, esta avaliação também proporciona *insights* valiosos sobre as áreas de força do modelo e identifica possíveis vulnerabilidades ou limitações que podem ser exploradas em estudos futuros.

A metodologia adotada para a análise e avaliação dos resultados é focada na aplicabilidade e na viabilidade operacional do modelo em um ambiente controlado, utilizando dados anonimizados do registro de log do Moodle e relatório do NAPNE de uma disciplina específica, conforme demonstrado anteriormente. Esta metodologia foi direcionada para validar a viabilidade da implementação e aplicabilidade do modelo em contextos reais.

A avaliação foi estruturada em torno da execução sequencial dos módulos do modelo EduFlow. O foco está em verificar se o modelo, com suas previsibilidades de tratamento, processamento, e enriquecimento de dados, opera conforme as expectativas teóricas e práticas estabelecidas. Os indicadores de desempenho utilizados incluíram a relevância das informações geradas para apoiar decisões pedagógicas, a aplicabilidade do modelo e a sua eficiência ao simular o ambiente educacional com base nos dados disponíveis.

Cabe destacar que esta PoC foi executada em um contexto com limitações, como a natureza controlada do ambiente de teste, que limitou a exposição do protótipo a variáveis externas imprevisíveis, que frequentemente afetam a performance e a utilidade de arranjos tecnológicos. A falta de um ambiente diversificado de dados também restringiu a capacidade de testar completamente a robustez do modelo frente a diferentes tipos de necessidades informacionais e contextos educacionais. Estas limitações destacam a necessidade de estudos futuros e refinamentos no modelo para garantir sua validade e eficiência em aplicações mais amplas e variadas.

A construção e aplicação de um protótipo funcional, que inclui ferramentas de coleta, processamento, enriquecimento, apresentação e descarte de dados, foi concebido especificamente para auxiliar na execução do modelo EduFlow, explorar e avaliar sua aplicabilidade e viabilidade dentro do contexto desta PoC. Este protótipo inicial é um estudo

preliminar destinado a validar a viabilidade do modelo teórico. A construção deste artefato considerou fatores como a possibilidade de implementação futura com automatização dos processos e a simplificação da interface, permitindo que mesmo usuários sem expertise tecnológica pudessem manejar o sistema eficientemente, realçando a cultura informacional.

A recomendação do desenvolvimento de automatização dos processos que compõem o arranjo tecnológico, busca minimizar erros humanos e maximizar a eficiência na manipulação de dados. Contudo, é importante destacar que, no contexto desta PoC, a automatização dos processos não foi implementada. A PoC focou em validar a viabilidade do modelo em um ambiente controlado, utilizando manipulação manual de dados para simular processos que futuramente podem ser automatizados. Esta abordagem permitiu uma avaliação do potencial do modelo EduFlow sem a complexidade adicional dos sistemas automatizados, alinhando-se com os objetivos específicos do protótipo desenvolvido.

O planejamento da arquitetura do arranjo computacional e, em especial, da estrutura de armazenamento dos dados representa um aspecto vital, que deve refletir as necessidades específicas da instituição. A estrutura de armazenamento deve ser desenhada para facilitar o acesso rápido e eficiente aos dados, permitindo análises ágeis e a tomada de decisão em tempo real. Isso inclui a definição de protocolos para a integridade dos dados, métodos de recuperação eficazes e a compatibilidade com diversos formatos e fontes de dados.

O protótipo, embora ainda em fase embrionária, serviu como um estudo exploratório dos arranjos tecnológicos possíveis. Entre as vantagens da estrutura computacional sugerida no protótipo, destacam-se a flexibilidade de adaptação aos requisitos específicos de cada instituição de ensino e a integração eficiente de módulos distintos do modelo. A flexibilidade permite que ele se adapte às mudanças nas demandas informacionais e às evoluções tecnológicas, garantindo que o repositório de dados permaneça relevante e útil ao longo do tempo e a integração favorece o desenvolvimento de cada módulo de maneira independente, de forma a valorizar as necessidades institucionais específicas.

Por outro lado, também foram reforçadas as limitações como a falta de automatização completa, uso de dados restritos e limitados, capacidade de integração limitada, recursos de visualização básicos, ausência de teste de escalabilidade e desempenho e dependência de

conhecimento técnico. Estas limitações, exploradas na seção subsequente, fornecem diretrizes cruciais para refinamentos e trabalhos futuros.

Durante a condução da PoC, os módulos especificados no modelo teórico foram implementados sequencialmente, conforme as descrições originais, adaptando-se às necessidades do ambiente de teste controlado e à natureza dos dados reais anonimizados para preservar privacidade e integridade. A sequência de execução começou com o módulo de "Identificação das Necessidades Informacionais", onde foi identificada a necessidade de análise de engajamento dos alunos com base na baixa interatividade sensibilizada e informada pelo docente que cedeu os dados. A execução deste módulo permitiu registrar de maneira precisa e contextualizada a necessidade informacional. Tal abordagem inicial, possibilitou validar a funcionalidade do módulo conforme planejado. A execução deste módulo direcionou as fases subsequentes do teste para focar em dados específicos de engajamento estudantil.

Paralelamente ao módulo inicial, o módulo de "Obtenção de Dados e Informações" foi executado para coletar dados necessários a necessidade informacional identificada. Este módulo relaciona-se com a fase inicial do Ciclo de Vida dos Dados – a coleta - onde os dados são identificados, extraídos e inicialmente processados. Esta etapa garantiu que informações suficientes sobre o engajamento dos alunos estivessem disponíveis para análises posteriores. De acordo com o modelo proposto, a suficiência das informações é estabelecida pelo professor e pode ser revertida em qualquer momento da execução do modelo, favorecendo o aprimoramento das análises e predições.

Uma vez determinada esta suficiência, o processo prosseguiu para o módulo de "Tratamento e Processamento" que, por sua vez, corresponde à fase de transformação no ciclo de vida dos dados, onde os dados coletados são efetivamente preparados para uso futuro, através de métodos que garantem sua integridade e relevância. Neste contexto, os dados foram limpos, normalizados e transformados para garantir a precisão e a utilidade, preparando-os para análises detalhadas e decisões pedagógicas informadas.

Durante a PoC, adaptou-se a coleta de dados ao contexto de testes controlado e aos limites impostos pela realidade dos dados anonimizados, da quantidade de dados disponível e aos objetivos delineados para a validação prática do modelo, mantendo a integridade e a

privacidade das informações. A adaptação deste módulo envolveu o uso da interface implementada e a inclusão direta no banco de dados estruturado, que facilitou a inserção de dados básicos, enquanto para os dados mais complexos, derivados dos registros de log do Moodle, utilizou-se uma abordagem diferenciada para garantir uma análise eficaz.

Neste contexto, os dados do registro de log do Moodle foram inicialmente transferidos para uma planilha. Esta etapa intermediária permitiu uma manipulação mais flexível e a subsequente preparação adequada dos dados, no contexto da PoC, que incluiu a limpeza e a organização preliminar antes de serem introduzidos no *Looker Studio* para análise posterior. Este procedimento permitiu adaptar o processo de obtenção de dados à infraestrutura disponível e às limitações do protótipo utilizado, garantindo que os dados coletados fossem precisos, relevantes e prontamente disponíveis para futuras análises.

A escolha por essa metodologia de adaptação justifica-se pela necessidade de validar o modelo EduFlow sob condições controladas e limitadas. Essa estratégia evidenciou a flexibilidade do modelo em se adaptar a diferentes arranjos tecnológicos e formatos de dados. Outro aspecto que ganhou destaque foi a capacidade do modelo de integrar diversas fontes de dados de forma coesa, apoiando o objetivo da PoC de demonstrar a viabilidade do EduFlow em contextos educacionais reais.

Além disso, a implementação dessa adaptação ajudou a confirmar limitações e potenciais áreas de melhoria no processo de coleta de dados, como a falta de automatização nos processos de coleta, que dependeram significativamente de intervenção manual, aumentando o risco de erros e inconsistências. Esse ponto fraco sublinham a necessidade de futuras implementações incorporarem sistemas automatizados de ETL (*Extract, Transform, Load*), que possam eficientemente extrair, transformar e carregar dados, minimizando discrepâncias e maximizando a eficácia do modelo. A implementação destes módulos alinhou-se com os objetivos gerais e específicos da pesquisa, corroborando com o cenário de que processos informacionais bem aplicados podem oferecer *insights* valiosos para as decisões pedagógicas através da identificação precisa de padrões de comportamento dos alunos e necessidades de intervenção.

As ações realizadas nos módulos de “Obtenção de Dados” e “Tratamento e Processamento” estabelecem a transdução informacional na medida em que envolve a conversão dos dados brutos em formatos mais organizados e estruturados e em que as ações de limpeza, normalizações e transformações são realizadas, convertendo estes dados de um estado menos utilizável para um estado mais estruturado e analisável.

Após o tratamento, o módulo de "Enriquecimento e Organização" foi implementado. Este módulo atua na fase de armazenamento e recuperação do ciclo de vida dos dados, organizando os dados de maneira que sejam facilmente acessíveis e úteis para os usuários finais, garantindo que as características necessárias para o acesso futuro estejam presentes. Nesta fase, é realizada uma forma avançada de transdução, no qual os dados processados foram enriquecidos através de análises descritivas e preditivas, utilizando métodos estatísticos para extrair *insights* e padrões que poderiam influenciar positivamente as decisões pedagógicas e identificar novas demandas educacionais, conforme proposto por Santos (2023). Técnicas de aprendizagem de máquina foram aplicadas para prever tendências futuras e comportamentos estudantis, proporcionando uma base para intervenções proativas e personalizadas.

Na análise descritiva foram utilizadas técnicas estatísticas para explorar os dados históricos, proporcionando uma base para identificar padrões normativos de engajamento dos alunos. Este passo permitiu estabelecer um *benchmark* de comparação para os dados atuais, facilitando a identificação de desvios ou comportamentos atípicos que poderiam indicar problemas de aprendizagem ou áreas que necessitam de maior atenção pedagógica.

Simultaneamente, a análise preditiva empregada utilizou modelos de aprendizado de máquina para antecipar possíveis resultados baseados em padrões detectados nos dados. Isso permitiu a previsão de tendências de desempenho dos alunos, oferecendo uma ferramenta para intervenções educacionais personalizadas e tempestivas, que são fundamentais para melhorar a eficácia do ensino e a retenção de alunos. A aplicação destas análises veio ao encontro das conclusões obtidas por Santos (2023), evidenciou limitações discutidas posteriormente e ratificou as hipóteses de que técnicas de *data analytics* podem significativamente enriquecer o fluxo informacional em ambientes de educação a distância,

fornecendo *insights* mais profundos e acionáveis que facilitam a tomada de decisão pedagógica informada.

Após a conclusão dos módulos anteriores, seguiu-se o módulo de "Apresentação e Utilização", onde os dados enriquecidos foram visualizados utilizando de recursos do *Looker Studio*. Este módulo focou em apresentar as informações de forma interativa e compreensível, utilizando visualizações que facilitam seu acesso e interpretação, permitindo que os dados sejam utilizados de forma eficaz para melhorar o processo educacional.

A implementação deste módulo, mesmo contando com a apresentação de visualizações básicas, também possibilitou validar o cenário de que um arranjo tecnológico bem estruturado pode aprimorar, significativamente, o fluxo informacional em ambientes de ensino, melhorando as decisões pedagógicas por meio de apresentações dos dados claras e acessíveis. As visualizações fornecidas ajudaram a identificar padrões de engajamento dos alunos e a eficácia de diferentes estratégias pedagógicas, confirmando o cenário de que tecnologias de informação aplicadas corretamente são benéficas para o aprimoramento da educação. Além disso, a capacidade de retroalimentação do sistema—onde as decisões e os resultados podem ser continuamente reintroduzidos no sistema—enriquece o banco de dados com informações atualizadas, que são essenciais para refinar as intervenções educacionais e adaptá-las às necessidades emergentes dos alunos.

Este processo de retroalimentação não só responde à questão de como um modelo de fluxo informacional pode otimizar os processos educacionais, mas também fortalece a base de dados para futuras análises, garantindo que o modelo EduFlow se mantenha relevante e eficaz ao longo do tempo. Por meio das análises e visualizações realizadas, foi possível verificar que a interação contínua entre os dados coletados e as decisões tomadas contribui para um ciclo virtuoso de melhoria, que é central para a educação orientada por dados.

Por fim, o módulo de "Descarte" foi realizado, onde dados desatualizados ou irrelevantes foram eliminados do sistema, conforme as políticas de privacidade e segurança da informação. Embora o descarte não envolva a transformação de dados para diferentes formas, ele envolve a decisão crítica de quando e como remover dados, o que pode ser visto como uma conclusão do processo de transdução, determinando o fim do ciclo de vida de

certos dados. Este passo assegura que o sistema mantenha apenas informações pertinentes e úteis, minimizando riscos de segurança e maximizando a eficiência do armazenamento de dados.

No contexto da PoC, o módulo de Descarte contribuiu para atingir os objetivos da tese ao demonstrar formas de realizar a eliminação de dados desatualizados ou irrelevantes, preocupando-se em facilitar a atualização constante do banco de dados e manter a relevância e precisão das informações utilizadas para decisões pedagógicas. Isso responde diretamente à questão de pesquisa sobre como um modelo de fluxo informacional pode otimizar os processos informacionais em ambientes de ensino e aprendizagem, fornecendo subsídios essenciais para professores tomarem decisões pedagógicas mais informadas.

Através da implementação deste módulo, foi possível corroborar o cenário de que o manejo adequado de dados, incluindo seu descarte, contribui para um retrato mais preciso e atualizado do aluno, facilitando intervenções pedagógicas mais eficazes e baseadas em evidências. Por outro lado, a prática de descarte também testou o cenário de que processos informacionais bem gerenciados podem ampliar significativamente a capacidade dos professores de responder a dinâmicas educacionais complexas.

Entretanto, a execução deste módulo enfrentou limitações, particularmente em termos de garantir a completa desidentificação de dados sensíveis antes do descarte, um aspecto crucial para manter a conformidade com as políticas de privacidade. Além disso, a dependência de procedimentos manuais para a seleção de dados a serem descartados apontou para a necessidade de mais automação para evitar erros humanos e garantir uma execução de descarte mais eficiente e segura.

À medida que a PoC progredia com a inclusão, tratamento, enriquecimento e organização de dados, identificou-se a emergência de novas demandas, a metodologia para identificação das necessidades evoluiu para um processo mais automatizado, sustentado pelos módulos de "Enriquecimento e Organização". Esses módulos, utilizando análises descritivas e preditivas, começaram a moldar autonomamente as necessidades informacionais com base nas interações e padrões de dados observados. Este

desenvolvimento destacou a adaptabilidade do modelo EduFlow e reforçou sua capacidade de responder dinamicamente ao ambiente educacional.

Um exemplo ilustrativo dessa capacidade é a identificação da necessidade informacional relacionada ao "Engajamento do Estudante". Através da análise dos dados enriquecidos e organizados, foi observado que aproximadamente 33,33% dos alunos da turma atual apresentaram baixo engajamento, indicando uma possível tendência à reprovação. Essa estatística sugere várias necessidades informacionais críticas que podem ser abordadas para mitigar o risco de reprovação e melhorar o engajamento dos estudantes, como: Adaptação de Material, que pode analisar a adequação de materiais pedagógicos às necessidades dos alunos e aos objetivos do contexto, para tal, pode-se buscar *feedbacks* dos alunos, resultados de avaliações e taxas de conclusão de cursos; Integração Tecnológica, que pode determinar o impacto da tecnologia no engajamento e no aprendizado dos alunos para orientar a integração de ferramentas tecnológicas, para esse fim, pode-se buscar dados do uso da plataforma, das interações, das participações em atividade e *feedbacks* de alunos; Bem-estar estudantil, que pode monitorar indicadores de bem-estar físico e mental dos alunos para fornecer um suporte proativo, no qual se consideram registro de aconselhamento, participação em atividades de bem-estar, autorrelatos, entre outras. Cada uma destas necessidades informacionais destacadas pode ser sistematicamente abordada através do modelo EduFlow, garantindo que as intervenções sejam baseadas em dados precisos e relevantes, e que todas as ações tomadas estejam alinhadas com o objetivo final de melhorar o sucesso e a retenção estudantil.

Este refinamento progressivo na identificação de necessidades está intrinsicamente ligado aos objetivos gerais e específicos do trabalho, que visam desenvolver um modelo capaz de gerir eficazmente a aprendizagem através de uma abordagem sistematizada e informacional. A eficácia com que o modelo possibilitou o reconhecimento de novas necessidades informacionais corroborou com o cenário de que uma gestão informacional eficiente pode significativamente influenciar as práticas pedagógicas, conforme explorado nas questões de pesquisa.

Ao considerar o contexto supracitado, entende-se que o desenvolvimento deste protótipo e sua avaliação ajudaram a confirmar que o modelo pode efetivamente melhorar a precisão das decisões pedagógicas através de uma gestão de dados educacionais, alinhando-se com o objetivo geral de ampliar a capacidade decisória em contextos educacionais. Além disso, a construção e validação do arranjo tecnológico proposto refletem diretamente nos cenários de que a integração de processos informacionais adequados, apoiados por tecnologia, pode fornecer *insights* valiosos para os educadores, permitindo intervenções pedagógicas mais precisas e fundamentadas. No entanto, durante a execução do protótipo, foram identificadas limitações e desafios significativos que serão detalhadamente abordados na seção subsequente, visando elucidar os aspectos que necessitam de melhorias e as áreas potenciais para futuras pesquisas e desenvolvimento do modelo EduFlow.

4.3. Limitações e Desafios

As limitações e desafios identificadas ao longo da execução desta PoC permitiram compreender as barreiras encontradas no processo de validação prática do modelo EduFlow, delineando os aspectos que restringiram a eficácia do protótipo e os desafios operacionais enfrentados. As limitações são essenciais para orientar melhorias futuras no modelo e ajustes na aplicação metodológica e tecnológica propostas. A exploração dessas dificuldades também contribui para a robustez do estudo, permitindo aprofundar a compreensão das evoluções potenciais e refinamentos necessários para otimizar a utilidade e aplicabilidade do modelo em contextos educacionais reais, alinhando estas observações com os objetivos, cenários e questões de pesquisa inicialmente propostas na tese.

A delimitação do escopo desta PoC, centrada em um conjunto restrito de dados de uma única disciplina, foi uma decisão estratégica que permitiu a análise em um ambiente controlado, essencial para uma avaliação das capacidades e limitações do modelo EduFlow. Esta abordagem focada facilitou uma validação metodológica, minimizando variáveis confundentes e maximizando a utilização de recursos limitados. Limitar o escopo permitiu gerenciar eficientemente os recursos disponíveis e construir um protótipo funcional que serve como fundamento para testes iniciais e avaliações do modelo.

Além disso, estabeleceu-se um precedente para a aplicabilidade do modelo em uma escala maior, preparando o terreno para futuras expansões e ajustes incrementais baseados em evidências concretas. Essa metodologia permitiu defender a robustez dos resultados obtidos e delinear os passos para futuras implementações, garantindo que o modelo possa ser escalado e adaptado a diferentes contextos pedagógicos e institucionais, alinhando-se com os objetivos gerais da pesquisa.

O protótipo desenvolvido para a PoC foi projetado primariamente para testar a viabilidade do modelo, antes de investir em sua automatização completa e integração tecnológica mais sofisticada. Esta abordagem introduziu limitações, particularmente em termos de automação dos processos, que foram executados de forma manual e exigiram intervenções diretas, limitando a demonstração da eficiência operacional do modelo em um ambiente de uso contínuo. No entanto, apesar dessas restrições, o protótipo permitiu a avaliação eficaz das funcionalidades essenciais do modelo EduFlow e contribuiu significativamente para responder às questões de pesquisa estabelecidas. Por exemplo, a análise dos dados coletados e processados através do protótipo ofereceu *insights* que confirmaram a potencialidade do modelo em facilitar tomadas de decisão pedagógicas informadas, alinhadas aos objetivos educacionais propostos.

Trabalhos futuros deverão focar na automação completa dos processos para eliminar a dependência de intervenções manuais, permitindo uma operação mais fluida e a expansão do teste para ambientes mais amplos e diversos. Esta evolução possibilitará verificar a aplicabilidade do modelo em diferentes contextos educacionais e fortalecer a base de evidências sobre sua eficácia e eficiência, conforme explorado nas questões de pesquisa. A implementação de uma versão automatizada facilitará também a replicação do modelo, garantindo que as funcionalidades sejam consistentemente testadas e que os dados coletados sejam utilizados de maneira otimizada, melhorando assim a precisão e o impacto das intervenções pedagógicas baseadas em dados.

Outro desafio significativo identificado, diz respeito à integração do software prototípico aos sistemas acadêmicos existentes, que são críticos para uma coleta de dados abrangente e eficaz. A necessidade de conectar o modelo EduFlow com os sistemas de gestão

de aprendizado, registros acadêmicos e outras plataformas digitais utilizadas pela instituição é fundamental para acessar um volume maior de dados educacionais. Uma integração bem-sucedida ampliaria significativamente a capacidade do modelo de capturar nuances complexas no comportamento dos estudantes e, por conseguinte, melhorar a precisão das previsões e a eficácia das decisões pedagógicas baseadas em dados. Este desafio reflete a necessidade de desenvolver interfaces de programação de aplicações compatíveis e mecanismos de sincronização que possam operar em tempo real para facilitar o fluxo contínuo de dados entre o modelo EduFlow e outros sistemas informativos.

Trabalhos futuros deverão explorar metodologias robustas para a integração de sistemas. A elaboração de um módulo de integração dedicado dentro do modelo EduFlow que possa se conectar de forma flexível a diferentes bases de dados institucionais será uma área de investigação valiosa, que trará perspectivas de resolver os desafios de conectividade, e enriquecer o conjunto de dados disponível para análise. A implementação de tais melhorias contribuirá significativamente para a realização dos objetivos do modelo EduFlow, particularmente em termos de otimização dos processos informacionais em ambientes de ensino e aprendizagem e fornecimento de subsídios essenciais para decisões pedagógicas mais informadas.

A gestão restrita de dados na PoC foi uma consequência da limitação do escopo. Este escopo limitado de dados foi deliberadamente escolhido para simplificar a análise inicial, garantir a qualidade e a manejabilidade dos dados em estudo, e permitir uma avaliação focada da implementação do modelo, especialmente nas capacidades das análises preditivas e descritivas já comprovadas pelo trabalho de Santos (2023).

Com o número limitado registros disponíveis, o modelo foi capaz de proporcionar *insights* significativos, embora a variabilidade limitada dos dados possa influenciar a generalização dos resultados. A utilização do *Random Forest*, especificamente, ajudou a identificar padrões comportamentais e tendências de desempenho dos alunos, mesmo com o volume restrito de dados. A prudência na escolha dos dados visava mitigar o risco de *overfitting* e garantir que as previsões do modelo fossem tanto precisas quanto aplicáveis dentro do escopo definido. Estratégias como validação cruzada e análise de sensibilidade

foram essenciais para maximizar a utilidade dos dados e testar a robustez do modelo sob diferentes configurações.

O módulo de Apresentação e Utilização teve a sua aplicação limitada à utilização do *Looker Studio* para a visualização dos dados, que, apesar de ser uma ferramenta poderosa, foi empregada em sua forma mais elementar. Esta abordagem restritiva foi deliberada, limitando-se a visualizações básicas de dados que, embora suficientes para o escopo deste estudo inicial, não exploraram plenamente o potencial analítico da ferramenta. As visualizações implementadas foram cruciais para validar a hipótese de que ferramentas de visualização eficazes podem ampliar significativamente a compreensão e a interpretação dos dados educacionais, facilitando decisões pedagógicas mais informadas, conforme destacado nas hipóteses apontadas nesse estudo.

Além disso, a capacidade de resposta deste módulo às necessidades informacionais identificadas foi limitada aos dados atuais disponíveis da disciplina em análise, não tendo acesso a dados dinâmicos. Esta limitação impactou diretamente a capacidade de reavaliação e realimentação do sistema. A falta de integração com dados em tempo real impediu a realização de análises preditivas mais profundas. No entanto, mesmo com estas restrições, foi possível responder à questão de pesquisa sobre como a implementação de um modelo de fluxo informacional pode otimizar os processos informacionais e fornecer subsídios essenciais para decisões pedagógicas mais informadas. As visualizações básicas utilizadas foram suficientes para demonstrar tendências preliminares e padrões de comportamento estudantil, corroborando a de que o modelo EduFlow pode melhorar a gestão da informação em um ambiente educacional, facilitando uma base de decisão mais robusta e informada para educadores e administradores e oferecendo insights valiosos para intervenções pedagógicas focadas. Para futuros trabalhos, é imperativo aprimorar as funcionalidades de visualização deste módulo, explorando recursos avançados de ferramentas analíticas e integrando o módulo de forma mais eficaz com sistemas de dados dinâmicos e atualizados regularmente.

A execução do módulo de Descarte no protótipo do modelo EduFlow apresentou desafios relacionados à gestão segura e eficaz dos dados a serem descartados. A principal limitação encontrada foi a ausência de um protocolo de descarte completamente

desenvolvido, que considerasse todas as variáveis envolvidas na segurança da informação. Esta ausência também é derivada da limitação do escopo do projeto, que focou em testar a viabilidade do modelo em um contexto controlado. A simplificação dos procedimentos de descarte foi uma medida estratégica para focalizar nos aspectos mais críticos do modelo durante a PoC. Esta limitação destacou a necessidade de desenvolver um sistema de descarte que não apenas automatize o processo, mas também incorpore verificações de conformidade robustas para garantir a integridade e segurança contínuas dos dados.

A execução da PoC do modelo EduFlow, apesar das limitações e desafios enfrentados, demonstrou a viabilidade do modelo proposto e respondeu efetivamente às questões de pesquisa delineadas inicialmente. As restrições de escopo, embora tenham imposto limitações ao volume e à diversidade dos dados analisados, não impediram a observação de padrões comportamentais significativos dos alunos, o que por sua vez, facilitou avaliações pedagógicas mais informadas e corroborou a hipótese central de que uma gestão de informações eficaz pode melhorar significativamente a tomada de decisão pedagógica. Através das análises realizadas, foi possível identificar e confirmar tendências que estão em consonância com as literaturas e teorias que suportam a fundamentação teórica do modelo EduFlow, evidenciando sua aplicabilidade em contextos educacionais reais.

O protótipo desenvolvido, embora embionário e não totalmente automatizado, serviu como uma plataforma inicial para testar as funcionalidades do modelo e ofereceu *insights* preliminares que validaram as operações de cada módulo proposto, desde a obtenção de dados até o descarte seguro de informações. As intervenções manuais e a simplificação de processos, particularmente na integração com ferramentas de visualização e sistemas de dados existentes, embora consideradas limitações, foram decisões estratégicas que permitiram concentrar esforços na avaliação da estrutura conceitual do modelo. Este foco estratégico ajudou a satisfazer o objetivo geral da tese de ampliar a capacidade decisória em contextos educacionais através de um modelo de fluxo informacional robusto e adaptável.

Portanto, este estudo não só demonstra a funcionalidade e as potencialidades do modelo EduFlow mas também estabelece uma base sólida para futuras pesquisas e desenvolvimentos que possam expandir e adaptar o arranjo computacional às diversas

necessidades educacionais, garantindo que ele permaneça relevante, eficaz e alinhado com as evoluções tecnológicas e pedagógicas. A participação ativa e colaborativa entre profissionais da Ciência da Computação, da Informação e educadores é decisiva para o sucesso do projeto, destacando a importância de uma abordagem interdisciplinar no desenvolvimento de soluções educacionais baseadas em dados. Dessa forma, o próximo capítulo apresenta as conclusões do trabalho frente aos objetivos, cenários de validação e suas contribuições.

5. CONCLUSÃO

A importância de um fluxo informacional bem estabelecido em espaços educacionais é essencial, dado que a eficácia pedagógica depende substancialmente da qualidade e da fluidez com que as informações são utilizadas. Esses fluxos informacionais são caracterizados por uma complexa rede de trocas de dados entre estudantes, profissionais da educação e recursos educacionais, que facilitam não apenas a comunicação e a colaboração, mas também a gestão do conhecimento dentro do ambiente educacional. A habilidade de monitorar e analisar esses fluxos permite uma avaliação contínua da performance dos estudantes, fornecendo *insights* essenciais que podem guiar intervenções pedagógicas e ajustes metodológicos necessários para melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

Diante deste contexto, a pesquisa desenvolvida culminou na elaboração e validação da viabilidade do modelo EduFlow, que se propôs a otimizar os fluxos informacionais em espaços educacionais, visando aprimorar a capacidade decisória dos professores. Ao introduzir uma abordagem baseada em dados para o processo educacional, o modelo proposto busca facilitar uma melhor compreensão do comportamento estudantil e das variáveis educacionais que influenciam o sucesso dos alunos, estabelecendo assim uma base sólida para a tomada de decisões pedagógicas informadas e estrategicamente fundamentadas.

O modelo de fluxo informacional EduFlow compreende uma estrutura sistemática projetada para aprimorar a gestão informacional em espaços educacionais. Este modelo integra seis módulos: Identificação das Necessidades Informacionais, Obtenção de Dados e Informações, Tratamento e Processamento, Enriquecimento e Organização, Apresentação e Utilização, e Descarte. Cada módulo é encarregado de uma função específica dentro do ciclo de vida dos dados, desde a identificação precisa das necessidades informacionais, passando pela coleta e normalização dos dados, até a análise e utilização estratégica dessas informações para embasar decisões pedagógicas. Além disso, o EduFlow prevê a inclusão de mecanismos de *feedback* que permitem a atualização constante do sistema com base nas interações dos usuários, garantindo uma evolução contínua e a adaptação às necessidades emergentes dos espaços educacionais.

A viabilidade deste modelo foi verificada através de uma Prova de Conceito que aplicou suas estruturas teóricas em um ambiente controlado, utilizando dados reais porém anonimizados para garantir a privacidade e a integridade dos envolvidos. A execução detalhada e sistemática de cada módulo do modelo permitiu verificar sua funcionalidade, alinhando-se robustamente com o objetivo geral de promover decisões pedagógicas mais informadas e fundamentadas em dados precisos e relevantes.

A execução desta PoC possibilitou responder afirmativamente às questões de pesquisa estabelecidas e corroborar com os cenários levantados. Primeiramente, ela demonstra como a estruturação e sistematização de processos informacionais podem otimizar, significativamente, o espaço educacional e fortalecer as decisões pedagógicas. Ao facilitar a identificação contínua e precisa das necessidades informacionais, o modelo EduFlow permite ajustes proativos conforme as demandas educacionais evoluem, contribuindo assim para tomadas de decisões fundamentada. Este fortalecimento das decisões pedagógicas é justificado pelo acesso facilitado a dados organizados e analisados de forma a destacar tendências e necessidades dos alunos, possibilitando intervenções mais precisas e baseadas em evidências.

Por meio de análises descritivas e preditivas, transforma dados brutos em *insights* valiosos que predizem comportamentos estudantis e identificam necessidades de intervenção, otimizando métodos de ensino e currículos. Com visualizações claras e interativas, o EduFlow permite que educadores acessem rapidamente informações confiáveis, promovendo intervenções pedagógicas informadas e baseadas em evidências que são essenciais para o sucesso estudantil. Essa abordagem integrada além de responder à questão de pesquisa sobre a eficácia do fluxo informacional em educação, também corrobora o cenário de que processos informacionais aprimorados podem significativamente melhorar a tomada de decisão pedagógica.

A segunda questão de pesquisa questiona se o arranjo tecnológico, desenvolvido sob os fundamentos teóricos e epistemológicos da Ciência da Informação, pode otimizar o fluxo informacional em espaços de ensino e aprendizagem. A PoC demonstrou que um arranjo tecnológico bem estruturado apresenta potencial de fortalecer a capacidade dos professores

em tomar decisões pedagógicas bem-informadas e, conseqüentemente, otimizar o fluxo informacional. Apesar do arranjo estar em nível embrionário e da falta de automatização, modelo foi aplicado por meio de um protótipo com ações ainda manuais, que possibilitou a coleta, o tratamento adequado dos dados, o enriquecimento, a apresentação e utilização, que se destacou por oferecer visualizações claras e acessíveis, facilitando a interpretação dos dados pelos educadores, mesmo sem a integração de ferramentas de visualização avançadas.

Desta forma, evidenciou-se que os objetivos estabelecidos nesta pesquisa foram alcançados através do desenvolvimento e aplicação do modelo EduFlow, que demonstrou ser eficaz na otimização do fluxo informacional em espaços de ensino e aprendizagem. O modelo facilitou a caracterização do fluxo informacional existente, permitindo a identificação das necessidades informacionais e das oportunidades para o emprego de tecnologias que aprimoram a compreensão e gestão dos dados educacionais. Além disso, contribuiu para a elaboração de estratégias que melhor retratam o aluno dentro do espaço educacional, utilizando recursos tecnológicos para coletar, processar, e apresentar dados que suportam decisões pedagógicas fundamentadas e informadas. Essas capacidades alinham-se com o objetivo geral de expandir a capacidade decisória dos educadores, evidenciando a utilidade do modelo em promover intervenções pedagógicas precisas, baseadas nas necessidades dos estudantes.

Este trabalho também contribui significativamente para os campos da Ciência da Informação e Educação, ao estabelecer um modelo de fluxo informacional, que facilita a gestão de dados e informações em ambientes educacionais. No contexto da Ciência da Informação, ele avança a compreensão de como os dados podem ser estruturados e utilizados para aprimorar as decisões pedagógicas, destacando a importância de processos sistemáticos de coleta, tratamento, enriquecimento, apresentação e utilização de dados.

O modelo proposto evidencia como a Ciência da Informação pode desempenhar um papel fundamental na compreensão e organização dos processos informacionais presentes em espaços de ensino e aprendizagem. O estabelecimento de um fluxo informacional bem estruturado permite que os dados educacionais sejam tratados e analisados de forma adequada, além de possibilitar a exploração de tecnologias avançadas, como o aprendizado

de máquina, para facilitar a coleta, tratamento e visualização de dados educacionais. Este processo permite a identificação de padrões, tendências e insights relevantes para a tomada de decisão pedagógica.

Além disso, a proposta de um modelo de fluxo informacional que pode ser adaptado e aplicado em diferentes educacionais amplia o campo de aplicação da Ciência da Informação. A gestão do ciclo de vida dos dados, desde a coleta até o descarte, assegura a qualidade, privacidade e integridade das informações, evidenciando a importância dessa abordagem não apenas na educação, mas também em diversas outras áreas da Ciência da Informação. A pesquisa também enfatiza o valor da interdisciplinaridade, demonstrando como os princípios da Ciência da Informação podem ser integrados com outras disciplinas para resolver problemas práticos e complexos.

A aplicação da metodologia Design Science Research na pesquisa contribui para a literatura metodológica da Ciência da Informação, oferecendo um exemplo de como estruturar e conduzir pesquisas que resultem em artefatos práticos e teoricamente fundamentados. O desenvolvimento de ferramentas práticas, como o módulo de obtenção de dados e informações, mostra a viabilidade do modelo EduFlow, proporcionando uma base para a implementação de soluções tecnológicas inovadoras.

Dessa forma, a pesquisa demonstra a aplicabilidade prática dos conceitos da Ciência da Informação na integração de tecnologias emergentes, como aprendizado de máquina e análise de dados, para resolver problemas práticos no contexto educacional. Este trabalho evidencia como a Ciência da Informação pode enriquecer o campo da educação e contribuir para a construção de uma gestão de dados educacionais mais informada, promovendo uma abordagem interdisciplinar e avançando o uso de tecnologias em processos educacionais.

Para a Educação, o modelo propõe uma abordagem inovadora que interliga a teoria informacional com práticas pedagógicas, permitindo que educadores acessem informações precisas e relevantes rapidamente e apliquem esses dados estrategicamente para melhorar os resultados de aprendizagem dos alunos. Ao integrar análises descritivas e preditivas, o EduFlow permite antecipar necessidades estudantis e ajustar metodologias de ensino, contribuindo para intervenções pedagógicas mais eficazes e informadas, facilitando o

acompanhamento contínuo da performance dos alunos. Esta capacidade de monitoramento contínuo é essencial para identificar precocemente os estudantes em risco de evasão escolar, permitindo intervenções oportunas que podem diminuir significativamente as taxas de desistência. Assim, o EduFlow se destaca como uma ferramenta que pode fortalecer as práticas educacionais, promovendo uma educação mais adaptativa e responsiva às necessidades dos alunos.

Mesmo com o atendimento favorável aos objetivos estabelecidos e as contribuições significativas para as áreas da Ciência da Informação e da Educação, essa pesquisa enfrentou limitações que restringiram a extensão completa dos resultados possíveis, sublinhando a necessidade de estudos futuros para explorar plenamente o potencial do modelo EduFlow em contextos educacionais mais amplos. As principais limitações identificadas incluem a escala restrita de dados disponíveis, concentrando-se em uma única disciplina e limitando a generalização dos resultados; a execução manual de processos que, apesar de necessária para a fase inicial de testes, impede a avaliação da eficiência operacional em uso contínuo; e a ausência de integração direta com sistemas acadêmicos existentes, limitando a capacidade do modelo de capturar uma gama mais ampla de dados educacionais. Além disso, a natureza prototípica do arranjo tecnológico utilizado restringiu a exploração completa das capacidades analíticas e preditivas do modelo, destacando a necessidade de desenvolvimentos futuros para sua automação e refinamento.

Estas limitações desafiadoras, delineiam o caminho para futuras investigações e aprimoramentos no modelo EduFlow em espaços educacionais. Os trabalhos futuros sugeridos são:

- **Automação Completa dos Processos:** Desenvolver e implementar a automação completa dos processos de coleta, tratamento, enriquecimento e descarte de dados para minimizar a necessidade de intervenções manuais e maximizar a eficiência operacional do modelo.
- **Integração com Sistemas Acadêmicos Existentes:** Trabalhar na integração do modelo EduFlow com sistemas de gestão de aprendizagem, registros acadêmicos e outras plataformas educacionais utilizadas nas instituições para

facilitar um fluxo contínuo de dados e expandir as capacidades analíticas do modelo.

- **Expansão do Conjunto de Dados:** Ampliar a coleta de dados para incluir múltiplas disciplinas, níveis de ensino e instituições educacionais para testar a adaptabilidade do modelo em diferentes contextos educacionais e aumentar a robustez das análises preditivas e descritivas.
- **Desenvolvimento de Protocolos de Descarte Avançados:** Formular e validar protocolos de descarte que garantam a segurança da informação e a conformidade com as regulamentações de privacidade de dados, especialmente em contextos globais com diversas exigências legais.
- **Aprimoramento das Funcionalidades de Visualização:** Explorar e implementar funcionalidades de visualização avançadas no módulo de apresentação e utilização para oferecer *insights* mais detalhados e interativos, melhorando a interpretação e aplicabilidade dos dados analisados.
- **Desenvolvimento de Interfaces de Usuário Intuitivas:** Criar interfaces de usuário mais intuitivas e acessíveis para facilitar o uso do modelo por professores, independentemente de sua familiaridade com tecnologias de informação.
- **Estudos Longitudinais para Medir Impacto Educacional:** Conduzir estudos longitudinais para medir o impacto do uso do modelo EduFlow sobre os resultados de aprendizagem dos alunos e as práticas pedagógicas ao longo do tempo, proporcionando um entendimento mais profundo das suas eficácias a longo prazo.
- **Exploração de Novas Tecnologias e Algoritmos:** Investigar a incorporação de novas tecnologias e algoritmos de análise de dados, como inteligência artificial (IA) e machine learning, para enriquecer ainda mais as capacidades preditivas e descritivas do modelo.
- **Publicação de Diretrizes e Casos de Uso:** Elaborar e publicar diretrizes detalhadas para a implementação do modelo EduFlow, incluindo casos de uso

reais que demonstrem sua aplicabilidade e benefícios em contextos educacionais específicos.

Esses trabalhos futuros ajudam a superar as limitações identificadas e contribuem para a evolução contínua do modelo EduFlow, assegurando sua relevância e eficácia em um ambiente educacional em constante mudança.

Este trabalho consolida significativas contribuições para a Ciência da Informação, aplicadas ao contexto educacional, por meio do desenvolvimento e implementação do modelo EduFlow. Este modelo destacou como a estruturação cuidadosa e o tratamento analítico de dados podem aprimorar decisões pedagógicas, reafirmando o valor da informação como um recurso estratégico dentro do espaço educacional. Importante destacar, a cultura informacional emergente deste modelo promove uma prática contínua de atualização e revisão de dados, essencial para manter a relevância e precisão da informação utilizada. Com isso, a tese estabelece um precedente para o uso integrado de tecnologias informacionais que facilitam a gestão de dados educacionais e a aplicação de *insights* analíticos para melhorar a experiência de aprendizagem. As aplicações práticas e as melhorias propostas para o modelo EduFlow sugerem caminhos futuros para pesquisas que continuem a explorar e expandir as fronteiras da Ciência da Informação, visando a otimização contínua dos processos educacionais através de soluções tecnológicas avançadas e adaptativas. Este estudo serve como um modelo para futuras implementações que não apenas respondem às necessidades imediatas de informação, mas também se adaptam proativamente às mudanças contextuais e evoluções tecnológicas, promovendo uma cultura de dados robusta e um compromisso contínuo com a educação baseada em evidências.

6. Referências

- ALMEIDA, M. F. I.; BIAGGI, C.; VITORIANO, M. C. C. P. Identificação dos fluxos informacionais: contribuições para a gestão do conhecimento. **ÁGORA: Arquivologia em debate**, v. 31, n. 63, p. 1-11, 2021.
- ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 10, 2011.
- ANDRADE, R. B. N. M.; ZERBINI, T. Distance Learning Degrees: Possibility of Evasion, Styles and Learning Strategies. **Paidéia** (Ribeirão Preto), v. 29, 2019.
- ANGELONI, M. T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. **Ciência da informação**, v. 32, p. 17-22, 2003.
- ARAÚJO, W. C. O.; SILVA, E. L.; VARVAKIS, G. Fluxos de informação em projetos de inovação: estudo em três organizações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 22, p. 57-79, 2017.
- ABED, Associação Brasileira de Educação à Distância. **Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2020**. Curitiba, PR: InterSaberes, 2022. Disponível em https://abed.org.br/arquivos/CENSO_EAD_2020_PORTUGUES.pdf. Acesso em 13 de março de 2023.
- BAEPLER, P.; MURDOCH, C. Academic Analytics and Data Mining in Higher Education. **International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning**, v. 4, n. 2, 2010
- BALBI, E. R.; CRESPO, Maria Fabiana. **Capturando el futuro**. Buenos Aires. Editorial Formato, 1997.
- BALTAR, P. C.; SILVA, S. E. Um olhar acerca da evasão na Educação a Distância. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, v.10, n.24, p. 61-73, jan. 2017. Disponível em: <https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/download/1993/pdf>. Acesso em: 19 de março de 2023.
- BAMBRICK-SANTOYO, P.. **Driven by data: A practical guide to improve instruction**. John Wiley & Sons, 2010.
- BARBOSA, D. M.; BAX, M. A Design Science como metodologia para a criação de um modelo de Gestão da Informação para o contexto da avaliação de cursos de graduação. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, v. 10, n. 1, p. 32-48, 2017.
- BARRETO, A. A. Mudança estrutural no fluxo do conhecimento: a comunicação eletrônica. **Ciência da informação**, v. 27, p. v. 27, n. 02, p. 122-127, 1998.
- BARRETO, A. A. A condição da informação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 3, p. 67-74, 2002a.
- BARRETO, Aldo de Albuquerque. O tempo e o espaço da ciência da informação. **Transinformação**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 17-24, jan./jun. 2002b.

BEAL, Adriana. **Gestão estratégica da informação: como transformar a informação e a tecnologia da informação em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2007.

BENOÎT, G. Transforming Data into Meaningful Information. **Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield**, 2018.

BILL & MELINDA GATES FOUNDATION. **Teachers Know Best: What educators want from digital instructional tools**. n. November, p. 28 p., 2015. Disponível em https://s3.amazonaws.com/edtech-production/reports/Teachers-Know-Best_0.pdf. Acesso em 06/05/2021.

BITTENCOURT, I. M.; MERCADO, L. P. L. Evasão nos cursos na modalidade de educação a distância: estudo de caso do Curso Piloto de Administração da UFAL/UAB. **Ensaio: Avaliação e políticas públicas em educação**, v. 22, n. 83, p. 465-503, 2014.

BITENCOURT, W. A.; SILVA, D. M.; XAVIER, G. C. Pode a inteligência artificial apoiar ações contra evasão escolar universitária? **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 30, p. 669-694, 2021.

BOUDET, K. P.; CITY, E. A.; MURNANE, R. J. **Data Wise: Guia para o Uso de Evidências na Educação**. Penso Editora, 2020.

BRANCO, L. S. A.; CONTE, E.; HABOWSKI, A. C. Evasão na educação a distância: pontos e contrapontos à problemática. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior** (Campinas), v. 25, n. 1, p. 132–154, 2020.

BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior**. Brasília, DF: INEP, 2016. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2016/notas_sobre_o_censo_da_educacao_superior_2016.pdf. Acesso em: 06/05/2021.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: MEC, 1996

BRASIL. Decreto-lei no 5.622, de 19 de dezembro de 2005. **Regulamenta o art. 80 da Lei no. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: MEC, 2005

BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Sinopse Estatística da Educação Superior 2019**. Brasília, DF: INEP, 2020. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>>. Acesso em: 06/05/2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Sinopse estatística da educação superior**. Brasília, DF: INEP, 2022a. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior/resultados>. Acesso em: 16 de março de 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Ensino a distância cresce 474% em uma década. **Censo da Educação Superior**. Brasília, DF: Inep,

2022b. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-da-educacao-superior/ensino-a-distancia-cresce-474-em-uma-decada>. Acesso em 17 de março de 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2021: notas estatísticas**. Brasília, DF: Inep, 2022c. Disponível em https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_e_statisticas_censo_da_educacao_superior_2021.pdf. Acesso em 20 de março de 2023.

BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2020 [recurso eletrônico]**. Brasília, DF: INEP, 2022d. Disponível em https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2020.pdf. Acesso em 20 de março de 2023.

BRITO, M. DE S. et al. Contribuições de um Plugin do tipo Report para a Identificação do Risco de Evasão no AVA Moodle com base em Visualização de Dados. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, n. 0, p. 01, 2020.

CABRAL, B. M. R. **Análise da utilização dos recursos do Moodle para prever classificações**. 2019. Dissertação de Mestrado. Mestrado Integrado em Engenharia de Redes e Sistemas Informáticos. Departamento de Ciência da Computação. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Cidade do Porto. Portugal.

CAMARGO, L. S. de A.; VIDOTTI, S. A. B. G.. Arquitetura da informação para biblioteca digital personalizável. **Encontros Bibli: revista eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, n. Especial 1, p. 103-118, 2006.

CAMPBELL, C.; LEVIN, B. Using data to support educational improvement. Educational Assessment, Evaluation and Accountability. **Journal of Personnel Evaluation in Education**, v. 21, p. 47-65, 2009.

CARVALHO NETO, S. **Dimensões de qualidade em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2009. **Tese de Doutorado**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Administração do Departamento de Administração da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

CERRAO, N. G.; JESUS, A. F. DE; CASTRO, F. F. DE. O método de Revisão Sistemática da Literatura (RS) na área da Ciência da Informação no Brasil: análise de dados de pesquisa. **Informação & Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 105–116, 2019.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. 2. ed. São Paulo: SENAC, 2006.

COIMBRA, C. L.; SILVA, L. B.; COSTA, N. C. D. A evasão na educação superior: definições e trajetórias. **Educação e Pesquisa**, v. 47, 2021.

COLPO, M.P.; PRIMO, T. T.; AGUIAR, M. S.. Predição da evasão estudantil: uma análise comparativa de diferentes representações de treino na aprendizagem de modelos genéricos.

In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 32., 2021, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 873-884.

CONEGLIAN, A. L. O.; SANTOS, C. A.; CASARIN, H. C. S.. **Competência em informação e sua avaliação. Gestão, mediação e uso da informação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, p. 255-275, 2010.

CORREA, R. F.; DE LIRA VIEIRA, J. M. Representações visuais para recuperação de informação na BDTDUFPE. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 18, n. 4, p. 18–34, 2013.

CORREIA NETO, J. F.; MARQUES, E. V. **Tomada de Decisões Gerenciais com Analítica de Dados: Aplicações práticas com Excel**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020. 320 p.

COSTA, H. S.; et al.. A Framework for prediction of dropout in distance learning through XAI techniques in Virtual Learning Environment. In: **ENCONTRO NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMPUTACIONAL (ENIAC)**, 19., 2022, Campinas/SP. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 270-281.

COSTA, M. R. M.; SOUSA, J. C. Educação a Distância e Universidade Aberta do Brasil: reflexões e possibilidades para o futuro pós-pandemia. **Revista Thema**, Pelotas, v. 18, n. ESPECIAL, p. 124-135, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.V18.Especial.2020.124-135.1832>. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1832>. Acesso em: 18 de março de 2023

COSTA, R. L.; SANTOS, J. C. A evasão em cursos técnicos a distância. **Educar em revista**, p. 241-256, 2017.

DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. São Paulo. Thomson/Pioneira, 2002

DAVENPORT, T. H.; PRUSSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

DE OLIVEIRA, M. B. et al. O ensino híbrido no Brasil após pandemia do covid-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 918-932, 2021.

DE PAULA, L. T.; MOURA, M. A.. A cultura informacional e os ambientes virtuais de aprendizagem: interações informacionais para a Educação a Distância (EaD). **Educação & Tecnologia**, v. 15, n. 2, 2010.

DE SOUZA, E. P. Educação em tempos de pandemia: desafios e possibilidades. **Cadernos de ciências sociais aplicadas**, p. 110-118, 2020.

DE SOUZA, W. V. B. et al. Expansão do EAD nas Universidades Federais: Projeto Piloto do Reuni Digital. **GESTÃO PÚBLICA EM PROJETOS E PRÁTICAS**, p. 103, 2022.

DGP/CNPQ. **Grupo de Interação Humano-Computador (GIHC)**. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Lattes. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). 2009. Disponível em <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/725273>. Acesso em 24 de julho de 2023.

DIAS JR, J. B. **META-MOOC: uma ferramenta para geração de Moocs adaptativos e personalizáveis**. 2017, 135 f.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

DIESEL, P. A.; PORTO, R. M. A. B.; FONSECA, F. Processos de gestão da informação para extração de indicadores de evasão discente em cursos realizados na modalidade à distância. **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, v. 10, n. 2, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/28239>. Acesso em: 22 mar. 2023.

DOS SANTOS, A. M. Educação a distância—análise dos desafios futuros. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 45341-45354, 2020.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FILATRO, A. **Data Science na educação: presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2021. 224 p.

FILHO, F. W. B. H.; VINUTO, T. S.; LEAL, B. C.. Análise de Classificadores para Predição de Evasão dos Campi de uma Instituição de Ensino Federal. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 31., 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1132-1141.

FILHO, F. H.; SIQUEIRA, D.; LEAL, B.. Predição de Evasão Utilizando Técnicas de Classificação: Um Estudo de Caso do Instituto Federal do Ceará. In: **ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO DO CEARÁ, MARANHÃO E PIAUÍ (ERCEMAPI)**, 8., 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 141-148.

FLORIDI, L. Biblioteconomia e Ciência da informação (BCI) como filosofia da informação aplicada: uma reavaliação. **INCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p. 37-47, jul./dez. 2010. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/42318/45989>. Acesso em: 5 maio 2021.

FONSECA, E. D. S.; ARAÚJO JR., C. F. DE. Learning Analytics Para Avaliar o Desempenho Discente em Uma Disciplina de Cursos à Distância. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 4, p. 137–151, 2019.

FONTES-PEREIRA, A. **Revisão Sistemática da Literatura: Como Escrever um Artigo Científico em 72 Horas**. Rio de Janeiro: Edição do Kindle., 2017.

FREITAS, F. A. S. et al. ASSIS: Assistente Inteligente como Serviço para Plataformas de Ensino a Distância. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 31., 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1423-1432.

GARCIA, R.; FADEL, B. **Cultura organizacional e as interferências nos fluxos informacionais (IFI). Gestão, mediação e uso da informação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, p. 211-234, 2010.

GIOLO, J. Educação a Distância no Brasil: a expansão vertiginosa. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 34, n. 1, p. 73-97, 2018.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.

HAGUENAUER, C. J.; MUSSI, M. V. F.; CORDEIRO FILHO, F.. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Definições e Singularidades/Virtual Learning Environments: Definitions and Singularities. **Revista Educaonline**, v. 3, n. 2, 2011.

HALIM, A. et al. The Attributes of Teachers ' Pedagogical Decision Making. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 11, n. 3, p. 1–6, 2015.

HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. **MIS Quarterly: Management Information Systems**, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

HEVNER ALAN, R. A Three Cycle View of Design Science Research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 87–92, 2007.

JESUS, H. O.; RODRIGUEZ, L. C.; COSTA JUNIOR, A. de O. Predição de Evasão Escolar na Licenciatura em Computação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 29, p. 255–272, 2021.

KONDO, N.; OKUBO, M.; HATANAKA, T.. Early detection of at-risk students using machine learning based on LMS log data. In: 2017 6th IIAI **International congress on advanced applied informatics (IIAI-AAI)**. IEEE, 2017. p. 198-201.

LAMEIRA, R.; SILVA, R. M. Aplicação de Rede Bayesiana na identificação de fatores que causam a evasão no curso de Sistemas de Informação da UFRRJ. In: **ESCOLA REGIONAL DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DO RIO DE JANEIRO (ERSI-RJ)**, 1. , 2014, Niterói. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014 . p. 107-110.

LIU, S. et al. A survey on information visualization: recent advances and challenges. **Visual Computer**, v. 30, n. 12, 2014.

MAIA, C.; MATTAR, J. **ABC da EaD**. 1. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MARGARYAN, A.; BIANCO, M.; LITTLEJOHN, A. Instructional quality of Massive Open Online Courses (MOOCs). **Computers and Education**, v. 80, p. 77–83, 2015.

MARTINS, R. X. **Modalidades de ensino e sua relação com habilidades cognitivas e tecnológicas**. 2008. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Psicologia Universidade São Francisco, Itatiba, SP.

MOISSA, B. et al. Uma ferramenta de Visualização da Informação para analisar o comportamento do aluno em um ambiente e-learning e sua trajetória de aprendizagem. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 11, n. 3, p. 337–351, 2014.

MONTOYA-MOGOLLÓN, J. B.; MADIO, T. C. C. Sociedade tecnológica da informação. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO**, 19., 2018, Londrina. Anais eletrônicos... Londrina: ANCIB; UEL, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/102258>. Acesso em: 27 abr. 2021.

MORAN, J. M.; VALENTE, J. A. **Educação a distância: Pontos e Contrapontos**. São Paulo: Summus Editorial, 2015.

Mustafa, A. S.; Ali, N. The Adoption and Use of Moodle in Online Learning: A Systematic Review. In: **Information Sciences Letters**: Vol. 12 : Iss. 1 , PP -. 2023. Disponível em Available at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/isl/vol12/iss1/29>. Acessado em 06 de junho de 2023.

NASCIMENTO, R. A. **Educação à distância e reputação: desafios do ensino superior brasileiro**. 2020, 148 f.: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica Portuguesa, Programa de Pós-Graduação em Comunicação digital.

OLIVEIRA, E. S. et al. A Educação A Distância (EaD) Como Ferramenta Democrática De Acesso A Educação Superior: Formação Docente. In: **DIGITALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A EDUCAÇÃO DA GERAÇÃO CONECTADA**, 1 ed, Campo Grande: Editora Inovar, 2020. p. 8-14.

OLIVEIRA, P. R.; OESTERREICH, S. A.; ALMEIDA, V. L. Evasão na pós-graduação a distância: evidências de um estudo no interior do Brasil1. **Educação e Pesquisa**, v. 44, 2017.

PAIVA, R. O. A. **Autoria de Decisões Pedagógicas Informadas por Dados sob a Perspectiva de um Mooc**. 2017, 258 f.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

PASINI, C. G. D.; CARVALHO, E. de; ALMEIDA, L. H. C.. A educação híbrida em tempos de pandemia: algumas considerações. **Observatório Socioeconômico Da Covid-19 (Ose)**, v. 9, 2020.

PEIXOTO BAX, M. Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia Design science: philosophy of research in **information science and technology**. p. 298–312, 2015.

PEREIRA, F. C. M. Modelo Integrativo sobre Comportamento Informacional em processos decisórios. **Revista de Administração FACES Journal**, 2016.

PINNELL, Colin et al. Curricular and learning analytics: a big data perspective. In: **Big Data and Learning Analytics in higher education**. Springer, Cham, 2017. p. 125-145.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico] : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

MOODLE. **History** - **moodledocs**. Online, Jun 2019. Disponível em <https://docs.moodle.org/37/en/History>. Acessado em 17 de Abril de 2023.

OLIVEIRA, I. S.; MEDEIROS, F. P. A.; ANDRADE, F. G.. Seleção de Atributos para Classificadores de Evasão Escolar com Dados da Plataforma Nilo Peçanha. In: **WORKSHOP DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DE LEARNING ANALYTICS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO NO BRASIL (WAPLA)**, 1., 2022, Manaus. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 30-39.

- RODRIGUES, L. S. et al. A evasão em um curso de especialização em Gestão em Saúde na modalidade a distância. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 22, p. 889-901, 2018.
- ROMERO, C. et al. Educational process mining: A tutorial and case study using moodle data sets. **Data mining and learning analytics: Applications in educational research**, p. 1-28, 2016.
- SALCEDO, D. A.; BEZERRA, V. C. A. Encontro e descoberta da informação em ambientes digitais. **Páginas a&b: arquivos e bibliotecas**, p. 142-155, 2020.
- SALES, A.; BALBY, L.; CAJUEIRO, A. Exploiting Academic Records for Predicting Student Drop Out: a case study in Brazilian higher education. **Journal of Information and Data Management**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 166, 2017.
- SANTANA, M. A.; DOS SANTOS NETO, B. F.; DE BARROS COSTA, E. Avaliando o uso das ferramentas educacionais no ambiente virtual de aprendizagem moodle. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2014. p. 278.
- SANT'ANA, R. C. G. Ciclo de vida dos dados: uma perspectiva a partir da ciência da informação. **Informação & Informação**, v. 21, n. 2, p. 116, 2016.
- SANT'ANA, R. C. G. Transdução Informacional: impactos do controle sobre os dados. In: MARTÍNEZ-ÁVILA, D.; SOUZA, E. A.; GONZALEZ, M. E. Q. (org.). **Informação, Conhecimento, Ação Autônoma e Big Data: Continuidade ou Revolução?** Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2019. p. 117-128. DOI: <https://doi.org/10.36311/2019.978-85-7249-055-9.p117-128> Disponível em: <http://books.scielo.org/id/gfrbh/pdf/martinez-9788572490559-09.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.
- SANTOS, C. D.; VALENTIM, M. L. P. As interconexões entre a gestão da informação e a gestão do conhecimento para o gerenciamento dos fluxos informacionais. **Perspectivas em gestão & conhecimento**, p. 19-33, 2014.
- SANTOS, G. A. S. et al. Data Warehouse Educacional: Uma visão sobre a Evasão no Ensino Superior. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS (SBBDD)**, 34., 2019, Fortaleza. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019a. p. 235-240.
- SANTOS, J. R. et al. Estudo comparativo de plugins Moodle para Análise e Acompanhamento da Aprendizagem. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2019b. p. 189.
- SANTOS, P.; GOYA, D. Aprendizado de Máquina Aplicado à Análise de Evasão em Cursos de Sistemas de Informação. In: **FÓRUM DE EDUCAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI)**, 16., 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 210-213.
- SANTOS, C. H. D. C.; MARTINS, S. L.; PLASTINO, A. É Possível Prever Evasão com Base Apenas no Desempenho Acadêmico? In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 32., 2021, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 792-802.

SANTOS, C. H. D.C.; MARTINS, S. L.; PLASTINO, A. É Possível Prever Evasão com Base Apenas no Desempenho Acadêmico? In: Anais do XXXII **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2021. p. 792-802.

SANTOS, F. S. C. **Ferramenta de suporte à avaliação de performance e tomada de decisão no processo de ensino-aprendizagem de EAD**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/243071>>.

SARAIVA, D.; PEREIRA, S.; GALLINDO, E.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, C. Uma proposta para predição de risco de evasão de estudantes em um curso técnico em informática. In: **WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)**, 2019, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 319-333.

SCHILDKAMP, K.; LAI, M. K.; EARL, L. (Ed.). Data-based decision making in education: Challenges and opportunities, volume 17. **Springer Science & Business Media**, 2013.

SCHIRMER, S. N.; TAUCHEN, G. Políticas públicas de enfrentamento da evasão na educação superior brasileira: um estudo do estado da arte. **Revista @mbienteeducação**. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo, v. 12, n. 3, p.316-341 set/dez 2019.

SENHORINHA, M. J. K. et al. Critical factors of pedagogical management that influence the evasion in higher education distance learning courses: a case study. **Gestão & Produção**, v. 28, 2021.

SILVA, L. Tomada de decisão baseada em dados (DDDM) e aplicações em informática em educação. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 4, n. 1, p. 21-46, 2015.

SILVA, Robson Santos da. **Moodle 3 para gestores, autores e tutores**. São Paulo: Novatec, v. 2, p. 421-450, 2016.

SILVA, L. A. et al. Ciência de Dados Educacionais: definições e convergências entre as áreas de pesquisa. **Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)**, v. 1, n. Cbie, p. 764, 2017.

SILVA, F. S. DA; NUNES, J. V.; CAVALCANTE, L. E. O Conceito de Mediação na Ciência da Informação Brasileira: Uma Análise a Partir da Brapci. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, v. 2, p. 33–42, 2018.

SILVA, E.; CRUZ, J. Mineração de Dados Educacionais: uso de redes neurais artificiais na predição do Perfil Acadêmico do Aluno - IFAL Campus Maragogi. In: **ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE (ERBASE)**, 2019, Ilhéus. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 556-564.

SILVA, D. S. et al.. Minerando dados de um juiz on-line para prever a evasão de estudantes em disciplinas introdutórias de programação. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 31., 2020, Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020

SILVA, F. C. et al.. Uma Investigação Sobre a Identificação de Indicadores de Evasão de Alunos Utilizando Mineração de Dados. In: **ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO DO CEARÁ, MARANHÃO E PIAUÍ (ERCEMAPI)**, 10., 2022, São Luís. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 69-78.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. Third edit ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1996.

SOLETTI, R. C. **Fluxo Informacional como Processo à Construção de Modelo de Avaliação Para Implantação de Cursos em Educação a Distância**. 2006, 182 f.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis/SC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

SOSO, F. S.; KAMPFF, A. J. C.; MACHADO, K. G. W. Student Permanence In Distance Pedagogy Courses: A Study From The Open University Of Brazil. In: **Student Permanence In Distance Pedagogy Courses: A Study From The Open University Of Brazil**. 2022.

SOUSA, A. C. C.; OLIVEIRA, C. A. B.; BORGES, J. L. C. M. Utilização do sucesso acadêmico para prever o abandono escolar de estudantes do ensino superior: Um caso de estudo. **Educação e Pesquisa**, v. 44, 2018.

SOUSA, E. M. **Técnicas de visualização da informação na gestão educacional: limites e possibilidades à gestão financeira de instituições públicas federais de ensino**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SOUZA, T. M. **Uma arquitetura para tomada de decisão pedagógica com dados integrados**. 2017, 129 f.: il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

USHER, Maya; HERSHKOVITZ, Arnon; FORKOSH-BARUCH, Alona. From data to actions: Instructors' decision making based on learners' data in online emergency remote teaching. **British Journal of Educational Technology**, v. 52, n. 4, p. 1338-1356, 2021.

TORINO, E.; VIDOTTI, S. A. B. G.; SANT'ANA, R. C. G. Ciclo de vida de dados no processo de publicação e acesso à produção científica. **XX Enancib - A Ciência da Informação e a era da Ciência de Dados**, p. 1–21, 2019.

TORINO, E. **Arquitetura de dados no contexto da ciência da informação**. Marília: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2022.

VALENTIM, M. L. P. **Ambientes e fluxos de informação**. In: _____ (Org.). **Ambientes e fluxos de informação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p.13-22.

VASCONCELOS, C. R. D.; DE JESUS, A. L. P.; SANTOS, C. M. Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) na educação a distância (EAD): um estudo sobre o Moodle. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15545-15557, 2020.

VECHIATO, F. L.; VIDOTTI, S. A. B. G. **Encontrabilidade da informação [recurso eletrônico]**. 1. ed. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

VECHIATO, F. .; TRINDADE, A. S. C. E. Encontrabilidade da informação em ambientes informacionais: diálogo teórico entre os conceitos Intencionalidade e affordance. **Prisma.com**, n. 42, p. 03-20, 2020.

VELOSO, B.; MILL, D. Distance Education and Remote Teaching: opposition by the vertex. **SciELO Preprints**, 2022. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.3506. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/3506>. Acesso em: 04 jul. 2023.

VIANA, F. S.; SANTANA, A. M.; RABÊLO, R. A. L. Avaliação de Classificadores para Predição de Evasão no Ensino Superior Utilizando Janela Semestral. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 33., 2022, Manaus. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 908-919.

VIEIRA, E. M. F. **Fluxo informacional como processo à construção de modelo de avaliação para a implantação de cursos em educação a distância**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

VIEIRA, J. M. DE L.; PINHO, F. A. A contribuição da organização e da visualização da informação para os sistemas de recuperação de informação. **Informação & Informação**, v. 20, n. 1, p. 110, 2015.

WARD, M. O.; GRINSTEIN, G.; KEIM, D. **Interactive Data Visualization Foundations, Techniques, and Applications**, Second Edition. Second Edi ed. Boca Raton, FL, USA: International Standard Book Number (eBook - PDF), 2015.

WATSON, W.; WATSON, S. L. **An argument for clarity: What are learning management systems, what are they not, and what should they become**. 2007.

WIERINGA, R. Design science as nested problem solving. Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in **Information Systems and Technology**, DESRIST '09, 2009.

WILSON, Thomas D. Human information behavior. **Informing science**, v. 3, p. 49, 2000.

YAZAN, B.; DE VASCONCELOS, I. C. O. **Três abordagens do método de estudo de caso em educação: Yin, Merriam e Stake**. Meta: Avaliacao, v. 8, n. 22, p. 149–182, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**. 5. ed. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZHANG, J. Visualization for Information Retrieval. New York, NY: **Springer-Verlag**, 2008.