

FERRAMENTA *WEB* GAMIFICADA PARA O ESTUDO INTRODUTÓRIO DE ANÁLISE DE DADOS

JOSÉ ANTÔNIO BELLATO FONSECA

ORIENTADOR: PROF. DR. RODRIGO DUARTE SEABRA

COORIENTADORA: PROFA. DRA. MELISE MARIA VEIGA DE PAULA

Itajubá – MG
Agosto/2026

FERRAMENTA *WEB* GAMIFICADA PARA O ESTUDO INTRODUTÓRIO DE ANÁLISE DE DADOS

JOSÉ ANTÔNIO BELLATO FONSECA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia da Computação da Universidade Federal de Itajubá, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia da Computação.

Área de concentração: Matemática da Computação

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Duarte Seabra
Coorientadora: Profa. Dra. Melise Maria Veiga de Paula

Itajubá - MG
Agosto/2026

Dedico este trabalho à memória de meus pais, Antônio Fonseca e Maria Aparecida Bellato Fonseca, e de minha tia, Maria Marta Bellato; e a meu irmão, Francisco Carlos Bellato Fonseca.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha esposa, Klércia Cristiane Costa Fonseca, pelo apoio e incentivo durante todo o período em que estive dedicado ao mestrado. E ao meu filho, Rafael Costa Fonseca, que, a seu modo, também me incentivou durante esta caminhada. A eles, também, dedico este trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. Rodrigo Duarte Seabra, pela disponibilidade, empenho e profissionalismo com que conduziu e orientou esta pesquisa. Sua dedicação à docência é um exemplo para os que desejam seguir nesse caminho. Seus ensinamentos e seu encorajamento foram fundamentais em todas as etapas desta jornada.

À minha coorientadora, professora Dra. Melise Maria Veiga de Paula, pela contribuição e orientação essenciais no contexto de dados e pela confiança ao me permitir participar de suas aulas e ao ceder parte do seu tempo para que eu pudesse apresentar minha pesquisa aos alunos e aplicar os questionários.

Expresso minha gratidão à professora Dra. Lina Maria Garcés Rodríguez, pelo acompanhamento atento desde a etapa de qualificação, e à professora Dra. Bárbara Pimenta Caetano, pelas valiosas contribuições na defesa. As observações minuciosas de ambas foram essenciais para o amadurecimento desta pesquisa e para a consolidação da versão final desta dissertação.

Agradeço também aos alunos da turma de 2026.1 da disciplina “Introdução à Análise de Dados” pela contribuição essencial a este trabalho, por usarem a ferramenta desenvolvida, apontarem oportunidades de melhoria e responderem aos questionários. Todas as suas críticas e sugestões foram muito importantes e seus elogios foram um grande incentivo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação com quem estudei, o meu sincero agradecimento. O aprendizado construído, as apresentações de artigos e a interação com os professores e colegas das turmas foram uma experiência de vida excepcional.

Sou grato também aos meus familiares e aos meus amigos de Monsenhor Paulo e de Itajubá, dos quais extraio grande parte da força para manter a firmeza nos momentos difíceis e encarar de frente os desafios.

RESUMO

O crescente volume de dados gerado globalmente pelas mais diversas atividades é acompanhado por uma demanda igualmente crescente por sua interpretação, visando a extração de informações valiosas. Nesse cenário, a análise de dados, um componente essencial no domínio da Ciência de Dados, viabiliza esse processo, transformando dados brutos em conhecimento útil para a tomada de decisões. No entanto, no processo de desenvolvimento de habilidades analíticas, os estudantes se deparam com desafios, tais como a interpretação subjetiva de visualizações, a alta dimensionalidade dos dados, a necessidade de compreender conceitos estatísticos, por vezes abstratos, e a necessidade de proficiência em ferramentas computacionais específicas. Esses fatores apontam para a necessidade de metodologias e ferramentas que auxiliem os professores e contribuam para motivar os estudantes no processo de estudo da área. Nesse contexto, esta pesquisa propõe o desenvolvimento de uma ferramenta *web* gamificada para apoiar o estudo introdutório de análise de dados. A ferramenta tem como finalidade possibilitar o estudo de conceitos e técnicas de análise de dados por meio de uma solução que inclui elementos de jogos e foi avaliada por estudantes voluntários de cursos de computação da Universidade Federal de Itajubá. Por meio da avaliação, foram captadas as percepções dos discentes sobre a ferramenta desenvolvida, sob múltiplas perspectivas. Os resultados dessa avaliação indicaram elevados índices de usabilidade, de aceitação e de satisfação.

Palavras-chave: Análise de Dados, Ciência de Dados, Informática na Educação, Gamificação, *Learn Data*.

ABSTRACT

The growing volume of data generated globally across diverse activities is accompanied by an equally increasing demand to interpret it and extract valuable information. In this scenario, data analysis, an essential component of the Data Science domain, enables this process by transforming raw data into useful knowledge for decision-making. However, as students develop analytical skills, they face challenges such as subjective interpretation of visualizations, high-dimensional data, the need to understand sometimes abstract statistical concepts, and the required proficiency with specific computational tools. These factors point to the need for methodologies and tools that can support teachers and motivate students in this field. In this context, the research proposes developing a gamified web tool to support introductory data analysis. The tool aims to facilitate the study of concepts and data analysis techniques through a solution that incorporates game elements and was evaluated by volunteer students in computer science courses at the Federal University of Itajubá. The evaluation captured students' perceptions of the developed tool from multiple perspectives. The results of this evaluation indicated high rates of usability, acceptance, and satisfaction.

Keywords: Data Analysis, Data Science, Informatics in Education, Gamification, Learn Data.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hierarquia dos elementos de jogos. Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).	21
Figura 2. Principais resultados e benefícios. Fonte: O autor.	41
Figura 3. Principais limitações e restrições. Fonte: O autor.	43
Figura 4. Diagrama simplificado da arquitetura da ferramenta. Fonte: O autor.	63
Figura 5. Tela principal da ferramenta <i>Learn Data</i> . Fonte: O autor.	65
Figura 6. Painel de autenticação e cadastro. Fonte: O autor.	65
Figura 7. Painel principal da ferramenta. Fonte: O autor.	66
Figura 8. Tela inicial de uma fase. Fonte: O autor.	67
Figura 9. Exemplo de uma atividade. Fonte: O autor.	69
Figura 10. Exemplo de <i>feedback</i> positivo. Fonte: O autor.	70
Figura 11. Exemplo de <i>feedback</i> negativo. Fonte: O autor.	70
Figura 12. Painel de atividade realizada. Fonte: O autor.	70
Figura 13. Detalhamento de um nível. Fonte: O autor.	72
Figura 14. Detalhamento de uma conquista. Fonte: O autor.	72
Figura 15. Exemplo de um <i>pop-up</i> comemorativo. Fonte: O autor.	73
Figura 16. Perfil do aluno. Fonte: O autor.	75
Figura 17. Indicador de progresso do aluno. Fonte: O autor.	76
Figura 18. Central de Ajuda. Fonte: O autor.	76
Figura 19. Distribuição etária dos participantes. Fonte: O autor.	85
Figura 20. Distribuição de gênero dos participantes. Fonte: O autor.	86
Figura 21. Cursos de graduação dos participantes. Fonte: O autor.	87
Figura 22. Ano de ingresso dos estudantes no curso. Fonte: O autor.	87
Figura 23. Inserção dos participantes no mercado de trabalho. Fonte: O autor.	88
Figura 24. Experiência prévia em análise de dados. Fonte: O autor.	89
Figura 25. Afinidade e interesse pelo estudo de análise de dados. Fonte: O autor. .	90
Figura 26. Gosto por jogos eletrônicos. Fonte: O autor.	90
Figura 27. Tempo médio diário dedicado a jogos eletrônicos. Fonte: O autor.	91

Figura 28. Opinião sobre a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo. Fonte: O autor.	92
Figura 29. Alinhamento do conteúdo disponibilizado. Fonte: O autor.	93
Figura 30. Utilidade para a compreensão dos conceitos. Fonte: O autor.	94
Figura 31. Utilidade para aprofundamento do conhecimento. Fonte: O autor.	95
Figura 32. Expectativa quanto à aplicação futura. Fonte: O autor.	96
Figura 33. Percepção da facilidade de operação. Fonte: O autor.	97
Figura 34. Percepção da segurança na navegação. Fonte: O autor.	98
Figura 35. Percepção de sobrecarga cognitiva. Fonte: O autor.	99
Figura 36. Percepção de elementos irrelevantes. Fonte: O autor.	99
Figura 37. Percepção da motivação gerada pela ferramenta. Fonte: O autor.	100
Figura 38. Percepção da diversão proporcionada. Fonte: O autor.	101
Figura 39. Avaliação sobre o estímulo percebido. Fonte: O autor.	102
Figura 40. Avaliação do potencial de engajamento. Fonte: O autor.	103
Figura 41. Avaliação do potencial de engajamento. Fonte: O autor.	103
Figura 42. Avaliação da velocidade de transição entre telas. Fonte: O autor.	104
Figura 43. Avaliação da estabilidade percebida. Fonte: O autor.	105
Figura 44. Percepção de segurança em relação aos dados. Fonte: O autor.	107
Figura 45. Intenção de utilização futura. Fonte: O autor.	107
Figura 46. Intenção de recomendação da ferramenta. Fonte: O autor.	108
Figura 47. Percepção de problemas técnicos ou de sugestões. Fonte: O autor.	109
Figura 48. Comentários adicionais. Fonte: O autor.	109
Figura 49. Curva de progressão nas atividades. Fonte: O autor.	116
Figura 50. Proporção de assertividade. Fonte: O autor.	116
Figura 51. Densidade de pontuação. Fonte: O autor.	117
Figura 52. Distribuição final entre níveis (<i>ranks</i>). Fonte: O autor.	118
Figura 53. Correlograma das respostas aos questionários. Fonte: O autor.	120
Figura 54. Distribuição dos resultados das dimensões. Fonte: O autor.	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dinâmicas. Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).	22
Tabela 2. Mecânicas (continua). Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).	22
Tabela 3. Componentes (continua). Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).	23
Tabela 4. Critérios de inclusão e de exclusão. Fonte: O autor.	30
Tabela 5. Resultado das buscas. Fonte: O autor.	31
Tabela 6. Artefatos identificados (continua). Fonte: O autor.	32
Tabela 7. Elementos de jogos. Fonte: O autor.	38
Tabela 8. Matriz de conteúdos, objetivos pedagógicos e formas de verificação. Fonte: O autor.	53
Tabela 9. Requisitos Funcionais (RF) da ferramenta <i>Learn Data</i> . Fonte: O autor. ...	61
Tabela 10. Requisitos Não-Funcionais (RNF) da ferramenta <i>Learn Data</i> (continua).	61
Tabela 11. Mapeamento entre desafios pedagógicos e.....	73
Tabela 12. Matriz de rastreabilidade do Questionário de Reação ao Uso e Aceitação (continua). Fonte: O autor.	80
Tabela 13. Codificação das respostas às questões 02, 03, 05, 08 e 10. Fonte: O autor.	112
Tabela 14. Codificação das respostas às questões 06 e 07. Fonte: O autor.	112
Tabela 15. Codificação das respostas à Questão 09. Fonte: O autor.	113
Tabela 16. Codificação das respostas às questões 07 e 08 (com <i>reverse scoring</i>). Fonte: O autor.	114
Tabela 17. Codificação das respostas às Questões 01 a 06 e Questões 09 a 18. .	114
Tabela 18. Análise das correlações de magnitude forte, com $p_s \geq 0,5$ (continua). Fonte: O autor.	120
Tabela 19. Avaliação média por participante em cada dimensão (continua). Fonte: O autor.	122
Tabela 20. Síntese estatística global das avaliações por dimensão. Fonte: O autor.	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM - *Association for Computing Machinery*

AED - *Análise Exploratória de Dados*

API - *Application Programming Interface*

CMS - *Content Management System*

CSS - *Cascading Style Sheets*

DSRM - *Design Science Research Methodology*

EDISON - *Education for Data Intensive Science to Open New Science Frontiers*

EDSF - *EDISON Data Science Framework*

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

LMS - *Learning Management System*

MC-DS - *Data Science Model Curriculum*

MVC - *Model - View - Controller*

PHP - *PHP: Hypertext Preprocessor*

SQL - *Structured Query Language*

SQuaRE - *Software Quality Requirements and Evaluation*

STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

TCLE - *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*

xAPI - *Experience API*

XP - *Experience Points*

WWW - *World Wide Web*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivos	16
1.3 Organização do trabalho.....	17
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Desafios da Análise de Dados.....	19
2.2 Gamificação: Conceitos e Elementos Fundamentais.....	20
2.3 Gamificação Aplicada à Educação.....	24
2.4 Estado da Arte	27
2.4.1 Metodologia do Estudo	28
2.4.2 Resultados do Estudo	31
2.4.3 Discussão do Estado da Arte	45
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....	48
3.1 Orientação Metodológica	49
3.2 Modelagem Conceitual da Ferramenta Gamificada.....	52
3.3 Projeto de <i>Software</i> e Definição de Requisitos.....	59
3.4 Arquitetura e Implementação	62
3.5 Descrição da Ferramenta <i>Learn Data</i>	64
3.5.1 Visão Geral e Identidade Visual	64
3.5.2 Arquitetura da Informação e Jornada do Estudante	66
3.5.3 Conteúdo Pedagógico dos Módulos.....	67
3.5.4 Ambiente de Aprendizagem e Interatividade	68
3.5.5 Sistema de Gamificação	71
3.5.6 Painéis de Controle	74

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA <i>LEARN DATA</i>	77
4.1 Método de Pesquisa.....	77
4.2 Caráter da Pesquisa.....	82
4.3 Execução da Avaliação	82
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS	84
5.1 Análise Descritiva das Respostas aos Questionários.....	84
5.1.1 Perfil dos Participantes do Estudo	85
5.1.2 Reação ao Uso e Aceitação da Ferramenta	92
5.2 Quantificação das Respostas.....	111
5.2.1 Codificação das Respostas do Questionário de Conhecimento da Turma.....	111
5.2.2 Codificação das Respostas ao Questionário de Reação ao Uso e Aceitação da Ferramenta.....	113
5.3 Registros de Interação com a Ferramenta.....	115
5.4 Análise de Correlações	118
5.5 Resultados por Dimensões Avaliativas	121
5.6 Discussão dos Resultados.....	125
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
6.1 Conclusão.....	130
6.2 Contribuições da Pesquisa.....	132
6.3 Limitações.....	133
6.4 Trabalhos futuros.....	134
REFERÊNCIAS.....	136
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO... 144	
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO DA TURMA	145
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DE REAÇÃO AO USO E ACEITAÇÃO DA FERRAMENTA.....	148

APÊNDICE D: EMENTA DA DISCIPLINA INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE	
DADOS	155

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

A habilidade de analisar dados possibilita a extração de informações relevantes e a tomada de decisões baseadas em evidências, visando à resolução de problemas complexos ou à descoberta de conhecimento significativo (HICKS; IRIZARRY, 2018). Atualmente, a compreensão dos significados desses dados tornou-se indispensável, devido à tomada de decisões em áreas como negócios, política e sociedade, entre outras, que passa a ser cada vez mais apoiada em evidências baseadas em dados (FRISCHEMEIER *et al.*, 2021).

Como resultado dessa necessidade de decisões fundamentadas, novos perfis profissionais, como cientistas, analistas e engenheiros de dados, entre outros, sinalizam que interagir com dados e analisá-los são habilidades que transcendem as disciplinas quantitativas tradicionais (BURCKHARDT *et al.*, 2021). Dessa forma, a procura mundial por analistas capazes de interpretar dados de forma eficaz e orientar melhores decisões cresce exponencialmente, o que também aumenta o número de cursos e disciplinas que, de alguma forma, se relacionam com ou fazem uso da análise de dados (KHACHATRYAN, 2022).

No entanto, apesar do número crescente desses cursos e disciplinas e da disponibilidade de diversas ferramentas computacionais de apoio, a literatura aponta desafios pedagógicos significativos na formação inicial desses profissionais. Observa-se que muitas das aplicações educacionais existentes apresentam limitações práticas, como interfaces densas e barreiras de usabilidade, que acabam por impor sobrecarga cognitiva aos estudantes (SAUNDAGE *et al.*, 2016; MANNINO *et al.*, 2021). O enfrentamento contínuo dessas dificuldades, associado à escassez de recursos voltados à manutenção do engajamento genuíno, frequentemente leva os alunos a recorrer a comportamentos mecânicos de tentativa e erro (DÆHLI *et al.*, 2021), o que pode resultar em desmotivação durante o estudo introdutório. Diante desse cenário, docentes e pesquisadores apontam a necessidade de recursos interativos alternativos

(SCHWAB-MCCOY *et al.*, 2021). Assim, a concepção pedagógica de ferramentas bem projetadas torna-se fundamental para alcançar os resultados educacionais desejados, alinhando o conteúdo a métodos de estudo adequados e envolventes (TODA *et al.*, 2024).

Como parte essencial dessa concepção pedagógica, faz-se necessário atenuar a carga técnica exigida dos estudantes iniciantes. Ainda que o estudo de nível introdutório nesse ecossistema, frequentemente abordado na literatura sob a ótica da Ciência de Dados, seja comumente associado ao aprendizado de programação, argumenta-se que, com base na tecnologia e em princípios da computação, é possível construir ferramentas que proporcionem aos aprendizes exposição às habilidades necessárias à área – como pensamento multivariável, manipulação de dados de diferentes tipos e complexidades e aprendizagem ativa – e que não tenham a programação como foco principal. Essas ferramentas podem ainda introduzir conceitos de análise de dados de forma estruturada, apoiando a construção de habilidades mais profundas para aqueles que continuarem a estudar Estatística e/ou Ciência de Dados (BURCKHARDT *et al.*, 2021).

Nesse cenário, argumenta-se que a gamificação tem potencial para contribuir significativamente para a melhoria dos resultados de aprendizagem quando seus conceitos são aplicados a ferramentas de estudo em diversas áreas. Estimulados pelos efeitos que os elementos dos jogos podem produzir, pesquisadores têm dedicado esforços à investigação da influência da gamificação em contexto educativo, obtendo resultados favoráveis, como o aumento do engajamento, do conhecimento e da cooperação (HAKULINEN; AUVINEN, 2014; MAJURI *et al.*, 2018; DI IORIO; VANTINI, 2021; OLIVEIRA *et al.*, 2022). A gamificação é definida por Deterding *et al.* (2011) como o uso de elementos de *design* de jogos em contextos não relacionados a jogos. Também se refere a uma abordagem de *design* que visa aprimorar serviços e sistemas, com recursos voltados a experiências semelhantes às proporcionadas pelos jogos (KOYVISTO; HAMARI, 2019).

Diante do exposto, espera-se que a aplicação de elementos de gamificação no contexto do estudo de análise de dados, foco desta pesquisa, aumente a motivação e o interesse dos estudantes pelo tema, contribuindo positivamente para o engajamento, para a percepção de evolução nos estudos e para a mitigação da

sobrecarga cognitiva frequentemente associada à complexidade inicial desses conceitos. Nesse sentido, este trabalho visa contribuir para o desenvolvimento de habilidades de análise de dados, propondo a aplicação de elementos de gamificação em uma ferramenta *web* interativa, denominada *Learn Data*, destinada ao estudo introdutório de análise de dados, com ênfase em contextos considerados relevantes para estudantes do ensino superior.

1.1 Justificativa

Dados são descrições do mundo que nos rodeia, recolhidos por meio da observação e armazenados em sistemas computacionais que permitem inferir propriedades desse mundo a partir deles (ADHIKARI *et al.*, 2022). Nas últimas décadas, o aumento do volume, da variedade e da velocidade de produção de dados resultou na revolução do *Big Data*, criando demanda por novas formas de ensino em análise de dados. O relatório *Future of Jobs Report 2025*, do Fórum Econômico Mundial, aponta a crescente demanda por profissionais com habilidades para analisar dados. Compreender como interpretar dados complexos, comunicar *insights* de forma eficaz e traduzir dados em narrativas significativas estão entre as principais habilidades destacadas no documento (LEOPOLD *et al.*, 2025).

Nesse cenário, considera-se que o esforço para modernizar o estudo na área deve ir além do ambiente tradicional de sala de aula, incorporando novos métodos às aulas expositivas (KIM; HENKE, 2021). Conforme apontado por Hicks e Irizarry (2018), verifica-se um aumento contínuo da procura por educação em disciplinas orientadas a dados; porém, apenas os métodos tradicionais de ensino não atendem satisfatoriamente às demandas daqueles que buscam formação. Os autores também argumentam que os encarregados de desenvolver os cursos devem possuir formação em estatística e experiência em análise de dados, com o objetivo principal de resolver problemas do mundo real.

Ainda, de acordo com Burckhardt *et al.* (2021), na maioria das vezes, o ensino nesse domínio deve centrar-se em conceitos fundamentais e na introdução de métodos modernos, utilizando ambientes de aprendizagem interativos e que não

tenham como foco a programação. A pesquisa conduzida por Schwab-Mccoy *et al.* (2021), visando compreender as necessidades de instrutores envolvidos no ensino da área, indicou que um dos temas mais mencionados foi a necessidade de mais recursos de ensino, em especial ferramentas *online* com possibilidade de exercícios de exploração de dados, atividades em sala de aula e conjuntos de dados relevantes para os aprendizes. O anseio pela “incorporação da aprendizagem ativa em sala de aula, por meio de ferramentas interativas e *online*” foi um pedido comum explicitado pelos instrutores.

No âmbito da utilização de métodos alternativos e modernos de estudo ao longo dos últimos anos, diversos trabalhos têm destacado os benefícios do uso de elementos de gamificação como recurso educacional; dentre eles, podem-se mencionar os de Battistella e von Wangenheim (2016), Toda *et al.* (2019a), Feichas *et al.* (2021) e Oliveira *et al.* (2022). Embora a literatura recente apresente iniciativas que combinam dinâmicas lúdicas e o ensino de disciplinas orientadas a dados, observa-se que a investigação contínua sobre o impacto prático dessas abordagens permanece relevante. Esse cenário sugere que ainda há espaço para o desenvolvimento de novas ferramentas gamificadas, visando à obtenção de mais resultados sobre a aceitação, o engajamento e a percepção de eficácia dessas abordagens sob a perspectiva discente.

Considerando o exposto, espera-se que a aplicação de elementos de gamificação em uma ferramenta de apoio ao estudo introdutório de análise de dados contribua para desenvolver a concentração, o engajamento e a percepção de evolução nos estudos. Ao mesmo tempo, a abordagem pode contribuir para reduzir a desmotivação e a frustração dos estudantes (OLIVEIRA *et al.*, 2022) ao se depararem com a complexidade inicial dos conceitos relativos ao tema. Cabe ressaltar que a proposta da ferramenta desenvolvida não consiste em substituir o aprofundamento formal em técnicas de programação, o rigor matemático ou o ensino tradicional da área, mas sim em atuar como recurso complementar, voltado à redução das barreiras enfrentadas pelos discentes.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em apoiar discentes no estudo introdutório de análise de dados por meio da proposição e aplicação de uma ferramenta *web* gamificada, bem como investigar a contribuição dos elementos nela projetados para o aumento da motivação, da concentração e do engajamento e para a mitigação da sobrecarga cognitiva e da frustração. Para isso, a condução desta pesquisa seguiu a metodologia DSRM (*Design Science Research Methodology*) (PEFFERS *et al.*, 2007), composta pelas seguintes etapas: identificação do problema e motivação (I), definição dos objetivos (II), *design* e desenvolvimento (III), demonstração (IV), avaliação (V) e comunicação dos resultados (VI).

Com base nesse direcionamento e em alinhamento com as fases propostas pela DSRM, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- I: Diagnosticar as barreiras enfrentadas por discentes no estudo introdutório de análise de dados e investigar o estado da arte acerca do uso de ferramentas computacionais gamificadas e de jogos sérios digitais para promover o estudo dessa área, identificando as características e as limitações estruturais presentes nas soluções existentes;
- II: Definir os requisitos pedagógicos e os parâmetros da solução, estabelecendo as mecânicas de gamificação e alinhando o conteúdo a ser abordado às ementas de disciplinas introdutórias da área;
- III: Projetar e desenvolver a ferramenta *web* interativa *Learn Data*, implementando os módulos de atividades práticas e a infraestrutura tecnológica necessária para a lógica de gamificação;
- IV: Demonstrar a viabilidade e a aplicabilidade da ferramenta por meio de sua utilização em um cenário real de estudo com discentes do ensino superior, atuando como prova de conceito inicial;
- V: Avaliar o artefato sob a perspectiva discente, investigando a aceitação, a percepção de uso e o engajamento comportamental dos estudantes por meio da aplicação de questionários e da análise de registros de interação no artefato;

-
- VI: Sistematizar o conhecimento gerado e comunicar os resultados obtidos, documentando o processo de construção e validação da ferramenta por meio da redação e da publicação deste estudo.

Ressalta-se que a avaliação realizada na etapa V fundamentou-se na percepção de uso relatada pelos estudantes e na análise de suas interações com a ferramenta desenvolvida. A investigação priorizou aspectos como a autopercepção de evolução nos estudos, a mitigação da sobrecarga cognitiva, o aumento da concentração, a redução da desmotivação e da frustração, a satisfação com as mecânicas gamificadas, a facilidade de uso e o engajamento dos aprendizes (indicado por métricas de interação e de autodeclaração). Dessa forma, esta pesquisa não contempla a realização de mensurações objetivas de desempenho acadêmico nem de aferições quantitativas de ganhos de aprendizagem.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, conforme segue:

- Capítulo 1 – apresenta a introdução e a justificativa para o desenvolvimento do trabalho, bem como seus objetivos e sua forma de organização;
- Capítulo 2 – disserta sobre a revisão bibliográfica no que tange à Ciência de Dados e aos desafios relativos ao estudo de análise de dados, aos conceitos relacionados à gamificação e discute trabalhos relacionados;
- Capítulo 3 – detalha os passos da metodologia usada na pesquisa, o processo de planejamento, de desenvolvimento e apresenta a ferramenta desenvolvida;
- Capítulo 4 – descreve a metodologia, a forma de execução da pesquisa e discute os métodos adotados na avaliação da ferramenta desenvolvida;
- Capítulo 5 – apresenta e discute os resultados da avaliação do artefato, incluindo análise por dimensões avaliativas e correlações de dados de interação;

-
- Capítulo 6 – expõe as conclusões e as considerações finais da pesquisa, apresentando também as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, apresentam-se as referências bibliográficas que subsidiaram o embasamento teórico desta pesquisa.

Capítulo 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desafios da Análise de Dados

A proliferação dos ecossistemas de dados — redes sociotécnicas complexas nas quais múltiplos atores colaboram e trocam informações (OLIVEIRA *et al.*, 2019) — e o consequente fenômeno do *Big Data*, caracterizado pelo grande volume, velocidade e variedade dos dados (MCAFEE *et al.*, 2012), impulsionaram a necessidade de extrair conhecimento e valor a partir de conjuntos de informações, estruturados ou não. Nesse cenário, a análise de dados consolida-se como uma prática indispensável para orientar a tomada de decisão em diversos domínios. Embora possa ser contextualizada dentro do campo interdisciplinar da Ciência de Dados — que combina métodos da Estatística e da Ciência da Computação (BLEI; SMITH, 2017) e habilidades de análise de dados —, a prática analítica possui processos e desafios pedagógicos próprios.

A análise de dados abrange fases fundamentais, como a Análise Exploratória de Dados (AED), a visualização e a interpretação estatística, que coevoluem continuamente com as tecnologias computacionais (BEDNAROWSKA-MICHAIEL; UPRICHARD, 2025). No entanto, pesquisas demonstram que estudantes de todos os níveis enfrentam dificuldades significativas com esses conceitos (GLANCY *et al.*, 2017). Por exigir a combinação de rigor estatístico e intuição investigativa (HICKS; IRIZARRY, 2018; BEDNAROWSKA-MICHAIEL; UPRICHARD, 2025), é justamente nesta área fundamental que se concentram alguns dos maiores desafios pedagógicos na formação de novos profissionais, o que justifica um foco aprofundado nas dificuldades de seu ensino e de sua aprendizagem.

Nesse contexto educacional, há iniciativas voltadas à padronização de currículos para atender à crescente demanda por habilidades analíticas. Um exemplo é o *EDISON Data Science Framework* (EDSF), desenvolvido como um guia acadêmico e de mercado. Por meio de diretrizes como o *Data Science Model Curriculum* (MC-DS), o *framework* auxilia as universidades a definirem seus currículos e a indústria a identificar o conjunto de competências necessárias ao trabalho com dados (EDSF, 2024). Contudo, embora esses *frameworks* sejam essenciais para mapear a estrutura macro das habilidades exigidas, eles não resolvem, isoladamente, os obstáculos cognitivos e de aprendizagem vivenciados no dia a dia da sala de aula.

Para além dos debates sobre a estrutura curricular, a própria natureza dos conceitos fundamentais da análise de dados apresenta desafios pedagógicos significativos. A literatura indica que estudantes frequentemente têm dificuldades em traduzir conceitos estatísticos abstratos em interpretações práticas e em desenvolver intuição sobre os dados (GLANCY *et al.*, 2017). Adversidades na interpretação correta de visualizações, como *boxplots*, na compreensão de distribuições de dados e na aplicação de uma mentalidade investigativa — em vez de apenas seguir procedimentos mecânicos — são barreiras comumente relatadas (HICKS; IRIZARRY, 2018).

Adicionalmente, abordagens de ensino puramente expositivas podem falhar em transmitir o caráter prático e investigativo da análise, levando à percepção da matéria como um conjunto de regras a serem memorizadas, o que pode resultar em baixo engajamento e desmotivação. Diante deste cenário, que evidencia não apenas as dificuldades conceituais, mas também os desafios motivacionais no ensino de análise de dados, justifica-se a investigação de abordagens pedagógicas alternativas que visem promover oportunidades de aprendizado mais eficazes e engajantes.

2.2 Gamificação: Conceitos e Elementos Fundamentais

Sendo um termo de origem na indústria da mídia digital, a gamificação é definida por Deterding *et al.* (2011) como “o uso de elementos de *design* de jogos em contextos não relacionados a jogos”. O autor registra a institucionalização do termo,

observando, entretanto, que, devido à sua suscetibilidade a diferentes interpretações, outros termos são propostos, como “jogos de produtividade”, “jogos aplicados”, “*funware*”, entre outros. Porém, esses outros termos não foram estabelecidos com grande relevância, mantendo-se o termo “gamificação” amplamente reconhecido.

Para traduzir esse conceito em uma aplicação bem-sucedida, é fundamental compreender a estrutura e a hierarquia de seus elementos. Dessa forma, para ampliar as possibilidades de sucesso de um processo de gamificação, deve-se, inicialmente, compreender o contexto no qual o ambiente ou sistema gamificado estará inserido e, então, delinear as dinâmicas envolvidas. A partir delas, deve-se selecionar as mecânicas adequadas e, em seguida, implementar os componentes que compõem os elementos concretos de gamificação desse ambiente ou sistema (WERBACH; HUNTER, 2015). Conforme os autores, há três tipos ou categorias de elementos de jogos: Dinâmicas, Mecânicas e Componentes. Esses elementos são distribuídos na hierarquia apresentada na Figura 1.

Os autores ressaltam que, sendo a gamificação um processo de *design*, para obter sucesso, é importante a separação entre princípios de alto nível, estruturas de ação de nível médio e manifestações perceptíveis, situadas no nível mais baixo da hierarquia. Essa separação e estruturação em níveis visam promover o entendimento dos conceitos e a sua aplicação adequada.

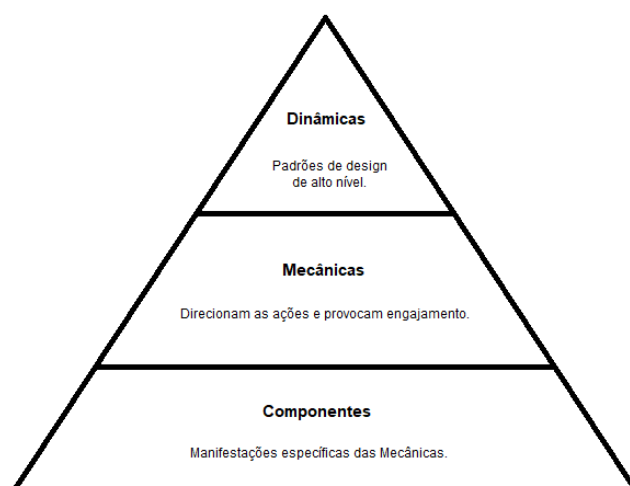


Figura 1. Hierarquia dos elementos de jogos. Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).

Diante do exposto, as três categorias de elementos são detalhadas. As dinâmicas são elementos de alto nível que não se manifestam de forma concreta no

ambiente ou no sistema, constituídas por princípios, ideias e direcionamentos gerais. Elas se subdividem conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Dinâmicas. Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).

Restrições	Delimitam as características e as possibilidades de interação do ambiente, atribuindo significado às escolhas realizadas nesse processo.
Emoções	São respostas emocionais, como a felicidade, a frustração e a curiosidade, entre outras.
Narrativa	É a ligação entre todos os aspectos do ambiente, promovendo a coerência e relacionando-os ao contexto em que está inserido.
Progresso	São as mudanças tanto do ambiente quanto da pessoa que interage com ele, rumo aos objetivos. Dão a sensação de deslocamento de uma origem a um destino ou a um objetivo.
Relacionamentos	São as interações entre os que estão inseridos em um ambiente. Devem levar em consideração as dinâmicas sociais, tanto internas quanto externas ao ambiente.

As mecânicas são processos que impulsionam e direcionam as ações, promovendo o engajamento e podendo representar uma forma de implementar uma ou mais dinâmicas. São divididas nos itens da Tabela 2.

Tabela 2. Mecânicas (continua). Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).

Desafios	São tarefas que exigem algum esforço para serem cumpridas. O cumprimento de um desafio evidencia a habilidade ou competência de uma pessoa.
Aleatoriedade	É um efeito do gerenciamento do acaso no processo de gamificação. Deve ser bem dosado para não provocar frustração.
Competição	São condições ou situações de oposição entre participantes que interagem em um ambiente, normalmente caracterizando um vencedor e um perdedor.
Cooperação	Caracterizam as situações em que os que interagem em um ambiente se ajudam para atingir um objetivo. A cooperação não exclui necessariamente a competição no mesmo ambiente.
<i>Feedback</i>	São as respostas do ambiente às interações da pessoa e podem apresentar diferentes níveis de complexidade.

Recursos	São itens que podem ser acumulados no processo de interação com o ambiente e usados para atingir um objetivo ou para constituí-lo.
Recompensas	Se constituem em benefícios ou vantagens que são dados à pessoa, pelo cumprimento de alguma tarefa ou transposição de algum desafio. Podem ser internos ou externos ao ambiente.
Transações	São as negociações de recursos que podem ocorrer entre os participantes.
Turnos	Caracterizam a alternância das interações entre os participantes, definindo sequências de lances ou de rodadas.
Estados de Vitória	São situações em que um participante alcança um objetivo que o torna vencedor. É mais preponderante nos jogos completos do que nos ambientes gamificados.

Os componentes são as implementações concretas das mecânicas e também podem ser considerados táticas para o alcance dos objetivos definidos pelos níveis superiores. São compostos pelos itens da Tabela 3.

Tabela 3. Componentes (continua). Fonte: Adaptado de Werbach e Hunter (2015).

Conquista	São objetivos definidos que podem resultar, ou não, em prêmios.
Avatares	É uma representação visual ou um personagem que deve identificar de forma única a pessoa.
Emblemas	São representações visuais das conquistas, constituindo um mecanismo de recompensa.
Chefes	São formas especiais de desafio ao final de um nível ou de uma etapa. Normalmente é mais difícil do que os demais desafios do mesmo nível.
Coleções	São conjuntos de bens, itens ou recursos.
Combates	São lutas concretas, normalmente de curta duração.
Desbloqueio de Conteúdo	Representa uma forma de recompensa que a pessoa recebe ao cumprir uma tarefa ou ao atingir um objetivo.
Presentes	São recursos compartilhados, sem a expectativa de retorno.
Tabela de Classificação	Representa o progresso no ambiente, ao mesmo tempo em que permite comparação com os demais.
Níveis	São etapas definidas que devem ser concluídas. Possibilitam a identificação da situação atual de progresso.
Pontos	São representações quantificáveis do progresso.

Missões	Representam desafios específicos estabelecidos com antecedência, normalmente relacionados a uma narrativa.
Indicadores Sociais	São gráficos que representam as conexões sociais.
Times	Grupos de pessoas que trabalham juntas visando a um objetivo comum.
Bens Virtuais	Representam o patrimônio da pessoa no ambiente, podendo ou não ter valor no mundo real.

2.3 Gamificação Aplicada à Educação

Considerações sobre formas de aplicar elementos de jogos no contexto educacional não são recentes. Muito tempo antes do termo gamificação ser mencionado, pesquisadores já se interessavam por descobrir formas de aproveitar as atividades interativas proporcionadas pelos videogames como recurso para aumentar a motivação e o empenho dos estudantes. O intuito era extrair os aspectos positivos dos videogames e criar maneiras de aplicá-los, de alguma forma, às atividades educacionais, implementando, assim, o processo de gamificação (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013).

O principal mecanismo pelo qual a gamificação busca promover esse aumento de motivação e empenho é o gerenciamento do engajamento do indivíduo. A motivação é o fenômeno que impele uma pessoa a agir, podendo variar em nível e em tipo (RYAN; DECI, 2000). Conforme Dichev e Dicheva (2017), a motivação se manifesta na escolha de envolver-se em uma atividade e na persistência nela e divide-se em duas categorias principais: a intrínseca, que surge do interesse e do prazer na própria tarefa e leva a resultados de alta qualidade; e a extrínseca, impulsionada por fatores externos, como recompensas ou consequências.

No contexto educacional, em que muitas atividades não são naturalmente interessantes para os alunos, torna-se essencial encontrar maneiras de promover a motivação (RYAN; DECI, 2000). A gamificação surge como uma estratégia para isso, utilizando elementos de jogos para aumentar a motivação dos aprendizes (HALLIFAX *et al.*, 2020).

Visando possibilitar um melhor entendimento do potencial da gamificação no contexto educacional, Lee e Hammer (2011) especificam três áreas principais nas quais ela pode intervir positivamente:

- **Cognitiva:** a complexidade das mecânicas e das regras dos jogos induz os estudantes a um processo ativo de experimentação e descoberta. Enquanto são guiados por possibilidades ou por níveis diversificados, devem analisar continuamente alternativas, tomar decisões e definir objetivos. Essa situação modifica a percepção do indivíduo sobre as recompensas possíveis pelas atividades que desempenha, levando a uma melhor compreensão dos benefícios do seu trabalho.
- **Emocional:** os jogos têm a capacidade de despertar diversos tipos de emoções, como curiosidade, frustração e alegria, entre outras. Muitas dessas emoções são consideradas positivas, como o otimismo. Porém, ainda mais significativa é a capacidade dos jogos de fazer com que os indivíduos persistam em situações emocionalmente negativas, como o fracasso, até as converterem em positivas. Os mecanismos dos jogos demandam tentativas e experimentações, o que, por consequência, acarreta falhas repetidas. Entretanto, em um ambiente gamificado, cada uma dessas falhas é uma oportunidade de aprendizagem a baixo custo. Dessa forma, a inclusão de elementos de gamificação nas atividades educacionais tem potencial para aumentar a resiliência dos estudantes perante o fracasso, levando-os a percebê-lo como uma oportunidade.
- **Social:** nos jogos, é possível que os indivíduos assumam novas identidades, o que implica a reformulação dos limites de interação social. Dessa forma, características positivas de personalidade que permanecem ocultas em outras situações ou contextos podem ser reveladas em um ambiente de jogo. No contexto educacional, um ambiente gamificado bem projetado pode permitir que os estudantes assumam mais facilmente a identidade de alunos aplicados e se revelem, assim, aos demais com quem interagem nesse mesmo ambiente. A gamificação pode facilitar o reconhecimento social por meio

do sucesso nas atividades educacionais, ao mesmo tempo em que oferece um mecanismo eficaz de recompensas aos estudantes.

No contexto educacional, uma das possibilidades de aplicação da gamificação como facilitadora da aprendizagem é modificar a percepção de atividades rotineiras por meio de narrativas. Dessa forma, os estudantes podem ser incentivados a executar trabalhos normalmente considerados repetitivos e enfadonhos de maneira mais motivadora (BUSARELLO, 2016).

Além disso, no relacionamento entre gamificação e educação, Dichev e Dicheva (2017) ressaltam que, nesse contexto, a gamificação refere-se à “introdução de elementos de *design* de jogos e experiências lúdicas na concepção de processos de aprendizagem”. Os autores destacam que o uso de mecânicas de jogos em ambientes educacionais pode promover positivamente o comportamento dos estudantes, inserindo-os em um processo de aprendizagem produtivo.

Visando a um melhor entendimento dos possíveis obstáculos à aplicação da gamificação na educação, em especial para compreender os motivos pelos quais os educadores consideram usar ou não elementos de gamificação como recurso pedagógico, Toda *et al.* (2024) conduziram recentemente uma pesquisa qualitativa exploratória com professores brasileiros. De acordo com os autores, o objetivo principal do trabalho foi compreender a percepção docente sobre os entraves e as preocupações éticas relacionados ao uso de conceitos de gamificação em contextos educacionais. Conforme os resultados da pesquisa, a falta de conhecimento teórico e prático sobre o tema e de recursos adequados consta entre as principais barreiras apontadas pelos docentes. Adicionalmente, a possibilidade de manipulação negativa do comportamento e do uso indevido dos dados dos aprendizes foi a principal questão ética explicitada.

A partir dos resultados da pesquisa, Toda *et al.* (2024) sugerem alternativas que possam funcionar como apoio e mecanismo de estímulo à adoção de elementos de gamificação nas práticas docentes, possibilitando uma melhor adequação às expectativas dos aprendizes:

- Investimento na reestruturação dos cursos de formação dos professores, para incluir práticas com tecnologias gamificadas ou baseadas em jogos;

-
- Criação de recursos de ensino gamificados bem projetados e personalizados para os aprendizes e que possam servir como ferramentas dos professores;
 - Respeitar a autonomia dos aprendizes quanto à decisão de participar de sistemas gamificados.

De forma complementar à discussão sobre os entraves e as preocupações éticas na aplicação da gamificação, a evidência sobre sua eficácia no contexto educacional também apresenta nuances. Nesse sentido, o trabalho de Bai *et al.* (2020) oferece uma visão aprofundada dessa dualidade. Embora a análise quantitativa do estudo tenha revelado um efeito geral positivo da gamificação sobre os resultados de aprendizagem, a análise das percepções dos alunos também identificou pontos de vista negativos significativos, o que ajuda a compreender as limitações da abordagem.

Entre as críticas levantadas pelos alunos, a primeira foi a percepção de que os elementos de jogo, por vezes, não agregam utilidade prática, especialmente quando as recompensas (como emblemas) não estão atreladas a benefícios tangíveis, como pontuações que contribuam para a nota final. A segunda crítica, mais proeminente, foi o potencial da abordagem de gerar emoções negativas, como ansiedade e ciúme, frequentemente associadas a mecanismos de competição direta. Conforme os autores, essa reação adversa afetou principalmente os estudantes que não alcançaram o mesmo desempenho que seus pares, levando-os a se sentirem desmotivados (BAI *et al.*, 2020). Essas descobertas sugerem que, para ser bem-sucedida, a gamificação deve ser cuidadosamente projetada, considerando tanto seus benefícios motivacionais quanto os potenciais impactos adversos na experiência do aprendiz.

2.4 Estado da Arte

Com o objetivo de identificar o estado da arte acerca do uso de ferramentas computacionais gamificadas e de jogos sérios digitais para promover o estudo de

análise de dados e de Ciência de Dados, conduziu-se um estudo de mapeamento sistemático que complementa esta dissertação.

2.4.1 Metodologia do Estudo

O mapeamento sistemático foi estruturado para empregar questões de pesquisa, *strings* de busca, critérios de seleção e um formulário de extração de dados, com base nas diretrizes de Petersen *et al.* (2008). Dessa forma, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- Q1: Quais ferramentas computacionais gamificadas e jogos sérios digitais para o estudo de análise de dados ou de Ciência de Dados são relatados na literatura?
- Q2: Quais elementos de gamificação e mecânicas de jogo são mais utilizados nessas ferramentas e jogos?
- Q3: Quais são os principais resultados e benefícios reportados pelo uso dessas ferramentas e desses jogos?
- Q4: Quais limitações experimentais e restrições de *design* dos artefatos são relatadas na literatura?

A busca foi realizada em dezembro de 2025 nas seguintes bases de dados científicas: Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Web of Science e ERIC. Na plataforma de cada repositório, foi feita a aplicação de três critérios de seleção utilizando as ferramentas e filtros visuais disponíveis em suas respectivas interfaces, sendo eles:

- (Período): Publicações entre 2015 e 2025. Esse recorte temporal foi utilizado para ajustar a busca ao mapeamento de abordagens e tecnologias mais recentes.
- (Idioma): Trabalhos escritos em inglês, português ou espanhol.
- (Tipo de Documento): Apenas artigos de periódicos ou de conferências.

Foram realizadas buscas de teste nas bases de dados, com o objetivo de ajustar a calibragem das *strings* e otimizar os resultados da pesquisa. As sintaxes foram adaptadas para atender às particularidades dos mecanismos de busca de cada repositório. Na plataforma Scopus, os parâmetros selecionados por meio de *menus*

suspensos na interface gráfica são automaticamente incorporados à sintaxe final da *string* de busca. Nas demais bases, os filtros operam refinando os resultados sem alterar a formulação textual da *string*. Isso justifica a diferença estrutural observada entre a *string* dessa base e as das demais, que são detalhadas a seguir:

- Scopus: *TITLE-ABS-KEY ("gamification" OR "gameful design" OR "game-based learning") AND ("data science" OR "data analytics" OR "data analysis") AND ("education" OR "teaching" OR "learning" OR "pedagogy")) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese"))*.
- IEEEExplore: *(("gamification" OR "gameful design" OR "game-based learning") AND ("data science" OR "data analytics" OR "data analysis") AND ("education" OR "teaching" OR "learning" OR "pedagogy"))*.
- ACM Digital Library: *[[Title: gamification] OR [Abstract: gamification] OR [Title: "gameful design"] OR [Abstract: "gameful design"] OR [Title: "game-based learning"] OR [Abstract: "game-based learning"]]] AND [[Title: "data science"] OR [Abstract: "data science"] OR [Title: "data analytics"] OR [Abstract: "data analytics"] OR [Title: "data analysis"] OR [Abstract: "data analysis"]]] AND [[Title: education] OR [Abstract: education] OR [Title: teaching] OR [Abstract: teaching] OR [Title: learning] OR [Abstract: learning] OR [Title: pedagogy] OR [Abstract: pedagogy]]*.
- Web of Science: *TS=(("gamification" OR "gameful design" OR "game-based learning") AND ("data science" OR "data analytics" OR "data analysis") AND ("education" OR "teaching" OR "learning" OR "pedagogy"))*.
- ERIC: *("gamification" OR "gameful design" OR "game-based learning") AND ("data science" OR "data analytics" OR "data analysis") AND ("education" OR "teaching" OR "learning" OR "pedagogy")*.

A pesquisa inicial nas cinco bases resultou em 998 artefatos. Após esse processo, os trabalhos duplicados, totalizando 305, foram eliminados. As 693

publicações remanescentes foram então analisadas conforme os critérios de inclusão (CI). Essa etapa resultou em 66 publicações, que então passaram pelos critérios de exclusão (CE). A aplicação dos critérios de exclusão reduziu o conjunto a 22 publicações. Os critérios de inclusão e de exclusão aplicados estão listados na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios de inclusão e de exclusão. Fonte: O autor.

Identificador	Descrição
CI-01	O trabalho aborda o uso de gamificação para o estudo de análise de dados ou Ciência de Dados.
CI-02	O trabalho descreve, propõe ou avalia um artefato computacional.
CE-01	O trabalho foca apenas no ensino de programação, sem abordar conceitos de análise de dados ou de Ciência de Dados.
CE-02	Artigo secundário.
CE-03	No trabalho, a gamificação é dissociada do artefato computacional.
CE-04	Trabalho não disponível para leitura completa.

Em seguida, após a execução de um processo de *snowballing* para a busca de trabalhos referenciados nas publicações iniciais, foram identificadas mais sete publicações relevantes. Adicionalmente, com o intuito de ampliar a cobertura da literatura e integrar o conhecimento adquirido na mesma linha de investigação, foram recuperados os resultados de um estudo de mapeamento sistemático previamente realizado (FONSECA; SEABRA, 2024). Esse estudo antecedente teve como foco a identificação de ferramentas visuais utilizadas para o estudo de análise de dados e Ciência de Dados.

Para assegurar o rigor metodológico, os trabalhos gamificados da literatura prévia foram submetidos aos mesmos critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo atual. Após essa triagem, sete publicações demonstraram aderência ao escopo vigente e foram integradas à seleção.

A soma dessas etapas de busca e filtragem resultou em 36 trabalhos aceitos para a fase de extração de dados. O detalhamento quantitativo das exclusões e inclusões por fonte, somado aos acréscimos provenientes do *snowballing* e da literatura prévia, pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado das buscas. Fonte: O autor.

Fonte	Retornados	Duplicados	Únicos (potenciais)	Incluídos	Excluídos	Total
ACM Digital Library	45	2	43	3	2	1
ERIC	175	7	168	19	11	8
IEEEExplore	160	3	157	13	9	4
Scopus	365	104	261	26	18	8
Web of Science	253	189	64	5	4	1
Subtotal (Fontes)	998	305	693	66	44	22
<i>Snowballing</i>	-	-	-	-	-	7
Literatura Prévia	-	-	-	-	-	7
Total Geral	998	305	693	66	44	36

Para possibilitar a resposta às questões de pesquisa do mapeamento e subsidiar a análise dos resultados, foi usado um formulário de extração de dados, contendo os seguintes itens extraídos das publicações selecionadas:

- Metadados: Autor e Ano de Publicação.
- Tecnologia: Tipo de Artefato (jogo sério, sistema gamificado), Plataforma (*Web, Mobile, Desktop* etc.) e Ferramenta/Jogo (Nome do *software*).
- Pedagogia: Foco do Ensino (ex.: análise exploratória, visualização de dados) e Público-Alvo/Contexto.
- *Game Design*: Elementos de Jogo (componentes como pontos e emblemas) e Mecânicas de Jogo (regras, competição e cooperação).
- Avaliação e Resultados: Método de Avaliação (como o estudo foi validado), Principais Resultados e Benefícios, Limitações e Restrições.

2.4.2 Resultados do Estudo

A seguir, detalham-se e discutem-se os resultados da extração de dados das publicações, respondendo às questões de pesquisa formuladas no estudo de mapeamento sistemático.

- Q1: Quais ferramentas computacionais gamificadas e jogos sérios digitais para o estudo de análise de dados ou de Ciência de Dados são relatados na literatura?

A extração de dados identificou 32 artefatos computacionais únicos distribuídos entre as 36 publicações selecionadas. O número de artefatos é menor que o total de estudos primários, pois algumas ferramentas foram objeto de investigação em mais de um trabalho, como a plataforma *Learn2Mine*, o ecossistema *Kaggle* e o simulador de negócios *ERPSim*. A Tabela 6 apresenta a consolidação dos artefatos identificados, categorizados de acordo com a sua tipologia arquitetural, a plataforma de execução e a publicação em que foram mencionados.

Tabela 6. Artefatos identificados (continua). Fonte: O autor.

Ferramenta / Artefato Computacional	Tipologia	Plataforma de Execução	Eixo Temático de Conteúdo	Frequência (Estudos)	Referência
Artefato Próprio 1 (Sem Nome Específico)	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	DELGADO-GÓMEZ, D. <i>et al.</i> (2020)
AhaSlides e Kahoot!	Sistema Gamificado	Web / Mobile	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	ISMAIL, H. <i>et al.</i> (2024)
AmuEval	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	JASSEM, K. <i>et al.</i> (2024)
Beats Empire	Sistema Gamificado	Web	Análise e Visualização de Dados	1	BASU, S. <i>et al.</i> (2020)
Blooket	Sistema Gamificado	Web / Mobile	Métodos Estatísticos	1	TALPUR, N. <i>et al.</i> (2024)
Coleção BOAST	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	WANG, S. L. <i>et al.</i> (2021)

Cortex	Híbrido (Jogo Sério e Gamificação)	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	THERIAULT, M. <i>et al.</i> (2021)
DSLE	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	ATTANASIO, G. <i>et al.</i> (2020)
Data Monsters	Jogo Sério	Desktop	Análise e Visualização de Dados	1	ARAKAWA, T.; MIYAKAWA, H. (2025)
DataLab	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	ZHANG, Y. <i>et al.</i> (2017)
ERPsim	Híbrido (Jogo Sério e Gamificação)	Web	Aquisição, Gerenciamento e Governança de Dados	3	WANG, M. <i>et al.</i> (2024); LABONTE- LEMOYNE, E. <i>et al.</i> (2017); WANG, M. (2018)
Emerge2Maturity	Jogo Sério	Web	Aquisição, Gerenciamento e Governança de Dados	1	MANNINO, M. V. <i>et al.</i> (2021)
Game Builder Garage (Nintendo Switch)	Sistema Gamificado	Console	Métodos Estatísticos	1	ELIZONDO- NORIEGA, A. <i>et al.</i> (2025)
Greenhouse	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	KUIPER, S. <i>et al.</i> (2025)
Horses for Courses	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	LEGAKI, N. <i>et al.</i> (2020)
IVN Simulator	Jogo Sério	Web	Análise e Visualização de Dados	1	SAUNDAGE, D. <i>et al.</i> (2016)

Judgett (estilizado na interface como Judgelt)	Sistema Gamificado	Web	Análise e Visualização de Dados	1	LEGAKI, N. <i>et al.</i> (2021)
Kaggle	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	2	DURÁN-ROSAL, A. M. <i>et al.</i> (2022); POLAK, J.; COOK, D. (2021)
Korbit	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	SERBAN, I. V. <i>et al.</i> (2020)
Learn2Mine	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	2	ANDERSON, P. E. <i>et al.</i> (2014); ANDERSON, P. E. <i>et al.</i> (2015)
LearnER	Sistema Gamificado	Web	Aquisição, Gerenciamento e Governança de Dados	1	DÆHLI, O. <i>et al.</i> (2021)
LiveDataLab	Sistema Gamificado	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	GREEN, A.; ZHAI, C. (2019)
Artefato Próprio 2 (Sem Nome Específico)	Sistema Gamificado	Mobile	Métodos Estatísticos	1	MAGAT JR, R. B. (2023)
Artefato Próprio 3 (Sem Nome Específico)	Sistema Gamificado	Web / Mobile	Análise e Visualização de Dados	1	LEGAKI, N. <i>et al.</i> (2022)
Playmeans	Sistema Gamificado	Web	Análise e Visualização de Dados	1	KHACHATRYAN, D. (2022)
Point Blank / Dimensions for Descent	Jogo Séri	Web / Mobile	Métodos Estatísticos	1	DI IORIO, J.; VANTINI, S. (2021)

Prankster Planet e Kahoot!	Híbrido (Jogo Séri e Gamificação)	Mobile	Análise e Visualização de Dados	1	MELETIOU-MAVROTHERIS, M. <i>et al.</i> (2018)
Project moveSMART	Jogo Séri	Web / Físico/Híbrido	Análise e Visualização de Dados	1	JEONG, H. <i>et al.</i> (2022)
Simulador Trading R	Híbrido (Jogo Séri e Gamificação)	Web	Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados	1	LIU, Y.; WEI, X (2020)
SorBET	Sistema Gamificado	Web	Aquisição, Gerenciamento e Governança de Dados	1	GRIZIOTI, M.; KYNIGOS, C. (2024)
Artefato próprio 4 (sem nome específico)	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	SAMONTE, M. J. C. (2020)
Tangrams	Sistema Gamificado	Web	Métodos Estatísticos	1	CUMMISKEY, K. <i>et al.</i> (2012)

No que tange à tipologia dos artefatos, a literatura evidencia uma concentração majoritária no desenvolvimento e na aplicação de sistemas gamificados. Estes correspondem a ambientes virtuais, sistemas de tutoria ou plataformas de avaliação interativa (como *Korbit*, *Blooket* e o ecossistema *AhaSlides* e *Kahoot!*) que operam sobre o conteúdo a ser estudado, incorporando mecânicas de gamificação. Com menor frequência, observou-se o desenvolvimento de jogos sérios concebidos como sistemas lúdicos independentes, como evidenciado pelos artefatos *Data Monsters*, *Emerge2Maturity* e por uma coleção de quatro jogos independentes (DI IORIO; VANTINI, 2021). Foram identificados, ainda, artefatos de natureza híbrida, que mesclam simulações baseadas em jogos corporativos com estruturas de gamificação (como *ERPsim* e *Greenhouse*).

A quantificação do tipo de plataforma de execução indica o predomínio de aplicações *web*. A grande maioria das ferramentas identificadas, sejam jogos sérios ou sistemas gamificados, opera nativamente por meio de navegadores (*browsers*). As

plataformas móveis (*mobile*) representam a segunda principal via de execução, sendo empregadas isoladamente ou em conjunto com soluções *web*. Por fim, identificou-se uma ocorrência minoritária de ferramentas restritas ao formato *desktop*, além de ocorrências singulares de artefatos em *console* (como o uso do *software Game Builder Garage* no videogame Nintendo Switch) e na categoria física/híbrida. Essa última integra conceitos de análise de dados a tabuleiros, microcontroladores, computação pervasiva e dispositivos vestíveis (como o projeto *moveSMART* e o jogo *Playmeans*).

Além da caracterização arquitetural, foi realizada a análise do foco pedagógico e dos domínios do conhecimento abordados pelas ferramentas. Com o intuito de estruturar os conteúdos ensinados com base em um referencial teórico consolidado, os artefatos mapeados foram classificados de acordo com as Diretrizes Curriculares em Ciência de Dados estabelecidas pelo consórcio internacional ACM/IEEE (ACM/IEEE-CS TASK FORCE ON DATA SCIENCE, 2021). Embora o documento original estabeleça 11 Áreas de Conhecimento (*Knowledge Areas*) distintas, optou-se por uma adequação metodológica, agrupando-as por afinidade temática. Essa síntese foi necessária para evitar a fragmentação excessiva da análise e para refletir, de forma mais objetiva, a sobreposição de conteúdos observada nas ferramentas mapeadas. O cruzamento dos dados revelou que as propostas da literatura se concentram em quatro grandes eixos temáticos curriculares.

O primeiro eixo de ensino detectado concentra-se na “Análise e Visualização de Dados” (*Data Analysis and Visualization*). Os artefatos enquadrados nesta categoria visam capacitar o usuário final para a interpretação visual de dados. O foco pedagógico abrange a leitura de gráficos, a extração de medidas de estatística descritiva e a mitigação de vieses cognitivos na tomada de decisão, características observadas em ferramentas como *Data Monsters* e *Judgelt*, bem como no simulador interativo baseado em narrativas de Saundage *et al.* (2016). Cabe destacar que as soluções desse eixo assumem uma perspectiva estritamente voltada ao consumo da informação, sendo direcionadas majoritariamente a um público não técnico ou, em diversos casos, a estudantes do ensino básico (K-12), como ilustrado nos jogos *Prankster Planet* e *Beats Empire*.

O segundo eixo curricular consolida as ferramentas voltadas ao ensino de “Métodos Estatísticos” (*Mathematics and Statistics/Statistical Methods*). Nesse

agrupamento, o foco muda da leitura visual para o núcleo matemático da ementa de dados, abordando a compreensão da modelagem paramétrica, a formulação de hipóteses, a análise de variância (ANOVA), a regressão linear e os intervalos de confiança. O laboratório virtual *Tangrams* e a aplicação desenvolvida por Delgado-Gómez *et al.* (2020) constituem exemplos de plataformas criadas para treinar o estudante nos detalhes da estatística clássica, como também ocorre na suíte de aplicativos *BOAST* e na simulação interativa *Greenhouse*.

O terceiro eixo agrupa as plataformas voltadas ao “Aprendizado de Máquina e Mineração de Dados” (*Machine Learning and Data Mining*). Esse eixo caracteriza-se por conteúdo focado em algoritmos de classificação, de clusterização, modelos preditivos e ajuste de hiperparâmetros. Constatou-se que a literatura adota uma abordagem quase padronizada para este eixo, fundamentada em sistemas avaliadores automatizados e competições de acurácia técnica, nas quais os estudantes programam rotinas para superar as previsões dos oponentes em quadros de classificação, dinâmica implementada em ecossistemas como *Kaggle InClass*, *DSLE*, *DataLab* e *Learn2Mine*.

Por fim, o quarto eixo temático mapeado engloba as tecnologias dedicadas à “Aquisição, Gerenciamento e Governança de Dados” (*Data Acquisition, Management, and Governance*). Esta categoria abrange os processos de armazenamento, a Inteligência de Negócios (*Business Intelligence*) e a infraestrutura de *Data Warehousing*. Artefatos como *Emerge2Maturity*, o simulador *SAP ERPsim* e o sistema de modelagem conceitual *LearnER* compõem este grupo. A análise do público-alvo desses estudos revela que a literatura explora tais infraestruturas predominantemente sob a ótica gerencial e mercadológica, com aplicações frequentemente direcionadas a estudantes de escolas de negócios e de administração.

- Q2: Quais elementos de gamificação e mecânicas de jogo são mais utilizados nessas ferramentas e jogos?

Para responder à segunda questão de pesquisa, foram realizadas a extração e a categorização dos elementos de jogos incorporados aos artefatos de *software* identificados nas publicações. A fim de padronizar a nomenclatura e estruturar os

achados, adotou-se a taxonomia formal proposta por Werbach e Hunter (2015), que divide a arquitetura de *design* em três categorias, ou níveis, decrescentes de abstração: Dinâmicas, Mecânicas e Componentes. A Tabela 7 consolida a frequência de ocorrência dessas categorias nos estudos analisados.

Tabela 7. Elementos de jogos. Fonte: O autor.

Categorias	Elementos de Jogo	Contagem
Dinâmica	Progresso	13
	Restrições	11
	Narrativa	5
Mecânica	Competição	26
	<i>Feedback</i>	18
	Cooperação	7
	Recursos	6
	Recompensas	4
	Transações	4
	Turnos	2
Componente	Pontos (<i>points/XP</i>)	20
	Tabela de Classificação (<i>ranking/leaderboard</i>)	18
	Avatares (personagens)	12
	Níveis (<i>levels</i>)	8
	Times	7
	Emblemas (<i>badges</i>)	5
	Desbloqueio de Conteúdo	5
	Bens Virtuais	5
	Conquista (<i>achievement</i>)	5
	Missões (<i>quests</i>)	3

No nível mais alto de abstração, referente às Dinâmicas, a literatura revisada identificou três abordagens principais. A dinâmica de progresso aparece com maior frequência, sendo registrada em 13 trabalhos. Essa dinâmica envolve as mudanças do estudante rumo aos objetivos e dá a sensação de deslocamento de uma origem a um destino, sendo aplicada, por exemplo, em artefatos como o de Magat (2023). A dinâmica de restrições foi identificada em 11 trabalhos, que operam para delimitar as características e as possibilidades de interação do ambiente, como no estudo de Attanasio *et al.* (2020). Por fim, a dinâmica de narrativa, responsável por atuar como

ligação entre todos os aspectos do ambiente, promovendo coerência e relacionando-os ao contexto em que está inserido, aparece em menor proporção, sendo indicada em cinco trabalhos, como as imersões ficcionais documentadas por Legaki *et al.* (2021).

No nível intermediário, que se refere às Mecânicas, observa-se predominância da competição, reportada em 26 dos estudos selecionados. Essa mecânica opera estabelecendo condições ou situações de oposição entre participantes que interagem no ambiente, o que normalmente caracteriza um vencedor e um perdedor (WERBACH; HUNTER, 2015). A competição está centralmente presente nas plataformas avaliadas por Polak e Cook (2021) e por Zhang *et al.* (2017). Paralelamente, identificou-se o uso expressivo do *feedback* imediato, relatado em 18 trabalhos. Essa é a mecânica responsável por apresentar as respostas do ambiente às interações da pessoa, podendo assumir diferentes níveis de complexidade, como no ecossistema descrito por Ismail *et al.* (2024).

Na base da pirâmide arquitetural encontram-se os Componentes, responsáveis por materializar a experiência gamificada na interface de interação. No conjunto de estudos analisado, os componentes mais reportados concentram-se na quantificação da evolução e na sua exposição comparativa. O uso do componente de pontos é mais frequente, com registro em 20 publicações. Atuando como representações quantificáveis do progresso, os pontos foram empregados, por exemplo, nas ferramentas descritas por Samonte (2020) e por Talpur *et al.* (2024). Em seguida, destaca-se a implementação de tabelas de classificação (*leaderboards* ou *rankings*), mencionadas em 18 trabalhos. Esse componente tem, essencialmente, a função de permitir a comparação de desempenho entre os participantes da atividade, como nas pesquisas de Zhang *et al.* (2017) e de Attanasio *et al.* (2020).

Por fim, cabe destacar que, apesar da expressividade do emprego da competição na literatura revisada, foram encontrados apenas dois trabalhos no conjunto analisado em que foi identificada a presença de autocompetição, implementada nos artefatos de Theriault *et al.* (2021) e de Magat (2023). Trata-se de uma dinâmica na qual o estudante é estimulado a melhorar o próprio desempenho, sem recorrer à comparação com os demais. Esse elemento se diferencia da mecânica de competição clássica, caracterizada por Werbach e Hunter (2015) como “uma

estrutura em que um jogador ou grupo vence e o outro perde”. A identificação dessa escassez na adoção de mecânicas voltadas à autossuperação pode representar uma oportunidade de exploração em pesquisas sobre ferramentas gamificadas para estudo.

- Q3: Quais são os principais resultados e benefícios reportados pelo uso dessas ferramentas e desses jogos?

Para responder à terceira questão de pesquisa, procedeu-se à extração dos resultados reportados pelos autores de cada um dos 36 estudos após a intervenção com seus respectivos artefatos.

O conjunto de estudos apresenta expressiva heterogeneidade em seus métodos de avaliação, variando de testes estatísticos controlados a questionários qualitativos de percepção discente. Cumpre ressaltar que os benefícios reportados sob a forma de métricas relativas, expressos por termos como “aumento”, “melhoria”, “redução”, “elevação”, dentre outros, fundamentam-se em linhas de base (*baselines*) metodológicas estabelecidas nos próprios estudos. Esses parâmetros de comparação ocorrem por meio de contraste direto com grupos de controle submetidos a métodos tradicionais de ensino, sem o uso do artefato descrito no trabalho; por meio de estudos de medidas repetidas, que coletam dados de desempenho do grupo em dois momentos temporais distintos, antes e após a intervenção descrita no estudo; ou ainda por meio de questionários de avaliação da percepção dos estudantes.

Diante da diversidade de vocabulário e de métricas adotados na literatura mapeada para descrever esses benefícios, a avaliação dos dados extraídos exigiu a aplicação de uma análise temática qualitativa, baseada na metodologia de Análise Temática sistematizada por Braun e Clarke (2006). Esse procedimento consistiu na leitura minuciosa e na interpretação dos achados, o que permitiu agrupar evidências textuais correlatas em eixos temáticos unificados. A título de exemplo, relatos diferentes descritos pelos pesquisadores, como “explosão de submissões”, “mitigação da procrastinação” e “tempo sustentado na tarefa”, foram agrupados na categoria “Aumento do engajamento, motivação e participação ativa”. Cabe destacar que as categorias temáticas resultantes dessa análise não são mutuamente excludentes.

Como a adoção de uma ferramenta educacional pode gerar impactos em mais de uma dimensão, um mesmo artefato avaliado nos trabalhos pode, simultaneamente, contribuir para a melhoria das notas, aumentar a satisfação do aluno e aliviar a carga de correção do professor, o que justifica a sobreposição na contagem total dos benefícios e a presença do mesmo estudo em múltiplos eixos.

A Figura 2 consolida a frequência com que os principais impactos foram reportados na literatura analisada, oferecendo um panorama das contribuições dessas ferramentas.

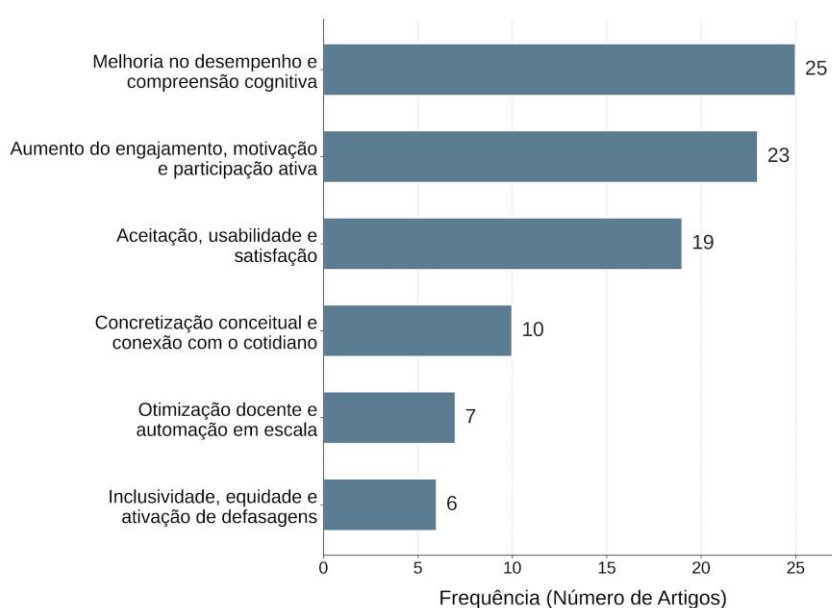


Figura 2. Principais resultados e benefícios. Fonte: O autor.

No eixo da consolidação do conhecimento, a melhoria do desempenho e da compreensão cognitiva surge como o principal benefício. Essa categoria reúne evidências reportadas em 25 publicações, o que consolida a percepção dos autores de que a assimilação do conteúdo de fato ocorreu. Os achados incluem a evolução do rendimento discente, o aumento das taxas de exatidão na resolução de problemas e a superioridade na retenção de conteúdos em comparação com os métodos tradicionais de instrução. Esses impactos foram registrados, por exemplo, nas avaliações conduzidas por Legaki *et al.* (2022) e por Anderson *et al.* (2015).

Sob a perspectiva comportamental, o aumento do engajamento, da motivação e da participação ativa consolidou-se como o segundo benefício mais destacado, sintetizando os resultados de 23 trabalhos. Conforme os estudos analisados, o uso de

artefatos gamificados prolonga o tempo de contato voluntário e focado na plataforma (*time-on-task*), como reportado por Wang *et al.* (2021), e impulsiona o aumento das tentativas de resolução por parte dos estudantes, como quantificado por Zhang *et al.* (2017).

O terceiro eixo refere-se ao domínio da experiência do usuário, incluindo aceitação, usabilidade e satisfação. Esse eixo reúne os achados de 19 estudos, cujos resultados indicam que a facilidade de uso e a presença de interfaces amigáveis são importantes para a adesão e o sucesso dessas iniciativas junto aos discentes. Tais constatações foram registradas, por exemplo, nas pesquisas de Talpur *et al.* (2024) e de Liu e Wei (2020).

O quarto eixo temático refere-se à perspectiva da concretização conceitual. Englobando os achados de 10 publicações, esse agrupamento reúne evidências da capacidade das ferramentas gamificadas de transformar conceitos teóricos em representações gráficas compreensíveis e de conectar o estudo a situações do cotidiano. A exploração dessas representações e a experimentação prática despertaram a intuição analítica e facilitaram a compreensão dos conceitos estudados, dinâmicas constatadas em pesquisas como as de Mannino *et al.* (2021) e Di Iorio e Vantini (2021).

Agrupando sete publicações, o quinto eixo temático refere-se à perspectiva operacional, destacando a otimização docente e a automação em escala. A análise dos resultados indica que a adoção de avaliadores automatizados (*autograders*) liberou os professores das correções manuais em massa, possibilitando a gestão sustentável de turmas volumosas, um benefício operacional também registrado no trabalho de Jassem *et al.* (2024).

Por fim, o sexto e último eixo temático recai sobre a perspectiva da equidade educacional, reunindo seis estudos que relataram benefícios voltados à inclusão, à equidade e à redução de defasagens. A análise conjunta desses trabalhos revela potencial de nivelamento entre as plataformas avaliadas. Esse fenômeno inclusivo é exemplificado no trabalho de Kuiper *et al.* (2025), que destacou curvas de melhoria mais acentuadas justamente entre os estudantes com os piores rendimentos e as maiores defasagens teóricas iniciais.

- Q4: Quais limitações experimentais e restrições de *design* dos artefatos são relatadas na literatura?

Para responder à quarta e última questão de pesquisa, procedeu-se à extração das informações relativas às restrições e limitações reportadas pelos autores dos 36 estudos. A compilação focou no mapeamento das ocorrências em quatro eixos ou perspectivas: o delineamento empírico das pesquisas; o domínio da interação e da experiência do usuário; as limitações tecnológicas de implementação; e a sobrecarga operacional docente. A Figura 3 consolida a frequência das principais barreiras mapeadas nesse processo.

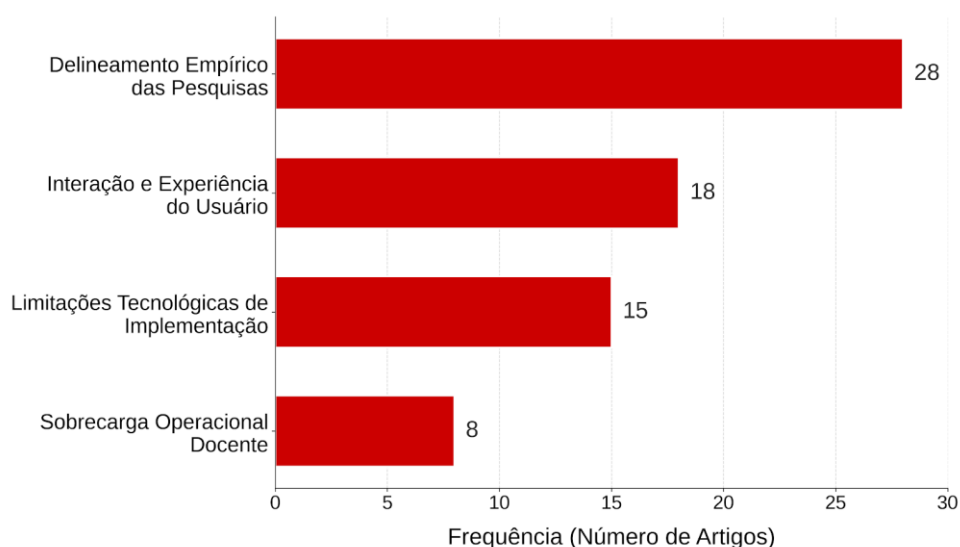


Figura 3. Principais limitações e restrições. Fonte: O autor.

O primeiro eixo de análise concentra-se no delineamento empírico e no escopo experimental das avaliações, com apontamentos em 28 publicações. O mapeamento evidenciou que a limitação mais frequente, presente em 17 desses trabalhos, refere-se ao uso de amostras reduzidas, o que conduz a testes práticos com um número de participantes muitas vezes insuficiente para representar uma turma real, a exemplo da restrição relatada por Samonte (2020), que conduziu sua avaliação com cinco estudantes. De maneira correlata, oito publicações reportam a falta de avaliações a longo prazo e a curta duração de seus experimentos como limitações da pesquisa. Esses autores reconhecem que intervenções pontuais não dispõem de janela temporal suficiente para comprovar a sustentabilidade motivacional das ferramentas

após a dissipação do “efeito novidade”, como nas sessões de 15 minutos relatadas por Arakawa e Miyakawa (2025). Outra característica que ilustra as restrições experimentais de parte da literatura avaliada é a presença de quatro artigos – Jassem *et al.* (2024), Jeong *et al.* (2022), Magat (2023) e Wang (2018) – que não validaram os artefatos com estudantes.

Sob a perspectiva da interação e da experiência de uso, que reúne achados de 18 publicações, identificou-se que as restrições de *design* dos artefatos afetam diretamente o comportamento de aprendizagem dos usuários. A literatura relata que interfaces densas, instruções ambíguas, algoritmos com punições rígidas de formatação e o excesso de textos prolixos impõem uma sobrecarga cognitiva aos estudantes, falhas advertidas nos estudos de Saundage *et al.* (2016) e de Mannino *et al.* (2021). A análise demonstra que essas características induzem barreiras comportamentais; para contornar a falta de flexibilidade ou a complexidade visual do sistema, parte dos discentes acaba adotando estratégias de resolução superficial das atividades. Esse fenômeno manifesta-se por meio de um comportamento mecânico de tentativa e erro, no qual os alunos clicam compulsivamente nos botões de submissão, focando estritamente na obtenção de pontuação, em detrimento da reflexão conceitual, dinâmica constatada na avaliação conduzida por Dæhli *et al.* (2021). Em outros casos, o excesso de elementos visuais gerou distração, desviando a atenção da turma dos objetivos de aprendizagem voltados à análise de dados e focando puramente no entretenimento, o que representa um risco documentado nas observações de Meletiou-Mavrotheris *et al.* (2018).

O terceiro eixo de restrições identificado na análise, mapeado em 15 trabalhos, incide sobre questões físicas de infraestrutura, de *hardware* e de rede. A síntese mostra que a necessidade de computação em nuvem impõe o risco permanente de instabilidade e de problemas de concorrência massiva, com casos em que os servidores apresentaram lentidão ou colapsaram ao receberem requisições simultâneas de turmas volumosas, como na experiência relatada por Wang *et al.* (2021). Adicionalmente, identificou-se a exigência de *hardware* restritivo ou de alto custo, como a necessidade de consoles de videogame, descrita por Elizondo-Noriega *et al.* (2025), ou de *tablets* com *stylus*, descrita por Samonte (2020), fatores que atuam diretamente como inibidores da adoção em larga escala.

Por fim, a quarta perspectiva resultante do mapeamento agrupa as evidências de oito publicações que destacam um obstáculo prático significativo: a expressiva sobrecarga técnica e operacional imposta ao docente. Nesse caso, a adoção das ferramentas de estudo propostas transferiu ao educador uma carga de trabalho massiva voltada à preparação dos ambientes, como pontuado por Durán-Rosal *et al.* (2022) e por Anderson *et al.* (2015). Os requisitos técnicos indicados pelos autores demandaram um nível considerável de fluência em Tecnologia da Informação, que extrapola a formação pedagógica tradicional, consumindo tempo adicional de planejamento extraclasse e representando um gargalo crítico para a sustentabilidade dessas abordagens.

2.4.3 Discussão do Estado da Arte

O expressivo volume de trabalhos selecionados pelo estudo de mapeamento sistemático evidenciou um interesse acadêmico robusto e uma considerável presença de artefatos gamificados no ecossistema do estudo de dados. A síntese dos resultados mostrou que as soluções se apoiam predominantemente na implementação de mecânicas de *feedback* imediato, operando frequentemente em conjunto com sistemas de pontuação e quadros de classificação (*leaderboards*). Pela perspectiva educacional, a literatura converge ao apontar que a adoção de elementos de jogos gera impactos positivos substanciais. Destacam-se, de forma unânime, o aumento do engajamento comportamental dos estudantes e a alteração emocional positiva, traduzida pela redução da ansiedade frequentemente associada ao aprendizado de ementas exatas e analíticas.

Apesar dos inegáveis avanços motivacionais relatados, a análise aprofundada dos estudos revelou lacunas estruturais e importantes oportunidades de aprimoramento no *design* e na arquitetura dessas tecnologias. Observou-se que diversas ferramentas avaliadas nos estudos apresentam interfaces visuais complexas ou excesso de estímulos, o que tende a elevar a carga cognitiva do estudante e prejudicar o foco na assimilação da informação essencial. Adicionalmente, mapeou-se a recorrência de comportamentos de interação superficial, em que os alunos recorrem à tentativa e ao erro de forma indiscriminada apenas para contornar

bloqueios e avançar nas atividades. Constatou-se, ainda, a adoção massiva de dinâmicas de competição direta. Conforme alertado pela literatura, o emprego excessivo de mecanismos de competição pode desencadear efeitos adversos, como ansiedade, frustração e desmotivação, em determinados perfis de aprendizes.

Outro ponto levantado pelo mapeamento é a escassez de plataformas interativas desenhadas para atender, de forma efetiva e abrangente, estudantes iniciantes, com conteúdos que correspondam às suas necessidades acadêmicas. A análise dos conteúdos revelou que a literatura se concentra predominantemente em capacitar o usuário final a interpretar visualmente dados, ou avança diretamente para o treinamento de modelos complexos de aprendizado de máquina. Além disso, as iniciativas voltadas à engenharia, à modelagem e ao armazenamento de dados são majoritariamente direcionadas a estudantes de administração e de negócios, com uma perspectiva gerencial. Esse cenário impacta sobretudo estudantes de áreas voltadas à criação de soluções computacionais. Para esse público, não basta dominar as técnicas de análise em si; é imprescindível desenvolver habilidades estruturais necessárias à concepção e ao projeto de ecossistemas analíticos.

Com base nesses resultados, esta pesquisa busca preencher as lacunas identificadas por meio do desenvolvimento de uma ferramenta *web* gamificada voltada ao estudo introdutório de análise de dados. Para atender à demanda formativa desse público, o conteúdo da ferramenta inclui não apenas o uso de técnicas de análise, mas também fundamentos tecnológicos essenciais ao projeto de sistemas voltados a essa finalidade. Adicionalmente, o artefato proposto almeja herdar os benefícios já validados na literatura, promovendo também um ambiente de estudo que mitigue as limitações estruturais mapeadas.

Para atenuar a sobrecarga visual e cognitiva apontada no estado da arte, a interface da ferramenta desenvolvida adota um *design* minimalista, suprimindo distrações operacionais para direcionar a atenção do usuário exclusivamente à resolução dos problemas propostos. No domínio motivacional, a arquitetura da ferramenta afasta-se deliberadamente de mecânicas baseadas em competição social direta. Essa decisão visa substituir a pressão comparativa por um foco na autonomia, priorizando a evolução por meio de conquistas e de progressão individuais.

Por fim, para inibir o comportamento de exploração superficial, a dinâmica de estudo planejada condiciona o avanço à resolução efetiva dos desafios. Esse processo é apoiado por *feedbacks* formativos imediatos, em conjunto com um sistema de recompensas concebido para desestimular tentativas aleatórias e incentivar a reflexão. Dessa forma, espera-se que a ferramenta interativa gamificada desenvolvida a partir deste trabalho torne o estudo dos conceitos e das metodologias de análise de dados mais acessível, contribuindo efetivamente para a capacitação de estudantes iniciantes e fornecendo-lhes competências essenciais para projetar soluções na área de dados.

Capítulo 3

METODOLOGIA

Neste capítulo, detalham-se as etapas da metodologia que orientou a condução desta pesquisa, abrangendo a modelagem conceitual, o projeto e os detalhes de implementação do artefato desenvolvido. A concepção dessa solução e a definição de seus requisitos foram diretamente subsidiadas pelas constatações da revisão da literatura e do estudo de mapeamento sistemático conduzido. A síntese desse referencial permitiu mapear oportunidades de aprimoramento no ecossistema de soluções educacionais no contexto deste trabalho. A partir dessa análise, buscou-se conceber um artefato com uma abordagem própria, capaz de mitigar as limitações apontadas no estado da arte e de promover uma experiência de estudo mais acessível e engajante para discentes iniciantes na área de análise de dados.

No que tange à sua natureza, este estudo configura-se como uma pesquisa aplicada, visto que seu foco reside na concepção e na entrega de um artefato computacional voltado à promoção do estudo de análise de dados. Sob o aspecto dos seus objetivos, o estudo apresenta características exploratórias e descritivas, com o levantamento de requisitos realizado, seguido da análise da experiência de uso e das avaliações reportadas pelos participantes. Quanto à abordagem metodológica, a pesquisa combina métodos qualitativos e quantitativos. A análise quantitativa fundamentou-se nos resultados numéricos dos questionários (escala Likert) e nos registros das interações dos usuários com a ferramenta. Complementarmente, a análise qualitativa consistiu na interpretação das respostas abertas e dos comentários dos participantes.

3.1 Orientação Metodológica

A fundamentação metodológica deste trabalho baseou-se na *Design Science Research* (DSR), um paradigma de pesquisa em Sistemas de Informação centrado na resolução de problemas reais por meio da concepção, do desenvolvimento e da avaliação de artefatos inovadores (HEVNER *et al.*, 2004). Diferentemente de métodos tradicionais, focados predominantemente em explicar ou prever fenômenos, a DSR possui natureza construtiva e prescritiva, unindo o rigor acadêmico à relevância prática para projetar soluções tecnológicas fundamentadas na literatura científica (HEVNER, 2007).

Para operacionalizar essa abordagem, adotou-se a *Design Science Research Methodology* (DSRM), conforme a sistematização proposta por Peffers *et al.* (2007). A escolha por esse modelo justifica-se pelo alinhamento aos objetivos deste trabalho: a pesquisa não se limitou a estudar as barreiras do ensino de análise de dados, mas propôs uma intervenção prática. A relevância desse modelo metodológico fundamenta-se na oferta de um roteiro estruturado que assegura que a ferramenta desenvolvida não decorra de construções empíricas ou isoladas (*ad hoc*). Pelo contrário, a metodologia assegura que o planejamento e a construção da solução estejam diretamente ancorados nos problemas mapeados no estudo de estado da arte e que o artefato seja submetido a ciclos de demonstração e de avaliação empírica junto aos usuários finais. A seguir, detalham-se as formas pelas quais as seis fases da metodologia foram aplicadas ao desenvolvimento, explicitando as decisões técnicas e as diretrizes pedagógicas que contribuíram para a consolidação da ferramenta *Learn Data*, desenvolvida nesta pesquisa.

O estágio inicial, denominado **Identificação do Problema e Motivação**, concentrou-se no diagnóstico das barreiras enfrentadas por estudantes iniciantes na análise de dados e em projetos de sistemas voltados a essa finalidade. A partir da revisão da literatura e do estudo de mapeamento sistemático conduzidos, constatou-se que a considerável carga de abstração e a complexidade dos conceitos inerentes à área constituem fatores de desmotivação pedagógica. Somado a isso, evidenciou-se a escassez de artefatos gamificados alinhados às necessidades formativas

específicas desses estudantes, aliada à recorrência de limitações estruturais nas soluções analisadas, como a indução à sobrecarga cognitiva, o estímulo a interações superficiais e a utilização intensiva de dinâmicas de competição direta. Portanto, o projeto foi conduzido com a proposta de desenvolver uma ferramenta capaz de mitigar as barreiras à aprendizagem e superar as limitações mapeadas.

Na sequência, a etapa de **Definição dos Objetivos da Solução** estabeleceu os parâmetros que o artefato deveria atender para ser considerado eficaz. O propósito central foi projetar uma ferramenta visualmente atraente e interativa que implementasse elementos variados de gamificação, em conjunto com conteúdo significativo e relacionado à ementa da disciplina “Introdução à Análise de Dados”, oferecida aos cursos de graduação em Ciência da Computação e Sistemas de Informação do Instituto de Matemática e Computação da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Os requisitos estabelecidos priorizaram a implementação de mecanismos de resposta imediata ao estudante e de uma estrutura que permitisse ao docente monitorar o progresso da turma. Para viabilizar a validade pedagógica, as metas de aprendizagem foram refinadas sob a orientação da docente responsável pela disciplina, coorientadora desta pesquisa, a fim de assegurar o alinhamento do conteúdo à ementa acadêmica.

A fase de **Design e Desenvolvimento** representou o núcleo da produção técnica da ferramenta *Learn Data*, resultando na criação de 75 atividades distribuídas em cinco eixos temáticos, que compõem cinco módulos de estudo. Para conferir autoria, interatividade e dinâmica próprias à solução, a infraestrutura de gerenciamento de conteúdo foi expandida por meio de extensões de código desenvolvidas sob medida. Desenvolveram-se rotinas específicas em *PHP* e *JavaScript* para controlar a lógica de gamificação e gerenciar a interatividade da ferramenta, além de código em *CSS* para a personalização completa da interface.

A **Demonstração** da ferramenta ocorreu em outubro de 2025, por meio de um teste-piloto que envolveu 13 estudantes voluntários da UNIFEI, que haviam cursado a disciplina “Introdução à Análise de Dados” no semestre anterior. Nesse estágio, o sistema foi testado com um conjunto de 15 tarefas interativas, revisadas pela docente responsável pela disciplina e organizadas em um único módulo de estudo. A aplicação em um cenário de uso real permitiu testar a estabilidade do *software*, ajustar a

arquitetura de hospedagem e verificar a receptividade dos alunos à interface e aos elementos de gamificação, servindo como prova de conceito das funcionalidades propostas.

Posteriormente, na etapa de **Avaliação**, o foco foi a análise qualitativa da ferramenta e da satisfação dos usuários. A percepção dos alunos que participaram do teste foi registrada por meio de um questionário (Apêndice C) aplicado ao final da sessão de uso. Os dados coletados revelaram que, embora a proposta pedagógica fosse sólida, os elementos visuais, a navegabilidade, a mecânica de gamificação, bem como a configuração da estrutura de hospedagem da ferramenta necessitavam de modificações consideráveis. Esse ciclo de *feedback* foi o motor de uma reestruturação profunda da interface e da ampliação do conteúdo, culminando na versão definitiva do artefato. A ferramenta foi submetida a um novo ciclo de avaliação no primeiro semestre letivo de 2026, ao final do qual foi aplicado o mesmo questionário do teste-piloto a um novo conjunto de 42 estudantes voluntários. Durante esse novo ciclo, as observações dos estudantes foram consideradas para a realização de correções pontuais e de pequenas modificações no comportamento da ferramenta.

Para o atendimento dos objetivos específicos IV e V, destaca-se que as etapas de validação ocorreram em momentos distintos e com grupos amostrais independentes. A prova de conceito inicial (Objetivo IV), voltada a demonstrar a viabilidade e a aplicabilidade da ferramenta, foi conduzida de forma preliminar por meio de um estudo piloto com um grupo de 13 discentes que já haviam cursado a disciplina. Posteriormente, a avaliação definitiva do artefato (Objetivo V), que investigou a aceitação, a percepção de uso e o engajamento, foi aplicada a uma turma distinta, composta por 42 estudantes que cursavam a disciplina. Consequentemente, a atuação com turmas diferentes evitou que a familiaridade prévia com a ferramenta viesse os dados quantitativos coletados na avaliação final.

Como etapa conclusiva do ciclo metodológico, a **Comunicação** prevista na DSRM se materializa na sistematização deste documento. O registro detalhado do processo de desenvolvimento, as escolhas de implementação de código e os resultados das validações empíricas visam compartilhar o conhecimento gerado com a comunidade acadêmica. Dessa forma, a pesquisa não apenas documenta a

construção de um artefato funcional, mas também pode contribuir para o campo da computação educativa e para o estudo da análise de dados.

3.2 Modelagem Conceitual da Ferramenta Gamificada

Para que uma ferramenta de estudo gamificada atinja os objetivos para os quais foi concebida, sua construção deve envolver um planejamento cuidadoso, considerando tanto os recursos da ferramenta quanto o conteúdo a ser estudado (VASCONCELLOS *et al.*, 2019). Nesse sentido, o *design* de uma solução gamificada deve ser elaborado considerando a perspectiva do aprendiz, visando assegurar a presença do “pensamento de jogos” (ALVES, 2015). A autora propõe um roteiro para o *design* de ferramentas de aprendizagem gamificadas, baseado na abordagem MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*), voltado à construção de jogos. A seguir, são detalhados os sete passos que nortearam o desenvolvimento, enfatizando como cada etapa responde aos desafios de especificidade, engajamento e validação de aprendizagem.

1 – Conhecimento dos objetivos de aprendizagem

Nessa primeira etapa, é necessário definir os objetivos a serem alcançados com o uso da solução gamificada e como os resultados serão verificados. Neste trabalho, os objetivos de aprendizagem foram orientados pela docente responsável pela disciplina “Introdução à Análise de Dados”, ministrada na UNIFEI.

Para assegurar o alinhamento pedagógico do artefato, os objetivos de aprendizagem foram mapeados à luz da Taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). Essa correlação evidencia o escopo cognitivo exigido em cada etapa da jornada gamificada. A Tabela 8 consolida essa diretriz, detalhando os propósitos pedagógicos específicos de cada eixo temático, relacionando-os aos níveis cognitivos desenvolvidos e aos mecanismos de verificação da ferramenta, que condicionam o avanço do aluno à resolução correta das atividades.

Tabela 8. Matriz de conteúdos, objetivos pedagógicos e formas de verificação.
Fonte: O autor.

Módulo de Conteúdo	Objetivo Específico	Nível Cognitivo Taxonomia de Bloom	Verificação
Estratégia de Dados	Capacitar o aluno a identificar as etapas do ciclo de vida da análise e a converter metas de negócio em perguntas analíticas e em hipóteses testáveis.	Compreender e Aplicar	•Progressão Condicionada: O avanço no conteúdo dos módulos é estritamente linear e fica bloqueado até o acerto da atividade atual. •Monitoramento de Esforço: Registro do número de tentativas realizadas pelo aluno para obter a resposta correta.
Engenharia de Dados	Desenvolver a habilidade de diagnosticar a qualidade das bases de dados e de identificar e resolver inconsistências, <i>outliers</i> , valores ausentes, duplicatas, entre outros.	Analisar e Avaliar	
Comunicação de Dados	Ensinar o uso de técnicas e ferramentas de investigação exploratória e a tradução de achados técnicos em narrativas claras para apoio à decisão.	Aplicar e Criar	
SQL para Análise de Dados	Dominar técnicas de agregação e agrupamento, bem como o uso de funções de janela (<i>Window Functions</i>), para resumir e organizar grandes volumes de dados.	Aplicar e Analisar	•Pontuação Variável: Atribuição de pontos (XP) baseada na eficiência, com penalização (decréscimo de pontos) proporcional ao número de erros cometidos antes do acerto.
Arsenal Tecnológico	Identificar e selecionar ferramentas e arquiteturas para o tratamento e o armazenamento de dados, bem como compreender a orquestração de fluxos automatizados.	Compreender e Avaliar	

A seleção dos elementos de gamificação fundamentou-se nas evidências extraídas do estudo de mapeamento sistemático, a fim de apoiar diretamente os objetivos de aprendizagem e as formas de verificação detalhadas na Tabela 8. Como os objetivos propostos exigem abstração e raciocínio analítico, as mecânicas lúdicas foram projetadas para estimular a reflexão e evitar a ansiedade comum em disciplinas exatas. Como exemplo, a mecânica de dedução de pontos por respostas incorretas

foi adotada para inibir a exploração por tentativa e erro, induzindo o aluno a refletir sobre o conceito antes da ação e contribuindo para uma verificação mais precisa da assimilação do conteúdo. Em paralelo, a mecânica de progressão individual atua em conjunto com as formas de verificação estabelecidas: a dinâmica da ferramenta condiciona o avanço à resolução correta das atividades associadas a cada objetivo. Consequentemente, a própria progressão nos módulos atua como um indicador direto da assimilação dos conteúdos propostos, cujo acompanhamento contínuo ocorre por meio do painel de monitoramento disponibilizado pela ferramenta e acessado pela docente.

2 – Definição de comportamentos e tarefas que são alvos desta solução

Neste passo, estabeleceram-se as tarefas que os aprendizes deveriam executar. Para mitigar a possibilidade de uma interação superficial, em que o estudante apenas acessa e navega aleatoriamente, a ferramenta foi programada com uma progressão estritamente linear em cada módulo de estudo. O comportamento exigido não é o simples acesso ou a navegação livre, mas o cumprimento de uma trilha guiada: o estudante deve, obrigatoriamente, iniciar pela primeira atividade da Fase 1 e concluí-la para desbloquear a tarefa subsequente. Esse mecanismo impulsiona o consumo ativo do conteúdo e a resolução, passo a passo, das atividades. Dessa forma, as principais tarefas que os aprendizes deveriam executar são:

- Acessar a ferramenta de estudo;
- Verificar todas as opções contidas na ferramenta e ler o conteúdo da ajuda;
- Iniciar o primeiro módulo de conteúdo, conforme orientação do docente;
- Percorrer as fases e atividades que compõem o módulo;
- Buscar obter o máximo de pontuação ao responder às questões;
- Receber o *feedback* sobre o desempenho;
- Acessar o seu Perfil, acompanhar a progressão nos módulos, verificar as recompensas obtidas e a evolução de nível;
- Iniciar os demais módulos de conteúdo, conforme orientação do docente.

3 – Conhecimento dos aprendizes ou jogadores

O desenvolvimento de soluções gamificadas eficazes pressupõe conhecimento do perfil dos usuários. Nesse contexto, o público-alvo delimitado compreende graduandos dos cursos de Ciência da Computação e de Sistemas de Informação da UNIFEI que cursam a disciplina “Introdução à Análise de Dados”. Compreendeu-se que, embora este perfil possua literacia digital, a transição para conceitos específicos da área representa uma barreira cognitiva significativa. A ferramenta foi planejada, portanto, para mitigar a complexidade dos conteúdos por meio da gamificação, visando estimular o engajamento e o foco na resolução de problemas.

Para promover um melhor reconhecimento dos estudantes, foi aplicado um questionário (Apêndice B) com o objetivo de coletar dados sobre quatro aspectos (ou dimensões) desses estudantes. Dentre essas informações, a experiência prévia em análise de dados e o interesse por jogos e gamificação. As respostas desse questionário foram disponibilizadas à docente responsável pela disciplina logo no início do período de uso da ferramenta.

4 – Reconhecimento do tipo de conhecimento que precisa ser ensinado

Os tipos de atividades utilizadas na solução gamificada devem ser adequados ao tipo de conhecimento que se busca transmitir. Dessa forma, as atividades implementadas na ferramenta baseiam-se no conteúdo programático e na literatura de referência utilizada na disciplina de “Introdução à Análise de Dados” da UNIFEI.

Cabe destacar que a ferramenta *Learn Data* não atua como um repositório passivo de conteúdo, diferentemente das plataformas tradicionais de gestão de aprendizagem (LMS). A lógica de ensino está intrinsecamente codificada nas atividades de cada módulo. Os tipos de conhecimento vão da fundamentação teórica a tópicos técnicos específicos, como a simulação de extrações em bancos de dados. Em caso de erro na resposta, a mecânica da ferramenta impede o avanço e obriga à revisão conceitual, apresentando também *feedback* orientativo, o que, dessa forma, aumenta a possibilidade de assimilação do conteúdo estudado.

5 – Garantia da presença da diversão

A inserção da diversão como elemento integrado ao processo de aprendizagem, no contexto de uma ferramenta gamificada, é crucial para estimular o engajamento e a motivação dos alunos. A ludicidade, enquanto ferramenta pedagógica, desperta o interesse e a curiosidade, tornando a aquisição de conhecimento mais prazerosa e significativa. Nesse sentido, para alcançar os objetivos de aprendizagem, é fundamental integrar mecanismos que provoquem experiências significativas para os usuários, promovendo comportamentos como a aquisição de conhecimento, a resolução de problemas, a gestão de conflitos, a cooperação, a satisfação, o medo e o entusiasmo, entre outros.

Na ferramenta *Learn Data*, a diversão é promovida por meio de elementos de jogos, como aprimoramento visual e de *design*, interatividade, recompensas, emblemas, desafios, pontos, *feedback* imediato, progressão e níveis. Adicionalmente, é possível que o estudante personalize sua experiência de estudo por meio de alterações em seu perfil de usuário. Por fim, foram implementados eventos visuais especiais, que são disparados quando o estudante finaliza um módulo de estudo ou muda de nível.

6 – Utilização de ferramentas apropriadas

A estruturação da experiência gamificada deve ser cuidadosamente elaborada, com a definição de metas objetivas e claras, comunicadas de forma transparente aos aprendizes. Para que essa estruturação se torne eficiente, é necessária a incorporação de elementos característicos do *design* de jogos.

Na ferramenta proposta neste trabalho, os elementos de jogos implementados baseiam-se nos sugeridos por Werbach e Hunter (2015) e são adaptados aos objetivos de aprendizagem almejados. A fim de elucidar a aplicação desses elementos, são detalhadas, a seguir, as formas como são implementadas na ferramenta *Learn Data*:

-
- *Feedback* constante: consiste no fornecimento de informações ao usuário sobre suas ações e seu desempenho, orientando-o e permitindo que se ajuste durante a interação. Essa retroalimentação pode se manifestar de forma simples, como a exibição de pontos ou de notificações de conquistas na tela, ou por meio de sistemas mais complexos que oferecem análises detalhadas e atualizadas do desempenho do usuário (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta, o aprendiz recebe retorno constante sobre suas ações, como o acerto ou o erro em uma questão, o valor da pontuação recebida (XP), o *feedback* orientativo sobre o conteúdo da questão e o progresso nas fases de cada módulo.
 - Tabela de Classificação (*leaderboard*): ferramenta visual que exibe o progresso e as conquistas dos usuários, classificando-os por desempenho em um grupo específico. Essa ordenação, comumente apresentada em hierarquia, permite que os participantes visualizem suas posições em relação aos demais (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta *Learn Data* optou-se por não incluir a tabela de classificação. Por meio do estudo de mapeamento sistemático conduzido por Fonseca e Seabra (2024), observou-se que esse elemento de gamificação é o mais utilizado nas ferramentas de estudo gamificadas. É também um elemento com considerável propensão a provocar efeitos adversos nos estudantes, devido à ansiedade e à frustração decorrentes das possibilidades de posicionamento na tabela. Os possíveis efeitos adversos de elementos de gamificação foram mencionados por Bai *et al.* (2020), conforme apresentado no Capítulo 2 deste trabalho, e são “frequentemente associados a mecanismos de competição direta”, como se observa na tabela de classificação. Dessa forma, decidiu-se não implementar esse elemento de gamificação neste trabalho e priorizar outros estímulos aos estudantes.
 - Emblemas (*badges*): são elementos visuais que representam conquistas e atuam como mecanismo de recompensa. A intenção é incentivar a participação, o esforço e a persistência, conferindo reconhecimento

tangível às conquistas dos aprendizes (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta proposta, o aprendiz é premiado com um emblema específico ao finalizar um módulo de estudo.

- **Progresso:** mecanismo que proporciona a sensação de deslocamento e de evolução quando o aprendiz parte de uma situação inicial e percorre um caminho rumo aos objetivos almejados. O interesse e o engajamento podem ser promovidos quando se propõe a ideia de “chegar a algum lugar” (WERBACH; HUNTER, 2015). A ferramenta *Learn Data* promove essas sensações por meio da visualização de barras de progresso de conteúdo, da indicação da porcentagem de conclusão dos módulos, do painel de conquistas e do indicador de nível. A mecânica de progressão em cada módulo de estudo é linear e condicionada à execução das atividades.
- **Desafio:** são tarefas de complexidade variável, mas que sempre demandam que os aprendizes apliquem esforço para superá-las. Podem envolver dedicação de tempo, aplicação de conhecimentos ou de habilidades específicas e uso da criatividade na busca por soluções (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta *Learn Data*, os desafios são implementados nas seguintes formas: Verdadeiro ou Falso, Complete a Frase, Múltipla Escolha, Única Escolha, Organização de Blocos, Organização de Sentenças e Ordenação Linear de Alternativas.
- **Pontos:** são representações numéricas do progresso do usuário e constituem um elemento fundamental em muitos jogos. A quantificação do progresso por meio de pontos permite que os aprendizes acompanhem seu desempenho de forma clara e objetiva, visualizando sua evolução. Pontos também agregam elementos competitivos, o que pode incentivar os aprendizes a buscar melhores resultados (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta proposta, os aprendizes recebem pontos (XP) ao obterem êxito em um desafio. Adicionalmente, estruturou-se um sistema de pontuação variável no qual o XP adquirido sofre reduções proporcionais ao número de tentativas prévias malsucedidas, o que desestimula o avanço por meio do ensaio e erro.

- Níveis: representam marcadores hierárquicos de evolução, estruturados de forma ascendente para orientar o usuário sobre o seu estágio de desenvolvimento no ambiente gamificado (WERBACH; HUNTER, 2015). Na ferramenta *Learn Data*, foi implementado um sistema de quatro níveis, com mecânica baseada na aquisição de pontos de experiência (XP), em que cada promoção exige o atingimento de uma métrica quantitativa predefinida. O estudante inicia sua jornada no estágio inicial e evolui por meio de quatro ranques hierarquicamente estruturados: *Explorador de Dados*, *Analista Estratégico*, *Especialista em Dados* e, por fim, *Mestre de Dados*.

7 – Construção de Protótipos

A construção de uma solução de aprendizagem gamificada eficaz exige um processo de experimentação e refinamento. É essencial que a solução seja testada para identificar eventuais falhas e implementar melhorias. A elaboração de protótipos desempenha um papel crucial no processo de *design* da solução gamificada, pois permite a avaliação e a coleta de *feedback* (ALVES, 2015). Nesse sentido, com base no roteiro previamente detalhado, foram delineados os elementos relevantes para o desenvolvimento do protótipo da ferramenta, que será apresentado na próxima seção.

3.3 Projeto de *Software* e Definição de Requisitos

O desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho fundamentou-se no modelo de processo de *software* incremental, que, conforme Sommerville (2018), possibilita a evolução contínua a partir de uma versão inicial orientada por ciclos de *feedback*. Essa abordagem alinha-se às diretrizes metodológicas adotadas neste estudo, permitindo que o sistema fosse aprimorado iterativamente por meio da intercalação de atividades de especificação, codificação e validação. Esse modelo foi adotado por proporcionar a flexibilidade e a capacidade de adaptação necessárias

para incorporar ajustes técnicos e pedagógicos a cada nova versão, moldando a plataforma às reações reais do ambiente educacional.

Para assegurar que o artefato desenvolvido atendesse aos propósitos do ensino de análise de dados, o escopo da ferramenta foi definido com base na literatura e validado empiricamente. Inicialmente, os estudos de mapeamento sistemático (Capítulo 2) forneceram a base para os requisitos ao identificar as lacunas cognitivas dos estudantes e os anseios dos docentes por novas ferramentas de ensino. Posteriormente, para adequar esses achados à realidade institucional, os requisitos foram validados com a docente responsável pela disciplina “Introdução à Análise de Dados” da UNIFEI. Dessa forma, a ferramenta consolida-se como uma resposta fundamentada tanto na pesquisa bibliográfica quanto nas exigências curriculares do contexto investigado.

A ferramenta *Learn Data* caracteriza-se como uma plataforma *web*, acessível a partir de dispositivos conectados à Internet, que oferece apoio ao estudo tanto no ambiente de sala de aula quanto em atividades extraclasse. O fluxo de interação e o comportamento esperado no sistema ocorrem de acordo com o seguinte roteiro:

- O professor, em alinhamento com a aula teórica, introduz a ferramenta aos estudantes, orientando sobre a dinâmica de uso e os objetivos do módulo;
- Os estudantes acessam a plataforma, realizam a autenticação e configuram seus perfis de usuário;
- Os discentes ingressam no módulo de estudo indicado pelo docente e iniciam a resolução da trilha, submetendo-se à mecânica de progressão linear;
- A ferramenta processa as ações de forma síncrona, fornecendo *feedback* explicativo imediato e atribuindo os pontos de experiência (XP), conforme o número de tentativas;
- O registro da interação do estudante é disponibilizado imediatamente para verificação pelo professor.

Com base na separação de conceitos estabelecida por Sommerville (2018), que distingue as declarações de serviços que um sistema deve fornecer das restrições sob as quais ele deve operar, as especificações da *Learn Data* foram formalizadas e

divididas em Requisitos Funcionais (Tabela 9) e Requisitos Não-Funcionais (Tabela 10).

Tabela 9. Requisitos Funcionais (RF) da ferramenta *Learn Data*. Fonte: O autor.

Identificador	Descrição do Requisito
RF1	Gestão de Autenticação: A ferramenta deve fornecer um formulário de autocadastro seguro, permitindo a criação de credenciais de <i>login</i> e de senha para estudantes e professores.
RF2	Gestão de Perfil: A ferramenta deve permitir que os usuários gerenciem suas informações, visualizem a progressão no estudo, as conquistas e o nível alcançado.
RF3	Disponibilização de Conteúdo: O sistema deve estruturar e apresentar o conteúdo do estudo de análise de dados, organizado em módulos e fases temáticas, assegurando o alinhamento com os conteúdos da disciplina.
RF4	Controle de Progressão Linear: A ferramenta deve disponibilizar acesso independente entre os módulos de estudo, mas aplicar um mecanismo interno de bloqueio ao módulo para determinar a progressão linear das fases.
RF5	Execução e Validação de Atividades: A ferramenta deve oferecer desafios interativos e processar a validação imediata das respostas do aprendiz.
RF6	<i>Feedback</i> Formativo: A ferramenta deve exibir <i>feedback</i> imediato e explicativo após cada submissão, orientando o aluno sobre o erro cometido ou reforçando o conceito em caso de acerto.
RF7	Motor de Gamificação e XP: A ferramenta deve calcular e atribuir pontos de experiência (XP) ao final de cada atividade, aplicando um decréscimo proporcional à pontuação base, de acordo com o número de tentativas de resposta.
RF8	Painel de Acompanhamento Docente: A ferramenta deve fornecer ao professor um painel de monitoramento do progresso da turma, no qual seja possível observar o progresso geral e individual.

Tabela 10. Requisitos Não-Funcionais (RNF) da ferramenta *Learn Data* (continua).

Fonte: O autor.

Identificador	Categoria	Descrição do Requisito
RNF1	Disponibilidade	A arquitetura da ferramenta deve ser operada integralmente na nuvem (<i>Web-based</i>), garantindo acesso ininterrupto (24 horas por dia, sete dias por semana) e sem limitações de horário.
RNF2	Portabilidade	A ferramenta deve assegurar compatibilidade multiplataforma, operando sem perda de recursos nos principais navegadores do mercado.
RNF3	Desempenho (Escalabilidade)	A ferramenta deve suportar acesso concorrente, mantendo estabilidade e tempo de resposta aceitáveis mesmo sob acesso simultâneo de múltiplos usuários (turmas inteiras).
RNF4	Usabilidade	A interface de usuário deve ser responsiva e projetada para minimizar a carga cognitiva, garantindo que o

		aprendiz concentre seu esforço no conteúdo de análise de dados e não no aprendizado da própria ferramenta.
RNF5	Segurança	A ferramenta deve garantir a proteção e a privacidade dos dados acadêmicos dos usuários, exigindo autenticação obrigatória para o acesso e empregando criptografia para o armazenamento de senhas no banco de dados.
RNF6	Manutenibilidade (Extensibilidade)	A arquitetura da ferramenta deve ser estruturada de forma modular, permitindo a manutenção fácil e a inclusão de novas atividades e módulos de estudo em ciclos futuros do projeto.
RNF7	Confiabilidade	A ferramenta deve realizar a persistência dos dados (XP, conquistas, nível e fase atual) no banco de dados de forma síncrona a cada interação, prevenindo a perda do progresso do aluno em casos de falha de conexão ou fechamento acidental do navegador.

3.4 Arquitetura e Implementação

A arquitetura do artefato *Learn Data* foi estruturada com base no sistema de gerenciamento de conteúdo *WordPress*. O projeto seguiu o padrão arquitetural MVC (SOMMERVILLE, 2018), garantindo a separação lógica entre a persistência de dados (Modelo), o processamento das regras de negócio (Controlador) e a interface do usuário (Visão). A infraestrutura educacional baseou-se na adoção do *plugin LearnDash* para o sequenciamento didático e do *GamiPress* para a estruturação das mecânicas de engajamento. A utilização destas tecnologias de base atendeu aos requisitos não funcionais de disponibilidade, segurança e manutenibilidade, permitindo concentrar o esforço de desenvolvimento na codificação da lógica pedagógica personalizada. Para ilustrar, de forma esquemática, a organização estrutural e a integração das tecnologias supracitadas, a Figura 4 apresenta um diagrama simplificado da arquitetura da ferramenta *Learn Data*.

A operacionalização das regras de negócio educacionais exigiu a criação de rotinas específicas em *PHP* e *JavaScript* para sobrepor o comportamento padrão da infraestrutura. A principal intervenção consistiu na integração com a tecnologia H5P para atividades interativas. Para garantir a integridade dos dados de aprendizagem,

foi desenvolvida uma arquitetura de sincronização de eventos baseada em fila *promise queue*, responsável por escutar o protocolo *xAPI* (*Experience API*). Essa rotina desenvolvida avalia, de forma síncrona, a precisão das respostas do estudante e aciona um motor matemático próprio. Este motor calcula o decréscimo da pontuação de recompensa em função do número de tentativas falhas — reduzindo progressivamente os pontos a serem concedidos — antes de autorizar o envio dos dados de aprovação ao banco de dados.

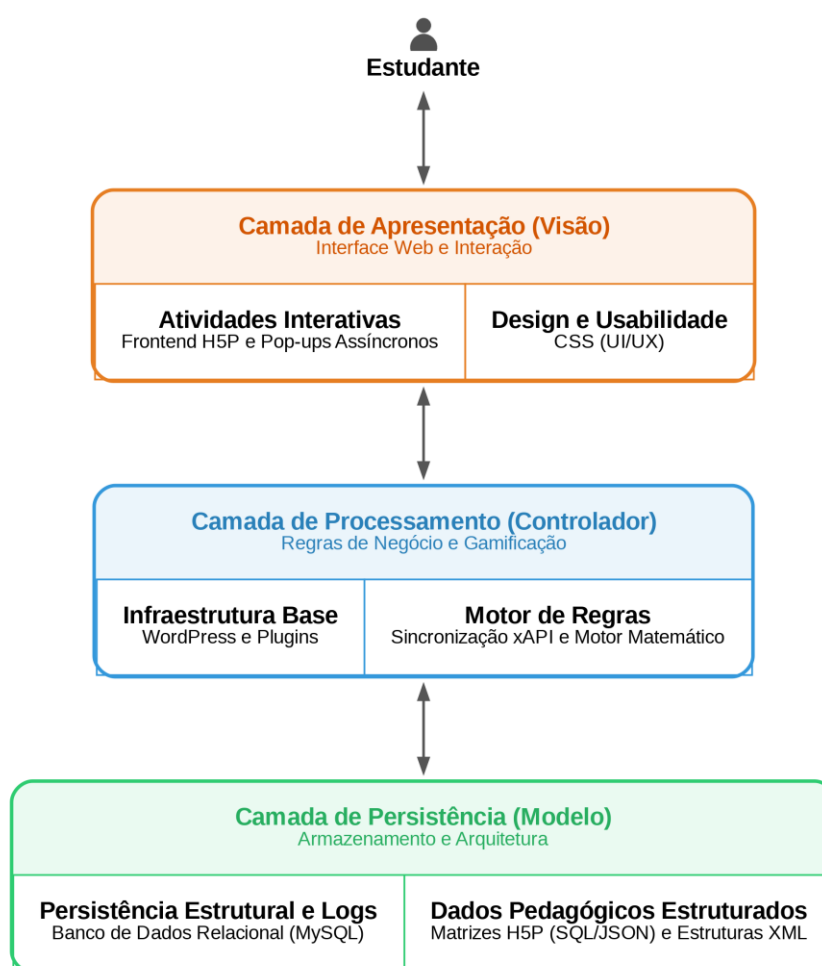


Figura 4. Diagrama simplificado da arquitetura da ferramenta. Fonte: O autor.

Adicionalmente, *scripts* de controle de fluxo foram programados para garantir o cumprimento do requisito de progressão linear no módulo de conteúdo. A lógica intercepta a navegação nativa do ambiente virtual e vincula a liberação e o acionamento do botão de conclusão de etapa apenas ao recebimento do pacote *xAPI*

de sucesso validado pela atividade. A ferramenta também foi dotada de redirecionamento dinâmico de matrícula e de gatilhos visuais assíncronos (*pop-ups*), que são renderizados na tela assim que a ferramenta confirma a transição de nível de experiência ou a conclusão integral de um módulo de estudo.

Na camada de apresentação (Visão), elaborou-se uma folha de estilos em cascata (CSS) voltada ao atendimento dos requisitos de usabilidade. Esta customização atua diretamente na redução da carga cognitiva do estudante, suprimindo elementos indevidos da interface base — como mensagens de sistema genéricas, contadores numéricos irrelevantes e *menus* administrativos. Além disso, a estrutura visual foi reajustada para centralizar o foco do usuário na execução das tarefas de análise de dados e para formatar adequadamente os componentes de *feedback* gamificado, como a exibição dos títulos e da estante de conquistas no perfil do aluno.

3.5 Descrição da Ferramenta *Learn Data*

3.5.1 Visão Geral e Identidade Visual

A interface da ferramenta é pautada por uma organização visual minimalista, projetada para concentrar a atenção do estudante nos conteúdos de estudo. A identidade visual utiliza as cores verde, branco e cinza como marcadores funcionais, facilitando a distinção entre as áreas de conteúdo, os botões de ação e os indicadores de desempenho. A identidade visual da ferramenta já se observa na página inicial, como se vê na Figura 5. A ferramenta pode ser acessada pelo seguinte *link*: <https://learndata.net.br>.



Figura 5. Tela principal da ferramenta *Learn Data*. Fonte: O autor.

A estrutura de acesso, composta pelo painel de autenticação e cadastro, apresenta um *design* focado na funcionalidade, com áreas de orientação visual que facilitam o acesso à ferramenta de estudo, como se observa na Figura 6.

Figura 6. Painel de autenticação e cadastro. Fonte: O autor.

No ambiente interno, a disposição dos elementos privilegia a hierarquia da informação, destacando os *cards* dos módulos, as barras de progresso e o indicador

persistente de experiência (XP) no cabeçalho. O painel principal da ferramenta é apresentado na Figura 7.

Essa organização assegura que os dados de evolução e as áreas de interação técnica sejam os pontos focais da experiência do usuário, promovendo um ambiente de estudo imersivo e livre de ambiguidades.

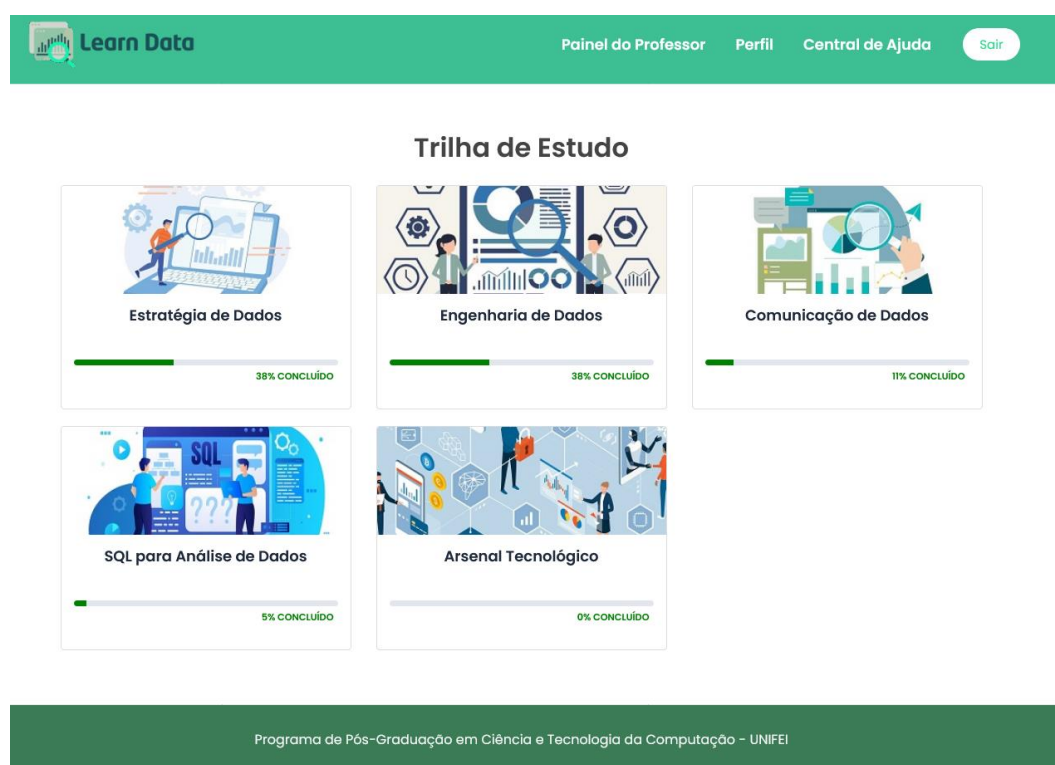


Figura 7. Painel principal da ferramenta. Fonte: O autor.

3.5.2 Arquitetura da Informação e Jornada do Estudante

A arquitetura de ensino é estruturada hierarquicamente, dividindo o conteúdo em três níveis de profundidade: Módulos (eixos temáticos principais), Fases (etapas estruturantes de cada eixo) e Atividades. No painel principal (Trilha de Estudo), os módulos são apresentados em formato de *cards*, acompanhados de barras de progresso percentuais individuais. Na Figura 8, pode-se observar a tela inicial de uma Fase.

Em cada módulo, a jornada do estudante segue uma regra de progressão linear. O avanço para uma fase ou atividade subsequente é sistematicamente bloqueado até que a atividade atual seja concluída e validada pela ferramenta, com a navegação exibindo o status “Em Andamento” ou “Concluído”.



Figura 8. Tela inicial de uma fase. Fonte: O autor.

Para otimizar a experiência de uso contínuo, foi implementada uma rotina que, ao identificar o acesso do usuário, o redireciona automaticamente para a fase exata em que sua última sessão de estudos foi interrompida.

3.5.3 Conteúdo Pedagógico dos Módulos

O conteúdo da ferramenta foi modelado para refletir a ementa da disciplina “Introdução à Análise de Dados”, contemplando cinco módulos:

- **Módulo Estratégia de Dados:** Introduz o universo da análise. A Fase 1 diferencia os conceitos essenciais da área; a Fase 2 mapeia o ciclo de vida completo de uma análise de dados; e a Fase 3 aprofunda-se na tradução de metas genéricas de negócio em perguntas analíticas e hipóteses testáveis.
- **Módulo Engenharia de Dados:** Foca na obtenção e no preparo de dados. A Fase 1 aborda estratégias de coleta, diferenciando tipos de fontes de dados e de APIs; a Fase 2 ensina o diagnóstico da qualidade

dos dados (identificação de valores ausentes, *outliers* e duplicatas); e a Fase 3 operacionaliza a limpeza e a padronização das bases de dados.

- **Módulo Comunicação de Dados:** Direcionado à extração de *insights* e visualização. A Fase 1 capacita o estudante em análise exploratória visual; a Fase 2 estabelece métodos para testes de hipóteses e para a validação da confiabilidade dos resultados; e a Fase 3 orienta a transformação dessas descobertas em narrativas persuasivas para a tomada de decisão.
- **Módulo SQL para Análise de Dados:** Aborda a manipulação técnica estruturada. A Fase 1 trabalha técnicas de agregação, sumarização e agrupamento; a Fase 2 introduz as Funções de Janela (*Window Functions*) para análises avançadas de ranqueamento; e a Fase 3 foca na engenharia de consultas, incluindo pivotamento e tratamentos de texto e de datas.
- **Módulo Arsenal Tecnológico:** Consolida a infraestrutura de dados. A Fase 1 diferencia os ambientes de armazenamento (Bancos Relacionais, Não-Relacionais, *Data Warehouses* e *Data Lakes*); a Fase 2 compara as ferramentas de processamento (planilhas, fluxos visuais e linguagens de *script*); e a Fase 3 conclui a jornada ao apresentar conceitos de orquestração de *pipelines*, de processamento distribuído e de *Big Data*.

3.5.4 Ambiente de Aprendizagem e Interatividade

O núcleo da interação está nas páginas de atividades interativas. Nestas áreas, o estudante resolve problemas práticos de interpretação e de análise. Cabe ressaltar que a elaboração dessas atividades, o roteiro da trilha e a formulação dos respectivos *feedbacks* foram validados pela docente especialista responsável pela disciplina. Na Figura 9, há um exemplo de atividade.

O sistema fornece *feedback* formativo imediato após cada submissão, com caixas de diálogo explícitas que justificam o acerto ou corrigem eventuais erros de

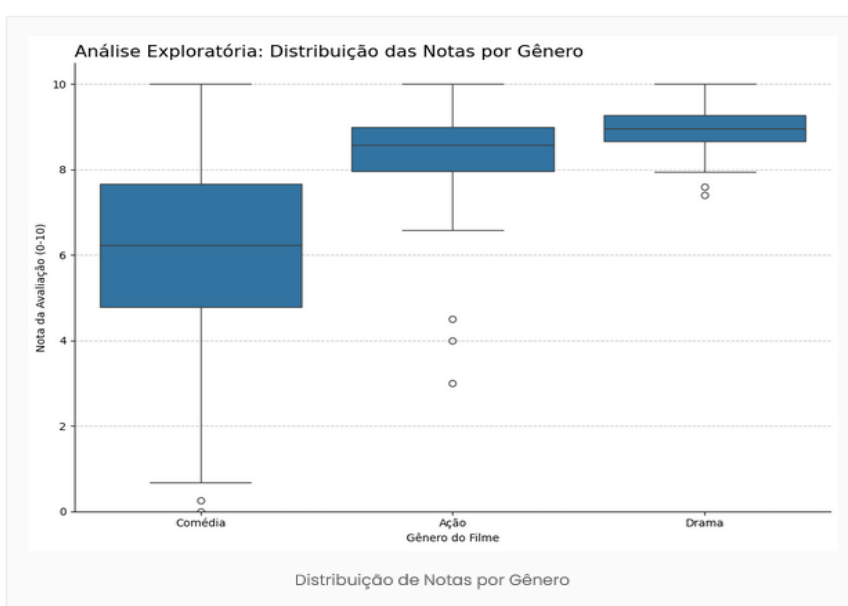
interpretação do aluno. Exemplos desses *feedbacks* podem ser observados nas Figuras 10 e 11.

Atividade 4

Comunicação de Dados > Fase 1 – Análise Exploratória e Visual > Atividade 4

EM ANDAMENTO

Um analista de uma plataforma de streaming quer explorar como os usuários avaliam (com notas de 0 a 10) diferentes gêneros de filmes. Ele cria o gráfico de box plots abaixo para comparar as distribuições das notas.



Desafio de Interpretação: Com base estritamente na visualização acima, selecione as conclusões estatísticas válidas.

Referência Bibliográfica Principal: KNAFLIC, C. N. *Storytelling com dados: um guia sobre visualização de dados para profissionais de negócios*. 2a Edição. Alta Books. 2018.

Quais das seguintes afirmações são interpretações corretas da visualização? (Selecione todas as aplicáveis)

- ☐ O gênero 'Drama' tem a maior nota mediana entre os três.
- ☐ Todos os filmes de 'Drama' receberam notas acima de 7.0.
- ☐ As notas para o gênero 'Comédia' são as mais inconsistentes, apresentando a maior variação (maior dispersão) entre as avaliações.
- ☐ A nota média para o gênero 'Ação' é exatamente 8.0.

✓ Verificar

Figura 9. Exemplo de uma atividade. Fonte: O autor.

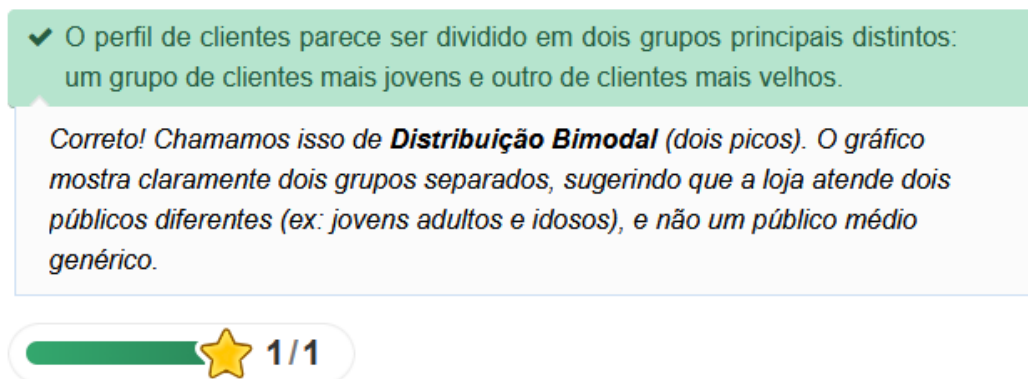


Figura 10. Exemplo de *feedback* positivo. Fonte: O autor.

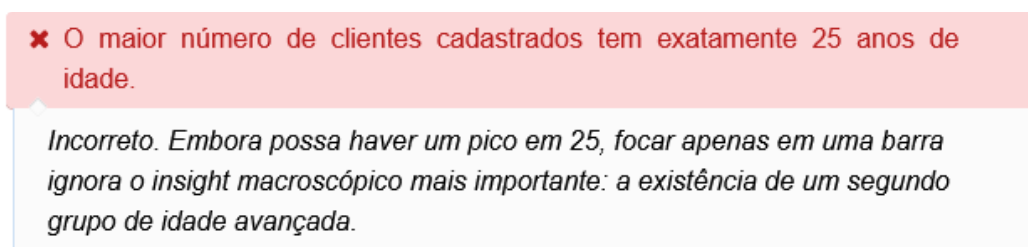


Figura 11. Exemplo de *feedback* negativo. Fonte: O autor.

Uma vez que o estudante atinge a condição de sucesso, a rotina de controle da ferramenta exibe o painel de aprovação (“Atividade Concluída!”) e libera o botão de avanço. Neste mesmo painel, é oferecida a opção de refazer a atividade como revisão pedagógica, sem impacto na pontuação já contabilizada. Na Figura 12, pode-se visualizar um painel com a atividade realizada.

Atividade 2

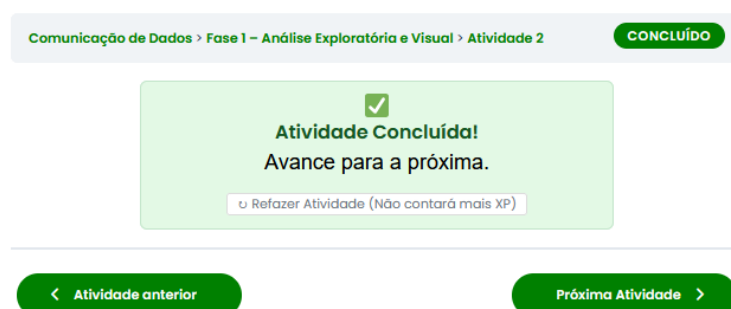


Figura 12. Painel de atividade realizada. Fonte: O autor.

3.5.5 Sistema de Gamificação

As mecânicas de engajamento atuam como um sistema de reconhecimento contínuo, integradas à interface de forma não intrusiva. O acúmulo de pontos (XP) é exibido de forma síncrona no cabeçalho da interface, permitindo o monitoramento numérico do progresso sem que o estudante precise sair da tela de estudo.

A decisão de integrar a gamificação à ferramenta fundamentou-se na necessidade de mitigar a barreira cognitiva e a desmotivação frequentemente associadas ao estudo de conceitos abstratos da análise de dados, conforme discutido na revisão da literatura. Caso a camada gamificada fosse removida, a *Learn Data* ainda manteria seu valor instrucional por meio da estruturação das atividades e do *feedback* formativo imediato, porém perderia o potencial de engajamento proporcionado pelas dinâmicas de progressão. Contudo, cabe ressaltar que a abordagem adotada não exclui aprendizes que não são adeptos de jogos eletrônicos. Como os elementos lúdicos (XP, níveis e conquistas) foram concebidos como uma camada não intrusiva e desprovida de competição social direta, o estudante que não se sinta atraído por essas mecânicas pode simplesmente ignorá-las e focar integralmente na resolução das tarefas, uma vez que o avanço nos módulos está condicionado unicamente ao acerto das questões.

O reconhecimento visual divide-se em componentes específicos:

- Sistema de Níveis (*Ranks*): Títulos hierárquicos (como “Explorador de Dados”) que evoluem com o acúmulo de XP. Cada nível possui uma página de detalhamento visual exclusiva, focada na recompensa simbólica. Na Figura 13, observa-se o texto explicativo de um dos níveis.
- Estante de Medalhas: Conquistas temáticas (ex.: “Visão Estratégica”) desbloqueadas após a conclusão integral de módulos específicos. A Figura 14 apresenta o detalhamento de uma das conquistas.

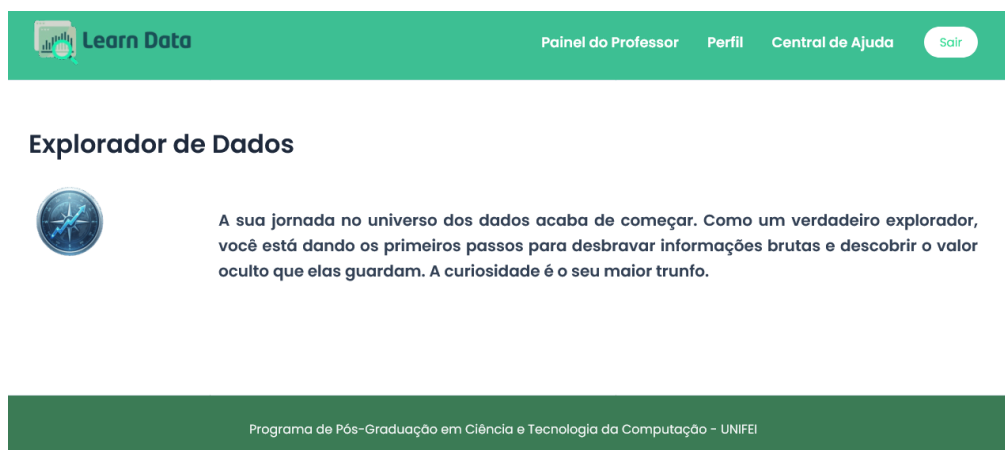


Figura 13. Detalhamento de um nível. Fonte: O autor.



Figura 14. Detalhamento de uma conquista. Fonte: O autor.

- **Comemorações Assíncronas:** A conclusão de marcos relevantes é celebrada por meio de alertas sobrepostos (*pop-ups* com animações gráficas), injetados dinamicamente na tela para reforçar o sentimento de dever cumprido antes do avanço para a próxima etapa. Um exemplo de *pop-up* exibido ao final de um módulo é apresentado na Figura 15.

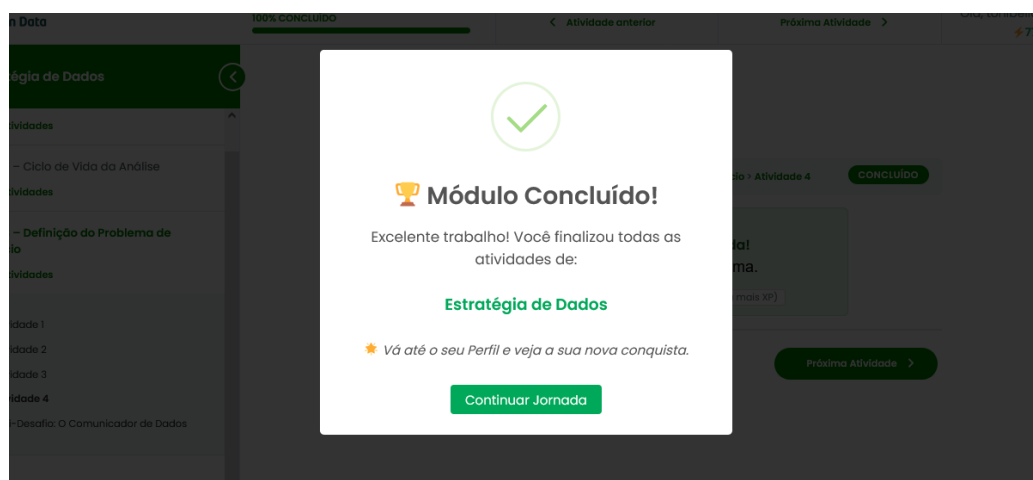


Figura 15. Exemplo de um *pop-up* comemorativo. Fonte: O autor.

Para garantir que os elementos lúdicos atuassem a serviço dos objetivos pedagógicos, a concepção do artefato precisou mitigar os principais desafios de aprendizagem inerentes ao ensino de análise de dados. A Tabela 11 detalha o alinhamento entre esses desafios pedagógicos inerentes ao estudo de análise de dados, as estratégias instrucionais adotadas para superá-los e os respectivos elementos de gamificação implementados na ferramenta.

Tabela 11. Mapeamento entre desafios pedagógicos e elementos de gamificação (continua). Fonte: O autor.

Desafio Pedagógico	Estratégia Instrucional	Elemento de Gamificação	Efeito Esperado
Complexidade abstrata dos conceitos iniciais.	Fracionamento das atividades em tarefas curtas e progressivas.	Trilha de progressão e níveis.	Redução da sobrecarga cognitiva e direcionamento do foco.
Necessidade de validação contínua do entendimento.	<i>Feedback</i> formativo imediato após cada tentativa.	Pontuação Variável (XP) condicionada ao acerto.	Reforço positivo, validação do aprendizado e percepção de evolução.
Desmotivação e medo de errar diante de problemas complexos.	Avaliação sem punição severa (tentativas múltiplas).	Ausência de <i>Game Over</i> / Cálculo de esforço.	Estímulo à resiliência acadêmica e redução da frustração.

Ansiedade decorrente da comparação com os pares.	Foco exclusivo na evolução pessoal e na autoeficácia.	Remoção de <i>Ranking</i> e foco em Medalhas e Níveis.	Prevenção da competição excludente e manutenção do engajamento intrínseco.
--	---	--	--

3.5.6 Painéis de Controle

O Perfil do aluno atua como um *dashboard* de autorregulação da aprendizagem. Nele, o usuário visualiza suas estatísticas de desempenho, como a contagem de “Módulos Iniciados” e “Concluídos”, a progressão percentual em cada módulo e sua estante de conquistas e níveis, conforme mostrado na Figura 16.

A plataforma também dispõe de uma interface de edição de perfil, com travas de segurança que impedem a alteração indevida de dados essenciais, como o endereço de e-mail.

Sob o aspecto da gestão, o artefato oferece um Painel do Professor focado em dados analíticos. As listagens apresentam os nomes dos alunos, os módulos de estudo iniciados e o percentual de progresso de cada módulo. Na Figura 17 podem ser observados os registros de um dos alunos.

Para orientações gerais, a ferramenta disponibiliza ainda uma Central de Ajuda, que detalha as regras de pontuação, de conquista de medalhas, de progressão de níveis e da metodologia de interatividade, como se pode ver na Figura 18.

 **Learn Data**

Painel do Professor [Perfil](#) [Central de Ajuda](#) [Sair](#)

EXPERIÊNCIA
 **77 XPs**

NÍVEL
 **Explorador de Dados**


Editar Perfil

4
Módulos Iniciados

0
Concluídos

Meu(s) Módulos  [Expandir](#)

 Estratégia de Dados

EM ANDAMENTO 

 Engenharia de Dados

EM ANDAMENTO 

 Comunicação de Dados

EM ANDAMENTO 

 SQL para Análise de Dados

EM ANDAMENTO 

 Arsenal Tecnológico



CONQUISTAS


Visão Estratégica


Engenheiro de Dados


Storyteller de Dados


Mestre do SQL


Arquiteto de Soluções

Figura 16. Perfil do aluno. Fonte: O autor.

Painel do Professor

« | < | página 1 / 1 (5) | > | »

tonibellato

Aluno	Progresso
tonibellato tonibellato tonibellato@gmail.com	Arsenal Tecnológico 0%
tonibellato tonibellato tonibellato@gmail.com	Comunicação de Dados 11%
tonibellato tonibellato tonibellato@gmail.com	Engenharia de Dados 38%

Figura 17. Indicador de progresso do aluno. Fonte: O autor.



Central de Ajuda

Gamificação e Progresso

- Como eu ganho XP (Pontos de Experiência)?
- Como funcionam os Níveis (Ranks)?
- O que são as Medalhas (Conquistas) e como ganhá-las?

Atividades e Metodologia

- Por onde eu devo começar a estudar?
- Posso refazer uma atividade?

Suporte Técnico e Contatos

- Interação com a ferramenta de estudo
- Posso trocar minha foto de perfil ou alterar minha senha?
- Encontrei um problema na ferramenta de estudo, ou preciso falar com o suporte. O que eu faço?
- Esqueci minha senha, como recupero?
- Contatos

Figura 18. Central de Ajuda. Fonte: O autor.

Capítulo 4

AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA *LEARN DATA*

Este capítulo é dedicado à caracterização do método de avaliação da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa, detalhando os participantes, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos metodológicos adotados para a validação empírica do artefato.

4.1 Método de Pesquisa

Considerando a natureza da proposta e o caráter exploratório desta pesquisa, a avaliação final da ferramenta *Learn Data* (correspondente à etapa V da DSRM) foi realizada em um cenário educacional real. O estudo ocorreu no primeiro semestre letivo de 2026 e contou com a participação voluntária de discentes dos cursos de graduação em Ciência da Computação e Sistemas de Informação da UNIFEI, matriculados na disciplina “Introdução à Análise de Dados” (ementa detalhada no apêndice D). A seleção desse grupo específico fundamentou-se em três fatores:

- Perfil do usuário final ideal: A pesquisa visava investigar a eficácia da ferramenta desenvolvida para indivíduos que, embora possuíssem literacia digital e familiaridade com ambientes interativos (advindas da formação tecnológica), necessitassem de apoio estruturado para compreender os fundamentos e superar a carga de abstração inicial associada à análise de dados.
- Integração curricular: O conteúdo disponibilizado na ferramenta foi alinhado diretamente à ementa da disciplina cursada pelos discentes.

Essa aderência garantiu que a utilização do artefato tivesse valor acadêmico e prático, contextualizando a gamificação como um recurso de apoio efetivo aos estudos teóricos.

- Viabilidade e engajamento: A condução do estudo no âmbito dessa disciplina foi viabilizada pelo fato de a disciplina ser ministrada pela coorientadora desta pesquisa. Essa proximidade proporcionou uma comunicação clara e direta, assegurando que os estudantes compreendessem o propósito investigativo do trabalho e se engajassem ativamente na avaliação.

Em observância aos preceitos éticos, foi disponibilizado a todos os voluntários o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). O documento detalhou os objetivos da pesquisa, assegurou o anonimato e a confidencialidade no tratamento dos dados, e informou sobre a natureza voluntária da participação, garantindo a ausência de quaisquer prejuízos acadêmicos em caso de desistência.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação sequencial de dois instrumentos de pesquisa, complementada pela extração de dados de interação com o artefato. Ambos os questionários foram disponibilizados por meio da plataforma *Google Forms*.

O primeiro instrumento, denominado Questionário de Conhecimento da Turma (Apêndice B), foi aplicado antes do período de uso da ferramenta *Learn Data*. Seu propósito consistiu em mapear o perfil sociodemográfico e tecnológico dos participantes, a fim de coletar informações essenciais para contextualizar a amostra. Por meio deste formulário, foram coletados dados pessoais, como o ano de ingresso no curso de graduação, o exercício de atividade profissional, entre outros. Adicionalmente, o instrumento mapeou o nível de experiência e a afinidade prévia com a área de análise de dados, bem como os hábitos de consumo de jogos eletrônicos e as opiniões dos estudantes sobre a aplicação de elementos de gamificação em ferramentas de estudo.

Na definição do Questionário de Reação ao Uso e Aceitação da Ferramenta *Learn Data* (Apêndice C), optou-se por não utilizar modelos de avaliação voltados a jogos educacionais, como o MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games*) (PETRI *et al.*, 2019). Essa decisão justifica-se pelo fato de a *Learn Data* não

se tratar de um jogo digital completo (*serious game*) — artefatos que tipicamente possuem narrativas imersivas, autonomia exploratória e ciclos fechados de jogo —, mas sim de uma ferramenta de estudo utilitária que incorpora mecânicas de gamificação. A aplicação de um instrumento concebido para aferir a qualidade de jogos completos acarretaria distorções de escopo e exigiria métricas incompatíveis com o propósito do artefato desenvolvido.

Diante dessa distinção e da ausência de um questionário padronizado único que englobasse adequadamente a avaliação de ferramentas visuais para o estudo interativo, de dinâmicas de motivação lúdica e de estabilidade sistêmica, optou-se pela construção de um instrumento próprio. O questionário adotado nesta pesquisa possui caráter híbrido e foi elaborado por meio da combinação de três referenciais teórico-metodológicos:

- Pereira e Seabra (2023): cujos instrumentos foram validados na avaliação de um Recurso Educacional Aberto (REA) para o ensino de programação. Essa base fundamentou as questões relacionadas à facilitação pedagógica, à percepção de evolução e à adequação do conteúdo e da interface visual;
- Savi (2011): cujo modelo avaliativo foca na percepção dos usuários quanto à motivação, à experiência de uso e à aprendizagem em ambientes lúdicos. Suas métricas guiaram a avaliação da retenção de interesse, do engajamento e da eficácia das dinâmicas de gamificação propostas;
- Norma ISO/IEC 25010: o padrão internacional que define os modelos de qualidade de produto de *software* (SQuaRE). Essa norma técnica norteou a elaboração das questões sistêmicas (dimensão de qualidade técnica), possibilitando a avaliação de aspectos como a estabilidade, a velocidade de transição e a percepção de segurança dos dados.

Para assegurar a clareza, a ausência de viés e a validade das métricas do instrumento definitivo, foi realizado um processo de validação teórica com especialista. Embora um teste piloto tenha sido conduzido meses antes contemplando uma versão preliminar do questionário, a versão final aplicada à turma não foi submetida a um novo estudo piloto. Em vez disso, a adequação das perguntas

definitivas foi assegurada por meio de revisão realizada em conjunto com o orientador desta pesquisa, coautor de um dos modelos de referência adotados na construção do instrumento (PEREIRA; SEABRA, 2023). Essa etapa de validação direta com um dos criadores do instrumento base possibilitou o rigor metodológico necessário para alinhar as questões aos construtos investigados, viabilizando a aplicação segura do questionário na avaliação final.

Para permitir uma interpretação sistemática dos dados coletados, as perguntas do instrumento final de reação ao uso — estruturadas predominantemente em uma escala Likert (JOSHI *et al.*, 2015) de cinco pontos e acompanhadas de campos para respostas discursivas abertas — foram organizadas em cinco dimensões avaliativas:

- Conteúdo e Percepção de Evolução: avaliou o alinhamento didático do material e a autopercepção de aprofundamento do conhecimento;
- Usabilidade e Interface: investigou a facilidade de navegação e a mitigação da sobrecarga cognitiva;
- Gamificação, Engajamento e Motivação: aferiu a retenção da atenção, o interesse e a diversão proporcionados pelas dinâmicas lúdicas;
- Qualidade Técnica: observou a estabilidade percebida, a velocidade de transição e a sensação de segurança dos dados;
- Satisfação e Intenção de Uso: mensurou a aceitação global e a propensão à recomendação da ferramenta desenvolvida.

Para demonstrar como cada pergunta atende aos objetivos específicos da pesquisa, a Tabela 12 apresenta a matriz de rastreabilidade do questionário (Apêndice C). Essa matriz correlaciona as dimensões avaliativas estabelecidas com os construtos investigados e as respectivas questões aplicadas aos discentes.

Tabela 12. Matriz de rastreabilidade do Questionário de Reação ao Uso e Aceitação (continua). Fonte: O autor.

Dimensão de Avaliação	Questões do Instrumento	Construtos Investigados
Conteúdo e Percepção de Evolução	1, 2, 3 e 4	Avaliar o alinhamento didático do material e a autopercepção de aprofundamento do conhecimento.

Usabilidade e Interface	5, 6, 7 e 8	Investigar a facilidade de navegação e a mitigação da sobrecarga cognitiva.
Gamificação, Engajamento e Motivação	9, 10, 11, 12 e 13	Aferir a retenção da atenção, o interesse e a diversão proporcionados pelas dinâmicas lúdicas.
Qualidade Técnica	14, 15 e 16	Observar a estabilidade percebida, a velocidade de transição e a sensação de segurança dos dados.
Satisfação e Intenção de Uso	17 e 18	Mensurar a aceitação global e a propensão à recomendação da ferramenta desenvolvida.
Feedback Final	19 e 20	Coletar relatos qualitativos complementares sobre problemas técnicos, oportunidades de melhoria e a experiência geral de uso.

Para complementar a avaliação declarativa, foram extraídos dados objetivos a partir dos registros de interação do banco de dados da *Learn Data*. Esse conjunto de informações evidenciou padrões comportamentais (como a taxa de retenção na conclusão das 75 atividades propostas), níveis de assertividade diante da mecânica de penalidade por tentativas e a pontuação de experiência (XP) acumulada para a progressão hierárquica nos níveis do sistema.

Cabe destacar que a metodologia de avaliação, apoiada nestas dimensões e nos registros de interação, concentrou-se estritamente na percepção discente e no comportamento de uso, não contemplando, assim, mensurações objetivas de desempenho acadêmico ou avaliações quantitativas comparativas do possível ganho de aprendizagem.

4.2 Caráter da Pesquisa

Do ponto de vista metodológico, o delineamento desta investigação viabilizou a observação empírica e a coleta de dados sobre a interação dos estudantes voluntários com o artefato gamificado. Para tanto, a coleta foi estruturada em duas etapas: antes do início do período de utilização da ferramenta, aplicou-se o Questionário de Conhecimento da Turma (Apêndice B); e, posteriormente ao período de experimentação, empregou-se o Questionário de Reação ao Uso e Aceitação (Apêndice C). O período de interação prática ocorreu de forma integrada à rotina de estudos da disciplina, abrangendo tanto a utilização no ambiente de sala de aula quanto o acesso extraclasse, sempre conforme as indicações da docente responsável e refletindo as condições reais de uso projetadas para o artefato.

Para a obtenção de respostas abrangentes às questões de pesquisa, adotou-se uma abordagem quali-quantitativa pautada em métodos mistos. De acordo com Johnson e Onwuegbuzie (2004), a integração de técnicas quantitativas e qualitativas permite combinar as vantagens de ambas as abordagens, gerando uma perspectiva mais completa da experiência investigada. No escopo da *Learn Data*, a abordagem mista consolidou-se pela combinação de dados numéricos estruturados (estatísticas descritivas da escala Likert e extração de *logs* de interação) com dados qualitativos (percepções textuais registradas nos campos abertos dos questionários).

Adicionalmente, por buscar diagnosticar a eficácia, a utilidade e os impactos práticos de uma ferramenta tecnológica no apoio educacional, este estudo classifica-se também como uma pesquisa avaliativa, fundamentando-se nas concepções teóricas propostas por Bassey (1999). Portanto, este trabalho caracteriza-se, em síntese, como uma pesquisa avaliativa de caráter misto.

4.3 Execução da Avaliação

A avaliação da ferramenta desenvolvida foi realizada no primeiro semestre letivo de 2026. A abordagem inicial consistiu em uma apresentação do artefato aos

discentes da disciplina, momento em que foram explicitados os objetivos acadêmicos da pesquisa, as mecânicas de pontuação e a dinâmica de uso. Após essa exposição, o TCLE e o Questionário de Conhecimento da Turma foram disponibilizados aos estudantes voluntários que consentiram em participar.

Com o cadastro efetuado, o período de utilização da ferramenta *Learn Data* teve início em 31 de março de 2026, e permaneceu disponível *online* de forma contínua ao longo do semestre letivo. Durante esse período, os dados de interação, como as tentativas de resolução das atividades e a progressão nos módulos de conteúdo, foram registrados continuamente. Paralelamente, foram mantidos canais de comunicação ativos para o fornecimento de suporte técnico e esclarecimento de dúvidas. Foi por meio desses canais que, na primeira semana do período de utilização, registrou-se o contato por *e-mail* de um discente, relatando um problema no *feedback* de uma atividade e apontando que o tempo de transição visual após os acertos era excessivamente curto. Esses apontamentos foram prontamente avaliados e os devidos ajustes foram implementados (aspectos cujos impactos são analisados em detalhe no Capítulo 5). Ressalta-se que, ao longo de todo o período de utilização da ferramenta, não houve qualquer registro de indisponibilidade sistêmica.

Ao término do período de experimentação, o Questionário de Reação ao Uso e Aceitação foi aplicado. O encerramento da coleta de respostas ocorreu em 20 de maio de 2026. A etapa de avaliação registrou inicialmente a adesão de 42 participantes voluntários. Contudo, para assegurar a consistência metodológica necessária à aplicação posterior de testes estatísticos de correlação, procedeu-se ao pareamento dos dados. As participações isoladas e os registros sem correspondência exata entre os dois questionários preenchidos foram descartados. Como resultado desse refinamento, a amostra consolidada — que serviu de base às análises descritivas e relacionais apresentadas no capítulo seguinte — foi fixada em 35 estudantes.

Capítulo 5

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da avaliação da ferramenta *Learn Data* são apresentados e discutidos neste capítulo. A investigação fundamentou-se na análise das respostas aos dois questionários descritos no capítulo anterior e, ainda, nos registros de interação dos estudantes com o artefato.

Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva das respostas aos questionários, traçando o perfil dos estudantes e mapeando a percepção sobre o uso da ferramenta. Em seguida, dados extraídos de registros de interação foram examinados para complementar a avaliação, com o objetivo de contrastar a percepção relatada com o desempenho prático registrado. Na sequência, as respostas aos questionários, em formato de texto e baseadas nas escalas *Likert* e de múltipla escolha, foram convertidas em valores numéricos. Essa quantificação inicial viabilizou a aplicação posterior dos métodos estatísticos descritos ao longo do capítulo, permitindo a identificação de correlações entre as variáveis investigadas e garantindo o agrupamento das questões *Likert* em dimensões avaliativas para a síntese dos resultados.

5.1 Análise Descritiva das Respostas aos Questionários

Nesta seção, examinam-se, de forma descritiva, as respostas individuais dos participantes aos questionários propostos. A fim de garantir a consistência metodológica, procedeu-se ao pareamento dos dados e à remoção de participações isoladas sem correspondência entre os dois questionários. Desse modo, a amostra consolidada para as análises deste capítulo foi fixada em 35 estudantes.

5.1.1 Perfil dos Participantes do Estudo

Por meio do Questionário de Conhecimento da Turma, foi possível caracterizar o conjunto de participantes quanto a aspectos pessoais e profissionais, níveis de contato prévio com a área de análise de dados e familiaridade com jogos eletrônicos. Para assegurar a proteção dos dados e da privacidade dos participantes, os nomes foram substituídos por códigos. Como exemplo, o primeiro participante registrado foi nomeado "Respondente#01" e o último, "Respondente#35".

A faixa etária dos estudantes foi extraída da primeira questão do formulário, e seus resultados são apresentados na Figura 19.

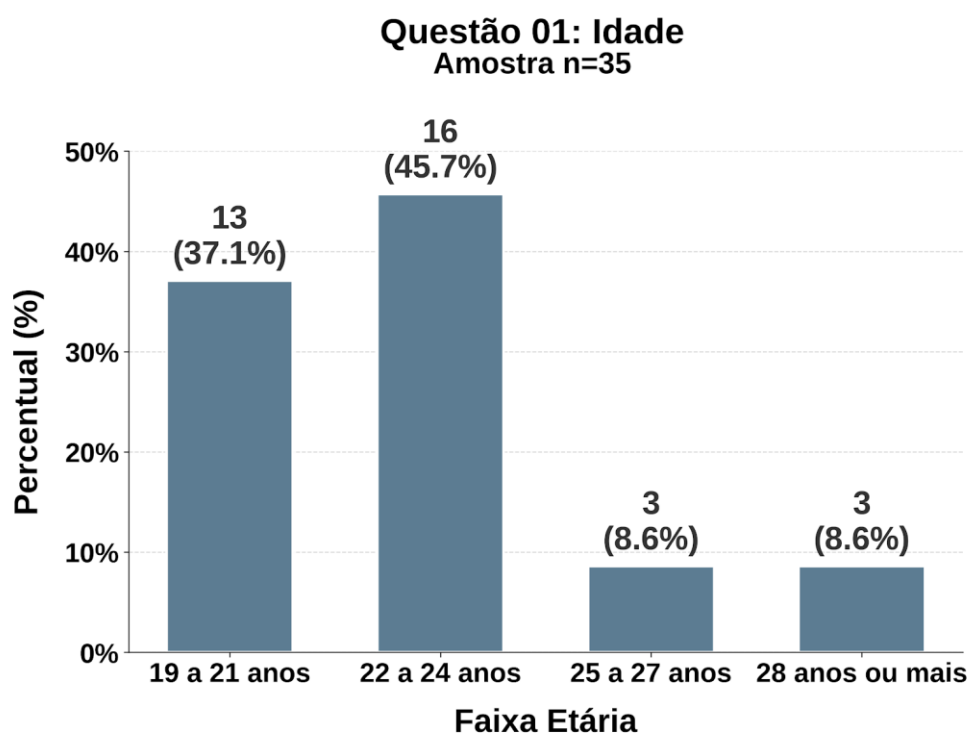


Figura 19. Distribuição etária dos participantes. Fonte: O autor.

A análise evidenciou um público majoritariamente composto por jovens adultos, cenário condizente com a demografia do nível de graduação. O agrupamento em faixas etárias permitiu constatar que a maior concentração de estudantes se localiza na faixa etária de 22 a 24 anos, representando 45,7% da amostra (16 discentes). A

segunda faixa mais representativa compreende os indivíduos de 19 a 21 anos, o que corresponde a 37,1% do total (13 discentes). Por fim, os intervalos de 25 a 27 anos e de 28 anos ou mais apresentaram distribuições idênticas, com 8,6% de participação cada (três discentes em cada faixa).

Após a idade, os participantes informaram o gênero com o qual se identificavam. A distribuição das respostas a essa questão é apresentada na Figura 20.

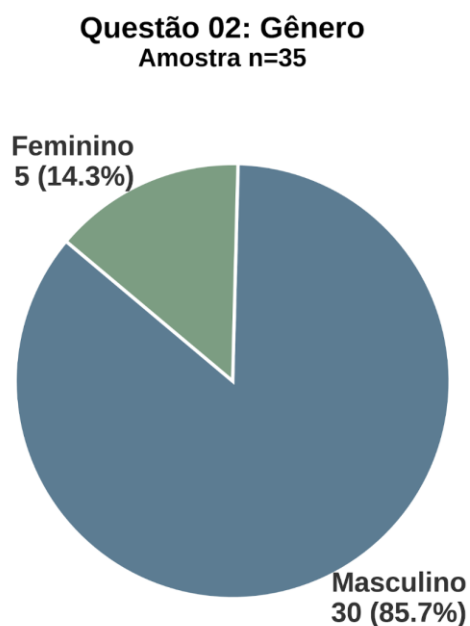


Figura 20. Distribuição de gênero dos participantes. Fonte: O autor.

Conforme observado na representação gráfica, a amostra apresentou expressiva predominância do gênero masculino, que representou 85,7% dos respondentes (30 alunos), enquanto o gênero feminino correspondeu à parcela restante de 14,3% (cinco alunas). Nenhum participante selecionou opções não binárias ou preferiu abster-se de responder.

No que tange à formação acadêmica, a terceira variável mapeou os cursos de graduação de origem dos discentes, conforme se observa na Figura 21. Observou-se que 62,9% da turma (22 estudantes) estava matriculada no curso de Sistemas de Informação, enquanto os demais 37,1% (13 estudantes) cursavam Ciência da Computação. Essa distribuição indica que o público da pesquisa é exclusivamente tecnológico.

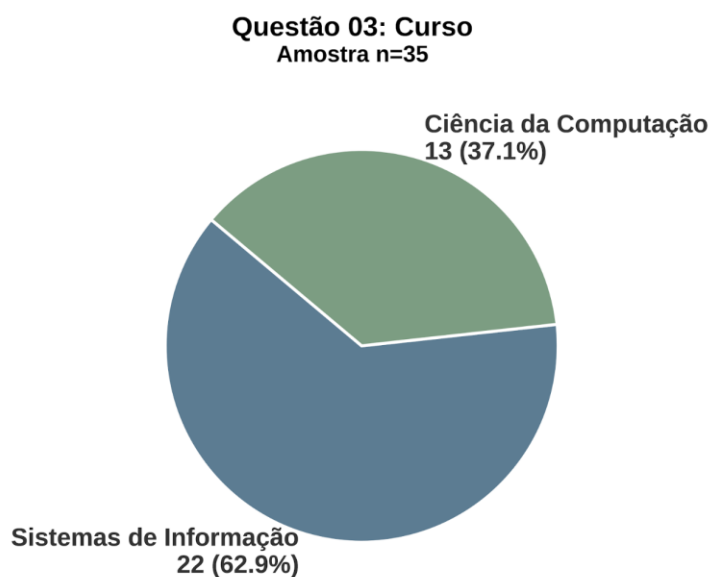


Figura 21. Cursos de graduação dos participantes. Fonte: O autor.

A Figura 22 apresenta a distribuição dos anos de ingresso desses participantes nos cursos.

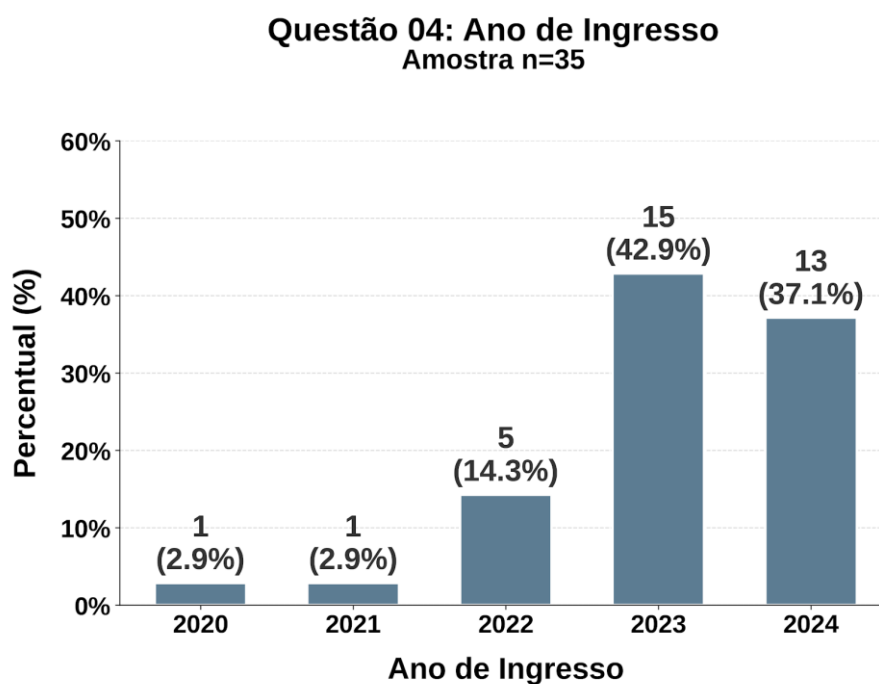


Figura 22. Ano de ingresso dos estudantes no curso. Fonte: O autor.

Os dados indicam que a maior parte da amostra ingressou recentemente na graduação, com 42,9% dos registros em 2023 e 37,1% em 2024. A parcela ingressante em 2022 representou 14,3% do total. Estudantes mais veteranos, cujos ingressos ocorreram em 2020 e 2021, registraram proporções de 2,9% cada. Essa característica corrobora que a avaliação abrangeu, em sua maioria, discentes nas etapas iniciais e intermediárias de formação.

Na sequência, questionou-se a atuação profissional dos estudantes. A Figura 23 apresenta a proporção de participantes que exerciam alguma atividade ocupacional simultaneamente aos estudos.

Questão 05: Exerce atividade profissional?
Amostra n=35

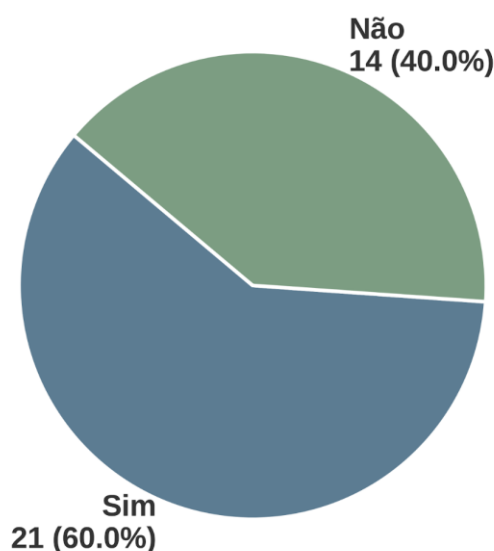


Figura 23. Inserção dos participantes no mercado de trabalho. Fonte: O autor.

Os resultados indicam que 60% dos discentes (21 indivíduos) dividiam seu tempo entre atividades profissionais, sendo citados cargos como estagiários, desenvolvedores de *software*, analistas e pesquisadores bolsistas. Por outro lado, 40% (14 indivíduos) dedicavam-se exclusivamente ao curso de graduação no momento da pesquisa.

Para delinear o nível de domínio do público-alvo em relação ao tema central abordado pela plataforma, a pesquisa levantou o grau de experiência prévia dos

respondentes em análise de dados. A distribuição das respostas a essa questão pode ser visualizada na Figura 24.

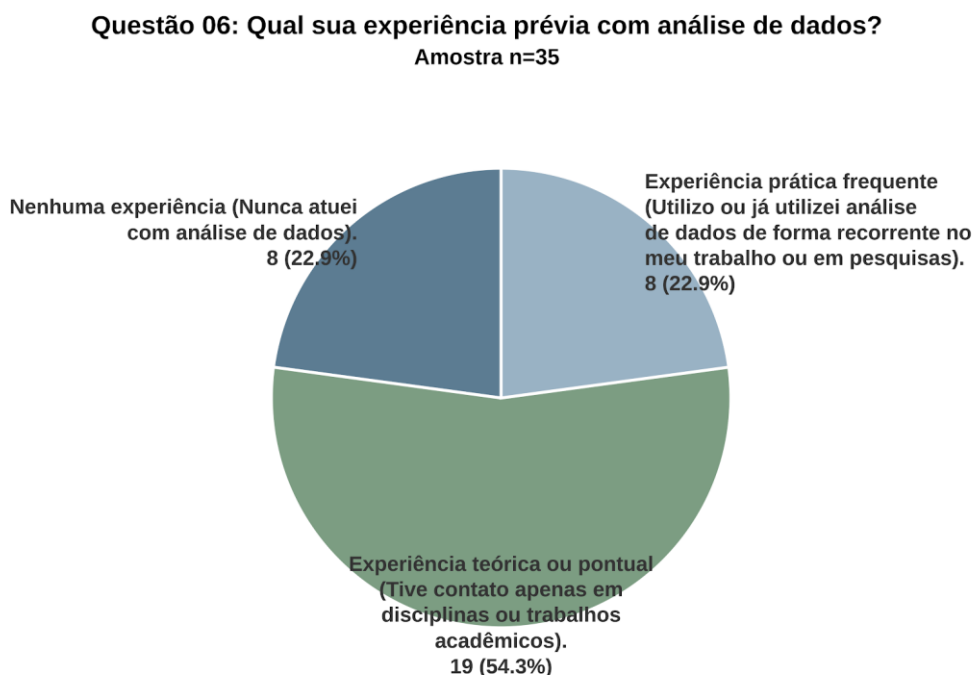


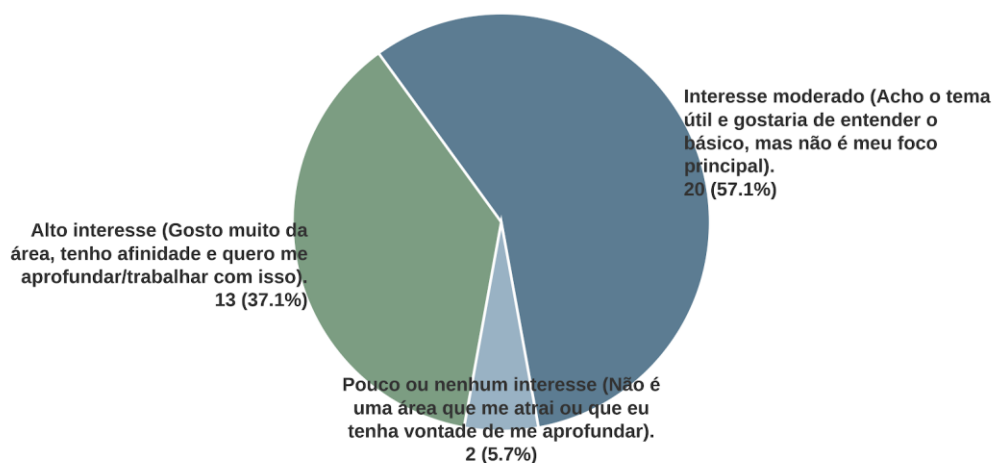
Figura 24. Experiência prévia em análise de dados. Fonte: O autor.

A amostra revelou familiaridade heterogênea. A maioria dos estudantes (54,3%) possuía apenas contato teórico ou pontual, obtido em disciplinas e trabalhos acadêmicos isolados. De modo complementar, observou-se uma exata paridade nos extremos: 22,9% indicaram possuir experiência prática frequente na área, percentual correspondente ao de discentes que relataram não ter experiência com o tema.

A Figura 25 apresenta a distribuição do nível de afinidade e de interesse autodeclarado pela amostra para a área de análise de dados. Verificou-se que grande parte dos participantes (57,1%) manifestou interesse moderado, reconhecendo a utilidade do tema, embora este não constituísse o foco central de sua atuação ou de sua carreira. Paralelamente, 37,1% declararam possuir alto interesse e afinidade, almejando o aprofundamento prático. Apenas 5,7% relataram ter pouco ou nenhum interesse no assunto.

Questão 07: Qual sua afinidade/interesse por análise de dados?

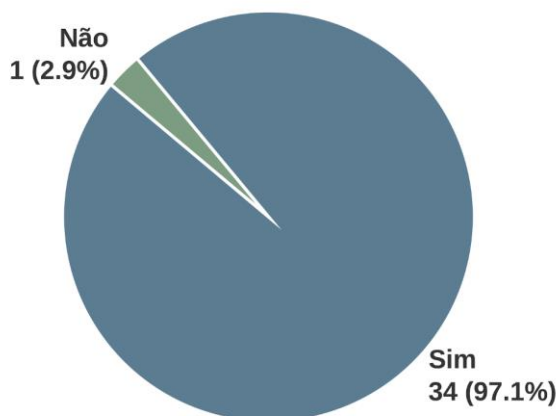
Amostra n=35

**Figura 25. Afinidade e interesse pelo estudo de análise de dados. Fonte: O autor.**

Tendo em vista a natureza da ferramenta avaliada, que incorpora mecânicas de gamificação para engajar o usuário, as três questões subsequentes traçaram o perfil dos alunos em relação a jogos eletrônicos. A Figura 26 apresenta a distribuição do gosto declarado em função da atividade.

Questão 08: Gosta de jogos eletrônicos?

Amostra n=35

**Figura 26. Gosto por jogos eletrônicos. Fonte: O autor.**

A adesão a essa forma de entretenimento digital demonstrou-se quase absoluta: 97,1% (34 alunos) afirmaram gostar de jogos eletrônicos, e apenas 2,9% (um discente) manifestou resposta negativa.

A frequência de envolvimento nessa atividade pode ser analisada na Figura 27, que apresenta a distribuição da média de horas diárias dedicadas a jogos eletrônicos.

Questão 09: Em média, qual quantidade de horas por dia você gasta jogando?
Amostra n=35

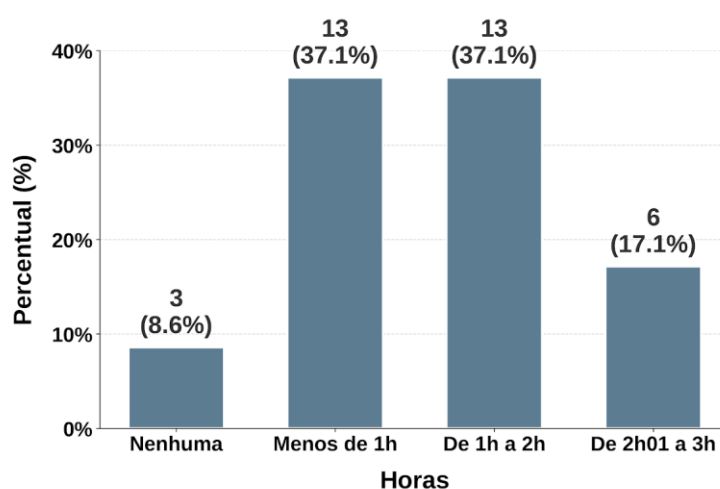


Figura 27. Tempo médio diário dedicado a jogos eletrônicos. Fonte: O autor.

O tempo de jogo relatado evidenciou uma divisão equilibrada nas faixas mais leves: 37,1% dedicavam de uma a duas horas por dia a jogos, e outros 37,1% dedicavam menos de uma hora por dia a essa finalidade. Aqueles que indicaram jogar de duas a três horas somaram 17,1%, ao passo que 8,6% declararam não dedicar tempo diário à prática. A inclusão do questionamento sobre o tempo diário dedicado a jogos eletrônicos teve como propósito investigar um possível relacionamento entre a afinidade prévia do estudante com dinâmicas de jogos e seu nível de engajamento ou desempenho na ferramenta *Learn Data*.

Por fim, visando avaliar a aceitação prévia da estratégia pedagógica adotada no artefato deste trabalho, perguntou-se se os respondentes consideravam interessante a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo. O mapeamento das respostas encontra-se na Figura 28.

Questão 10: Considera interessante a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo?

Amostra n=35

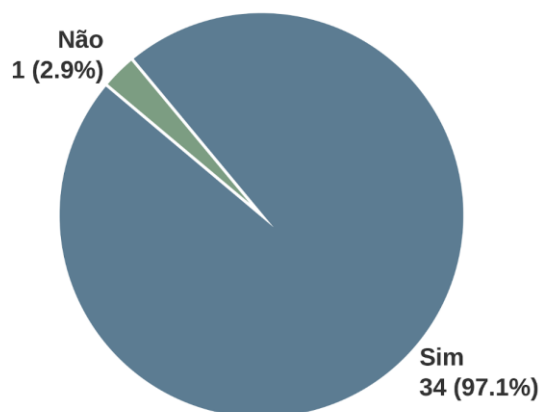


Figura 28. Opinião sobre a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo. Fonte: O autor.

Reforçando a tendência observada nas duas questões anteriores, que se refere ao gosto do grupo por elementos de jogos, 97,1% dos alunos concordaram que a inserção de recursos de jogos em plataformas voltadas ao estudo é interessante. Houve um registro de discordância, que representa 2,9% do conjunto de estudantes.

5.1.2 Reação ao Uso e Aceitação da Ferramenta

Por meio das respostas ao Questionário de Reação ao Uso e Aceitação, foi possível observar as opiniões dos participantes do estudo sobre a ferramenta *Learn Data*, o que viabilizou uma análise sistemática dos pontos fortes e das oportunidades de melhoria. Também nesse questionário, solicitou-se a identificação do participante e manteve-se o padrão de substituição adotado na etapa de análise do perfil, com os nomes substituídos por códigos. Dessa forma, também se preservou, nessas respostas, o sigilo dos participantes.

Com a reunião dos conjuntos de dados dos dois questionários, iniciou-se a análise das respostas sobre a experiência de interação com a ferramenta de estudo.

A análise foi iniciada pela Questão 1, que avaliou se o conteúdo apresentado estava alinhado ao da disciplina. A distribuição das respostas quantitativas a essa questão é apresentada na Figura 29.

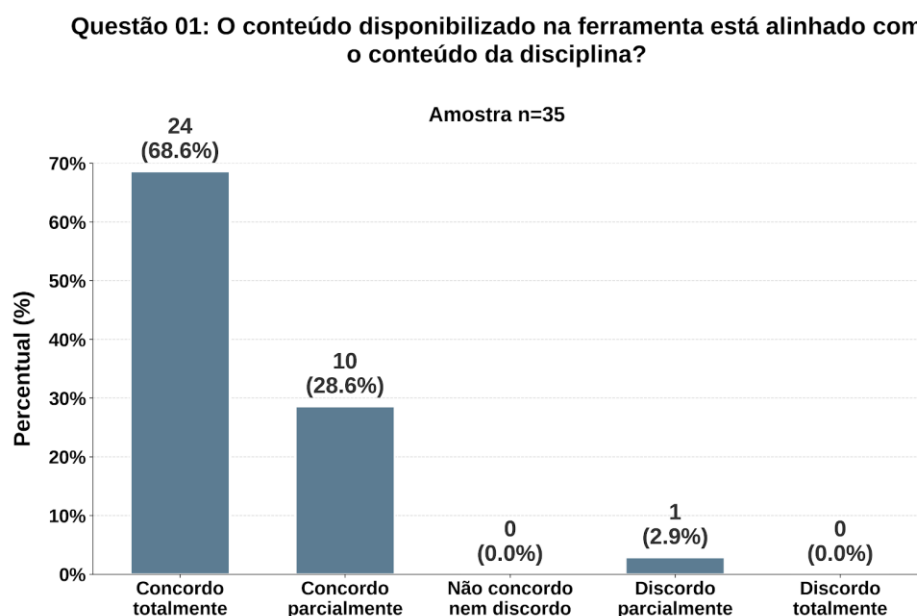


Figura 29. Alinhamento do conteúdo disponibilizado. Fonte: O autor.

Por meio das respostas, observou-se que 34 alunos (97,1%) concordaram com o alinhamento do material, sendo 24 (68,6%) com a opção "concordo totalmente" e 10 (28,6%) com a opção "concordo parcialmente". O alinhamento do conteúdo disponibilizado à ementa da disciplina é corroborado pelas opiniões dos estudantes Respondente#03, Respondente#12 e Respondente#35, que registraram:

- Respondente#03: "O conteúdo vai bem de encontro com o que é passado em sala, além de trazer uma ótima prática para o assunto."
- Respondente#12: "Conteúdo abordado em sala de aula apareceu com frequência nos módulos."
- Respondente#35: "Está bem alinhado e com perguntas justas, adequadas aos materiais utilizados."

Por outro lado, a parcela que registrou concordância parcial expôs nuances relativas à abrangência de tópicos específicos da ementa, sinalizando potenciais pontos de expansão do material, como o registrado no comentário:

- Respondente#19: “Algumas questões são abordadas na disciplina e não estão presentes na ferramenta, como plataformas de dados como o Knime.”

Na Questão 2, perguntou-se aos participantes se a plataforma os auxiliou a compreender os conceitos abordados. A distribuição das respostas objetivas a essa questão é apresentada na Figura 30.

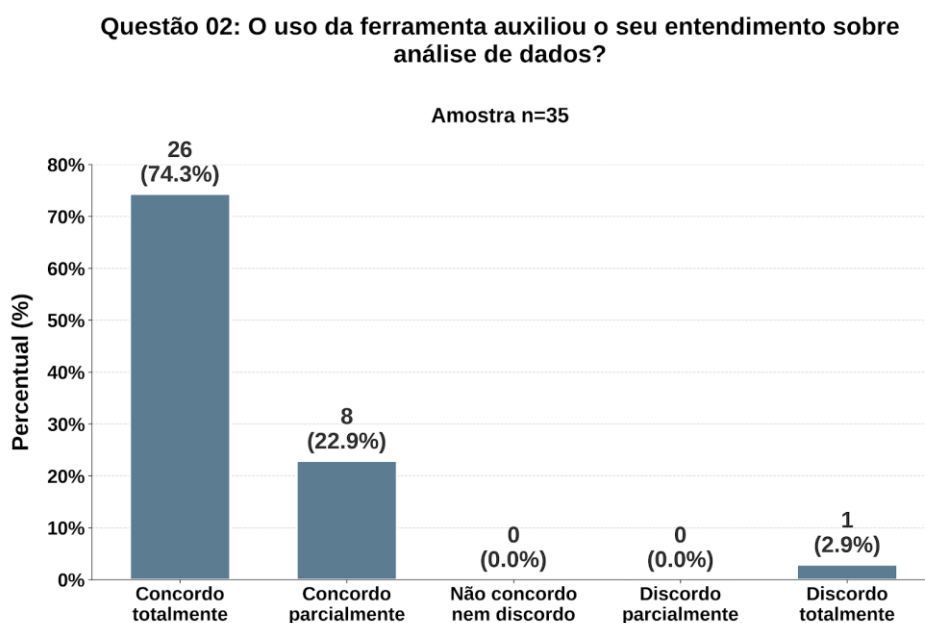


Figura 30. Utilidade para a compreensão dos conceitos. Fonte: O autor.

Por meio das respostas, observou-se que 34 alunos (97,1%) atestaram que a ferramenta facilitou a compreensão dos tópicos, sendo que 26 alunos (74,3%) selecionaram “concordo totalmente” e oito alunos (22,9%) optaram por “concordo parcialmente”. A percepção de que a interatividade facilitou a fixação do conteúdo estudado é embasada pelas observações qualitativas a seguir:

- Respondente#12: “Conseguir fixar os conceitos com maior facilidade jogando na plataforma.”
- Respondente#18: “Acredito que ajuda a cristalizar alguns conceitos da disciplina.”
- Respondente#19: “Me ajudou a entender melhor a parte de análise com SQL ao fazer juntamente com a disciplina.”

- Respondente#23: “Excelente iniciativa de simular casos reais e fazer uma boa correlação entre teoria e prática!”

A Questão 3 avaliou se os participantes consideraram que seus conhecimentos foram aprofundados pelo uso da plataforma. A distribuição das respostas quantitativas a essa pergunta é apresentada na Figura 31.

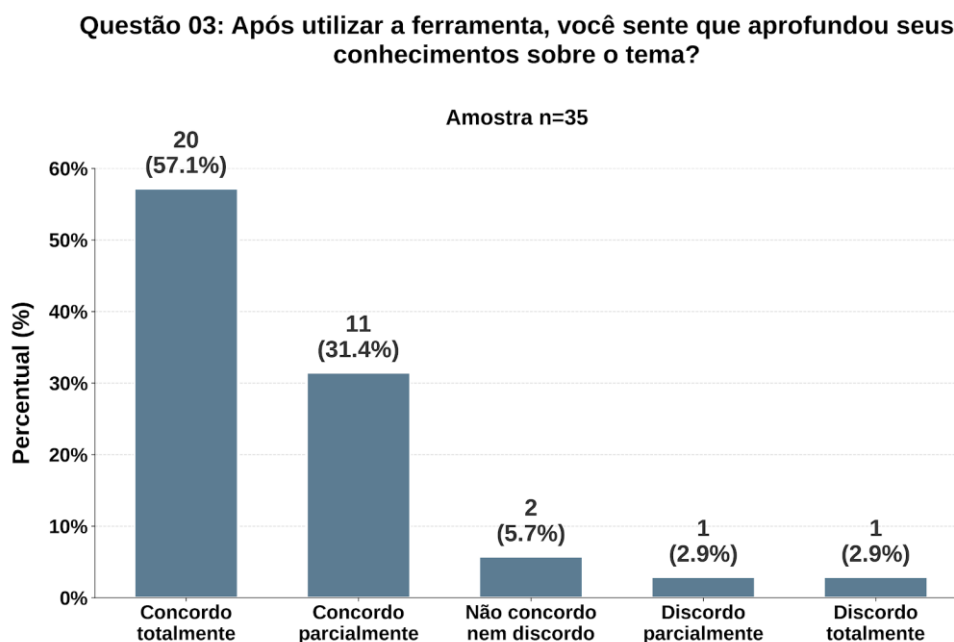


Figura 31. Utilidade para aprofundamento do conhecimento. Fonte: O autor.

Verificou-se que 31 alunos (88,6%) relataram ter aprofundado seus conhecimentos sobre o tema. Deste grupo, 20 alunos (57,1%) assinalaram a opção “concordo totalmente”, percepção evidenciada pelo Respondente#10: “Como eu não tinha muitos conhecimentos mais aprofundados sobre o tema, vejo que consegui aprender bastante.” Por sua vez, 11 alunos (31,4%) marcaram “concordo parcialmente”, sendo que, dentre esses, alguns consideraram a experiência mais como uma fixação de conceitos introdutórios, conforme ponderou o Respondente#13: “Acredito que não tenha aprofundado, mas sim consolidado, acredito que o conteúdo se mantém em um conteúdo mais introdutório...”.

Na Questão 4, questionou-se aos estudantes se acreditavam saber aplicar os conhecimentos transmitidos em experiências futuras. O cenário quantitativo desta variável é apresentado na Figura 32.

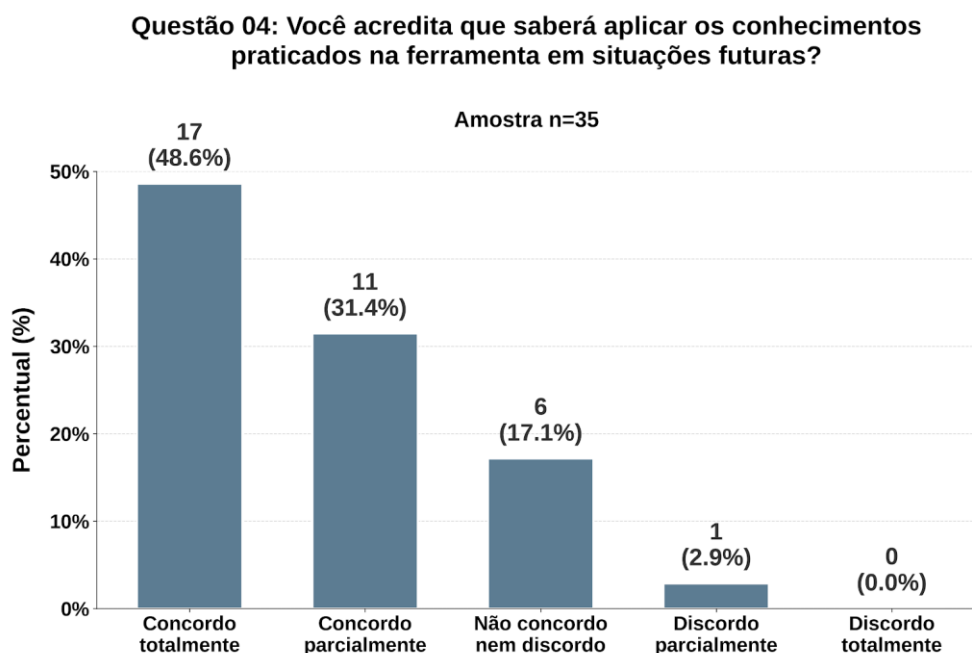


Figura 32. Expectativa quanto à aplicação futura. Fonte: O autor.

A maioria da amostra manifestou segurança quanto à utilidade futura do conteúdo, com 28 alunos (80,0%) em concordância, distribuídos entre 17 (48,6%) que marcaram “concordo totalmente” e 11 (31,4%) que marcaram “concordo parcialmente”. A demanda por atividades adicionais para reforçar essa segurança prática continuada foi mencionada pelo Respondente#26, que expressou o desejo de ter “mais prática em sql para fixar o conceito de cte e análise de dados com sql”.

Avançando para o segundo bloco de questões, referente à usabilidade e à interface, a Questão 5 avaliou a facilidade de uso da ferramenta. A distribuição das respostas objetivas pode ser observada na Figura 33.

Os dados demonstraram que 34 alunos (97,1%) julgaram a *Learn Data* fácil de operar, dos quais 29 (82,9%) escolheram “concordo totalmente” e cinco (14,3%) “concordo parcialmente”. Essa aceitação visual e estrutural é referenciada pelos seguintes comentários:

- Respondente#12: “Muito intuitiva e de fácil entendimento.”
- Respondente#13: “Isso foi uma das coisas que mais gostei, a interface é simples, intuitiva, e de fácil uso, ótimo trabalho com o UI/UX da plataforma.”

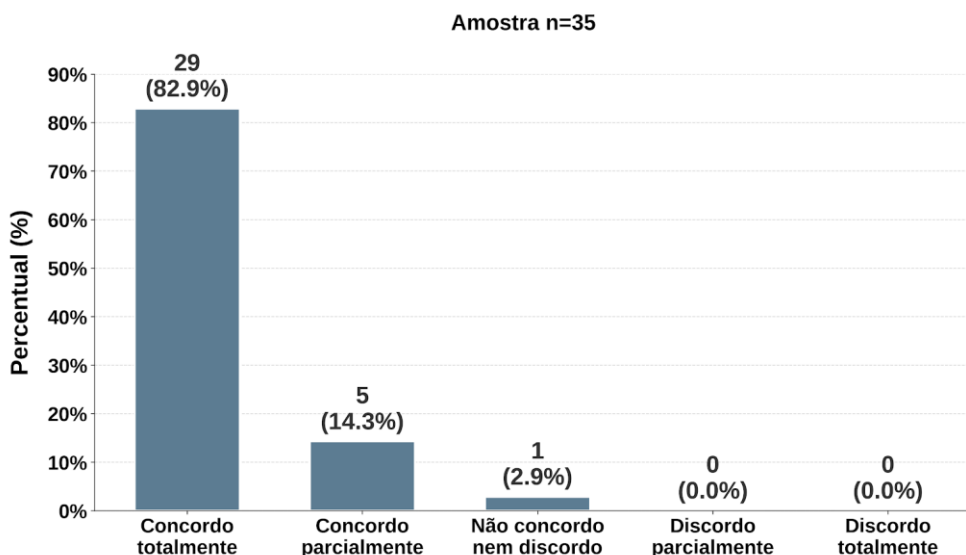
Questão 05: A ferramenta é de fácil operação em suas funcionalidades?

Figura 33. Percepção da facilidade de operação. Fonte: O autor.

Houve, no entanto, ponderações devidas à necessidade de adaptação aos diferentes formatos de interação presentes no artefato desenvolvido, como a expressa pelo comentário:

- Respondente#11: “Algumas questões são pouco agradáveis no sentido de que temos muitos tipos diferentes de exercícios...”

Na Questão 6, investigou-se se os alunos se sentiram seguros e confiantes durante a navegação. O resumo estatístico das respostas é apresentado na Figura 34. Registrou-se que 33 alunos (94,3%) expressaram concordância, sendo 26 (74,3%) “concordo totalmente” e sete (20,0%) “concordo parcialmente”. Houve respostas que não se enquadram no conjunto dos que concordaram e fizeram referência a elementos específicos da interface, conforme registrou o Respondente#17: “Alguns elementos de resposta como os blocos de preenchimento são pouco claros”.

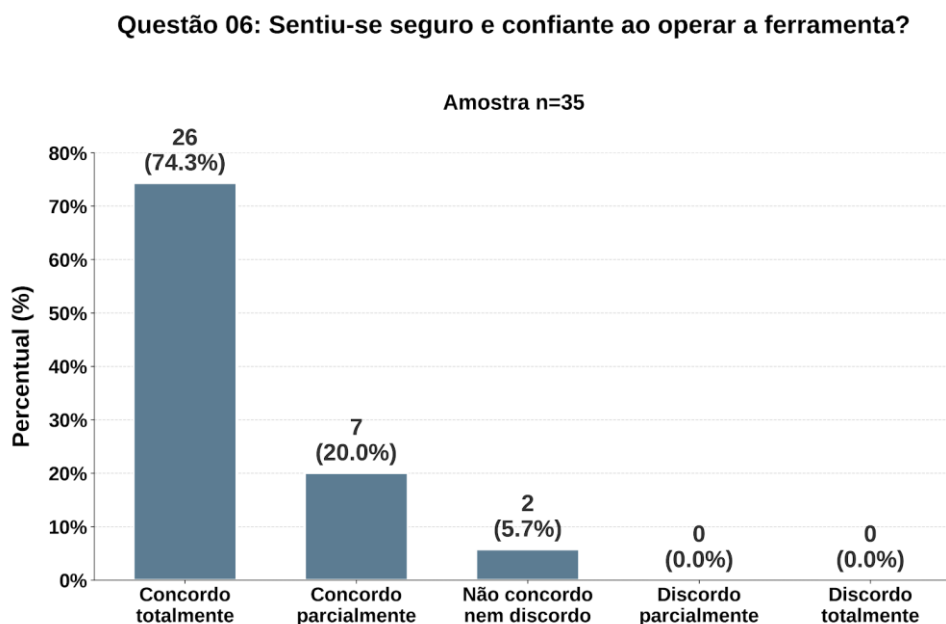


Figura 34. Percepção da segurança na navegação. Fonte: O autor.

A fim de investigar possíveis excessos informacionais, a Questão 7 perguntou se a plataforma provocava sobrecarga cognitiva. Devido à natureza negativa dessa afirmativa, a análise de seus dados exigiu a adoção de uma lógica de pontuação reversa (*reverse scoring*), na qual a discordância do participante passa a representar um resultado positivo para a ferramenta *Learn Data*. O resultado dessa medição é apresentado na Figura 35.

As respostas indicam um resultado positivo na dosagem dos elementos informacionais, visto que 23 alunos (65,7%) discordaram da afirmativa de sobrecarga, como, por exemplo, no comentário do Respondente#11: “Achei bem tranquilo, textos extremamente bem explicados e escritos...”. O grupo que experimentou maior demanda cognitiva sugeriu possibilidades para suavizar ainda mais o estudo, como detalhado pelo Respondente#21: “Em alguns casos, a plataforma joga situações de exemplos sem dar uma introdução prévia ao tema... Acho que ficaria mais interessante se nesses casos uma introdução fosse fornecida.”

Questão 07: Sentiu-se sobrecarregado pela quantidade de informações apresentadas durante o uso?

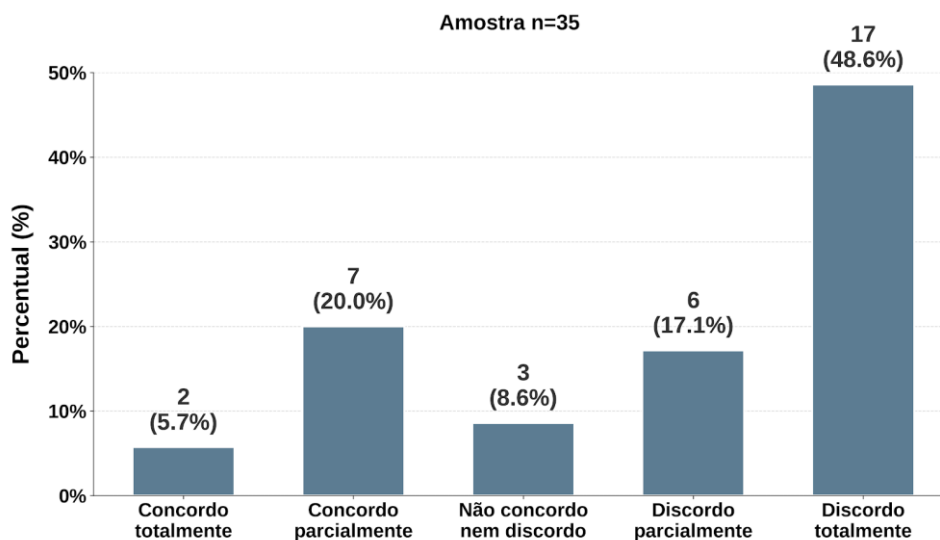


Figura 35. Percepção de sobrecarga cognitiva. Fonte: O autor.

Sob a mesma escala reversa, a Questão 8 abordou a presença de elementos irrelevantes na tela. O gráfico correspondente encontra-se na Figura 36.

Questão 08: A ferramenta apresenta informações, imagens ou termos que considerou irrelevantes para o estudo?

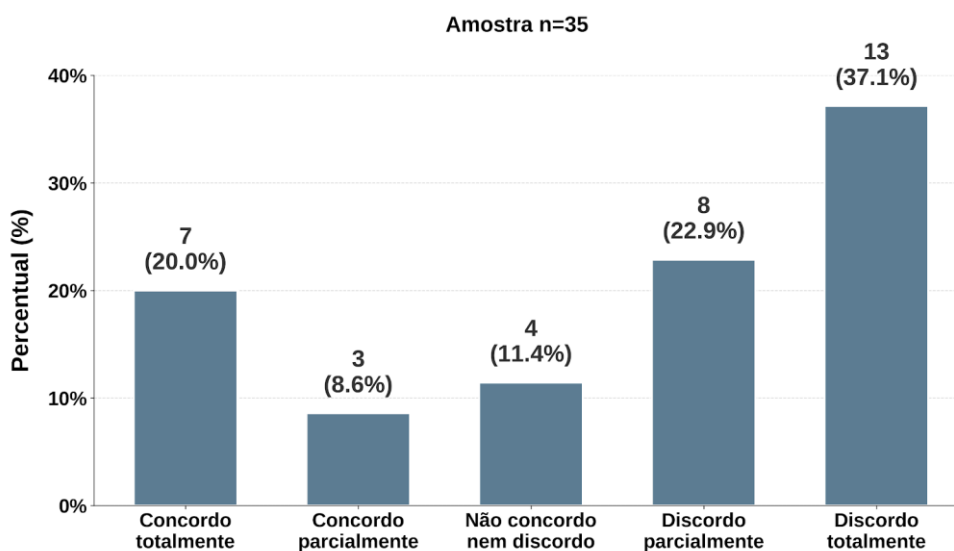


Figura 36. Percepção de elementos irrelevantes. Fonte: O autor.

A métrica indicou que 21 alunos (60,0%) manifestaram discordância quanto à existência de poluição visual. Destacam-se, como exemplo, os seguintes comentários:

- Respondente#13: “As imagens e textos deixaram ainda mais fácil para entender a questão.”
- Respondente#26: “Interface limpa.”

O terceiro bloco de questões concentrou-se nos fatores de gamificação, de engajamento e de atenção. A Questão 9 perguntou se a abordagem adotada se mostrou motivadora. A distribuição das respostas quantitativas é apresentada na Figura 37.

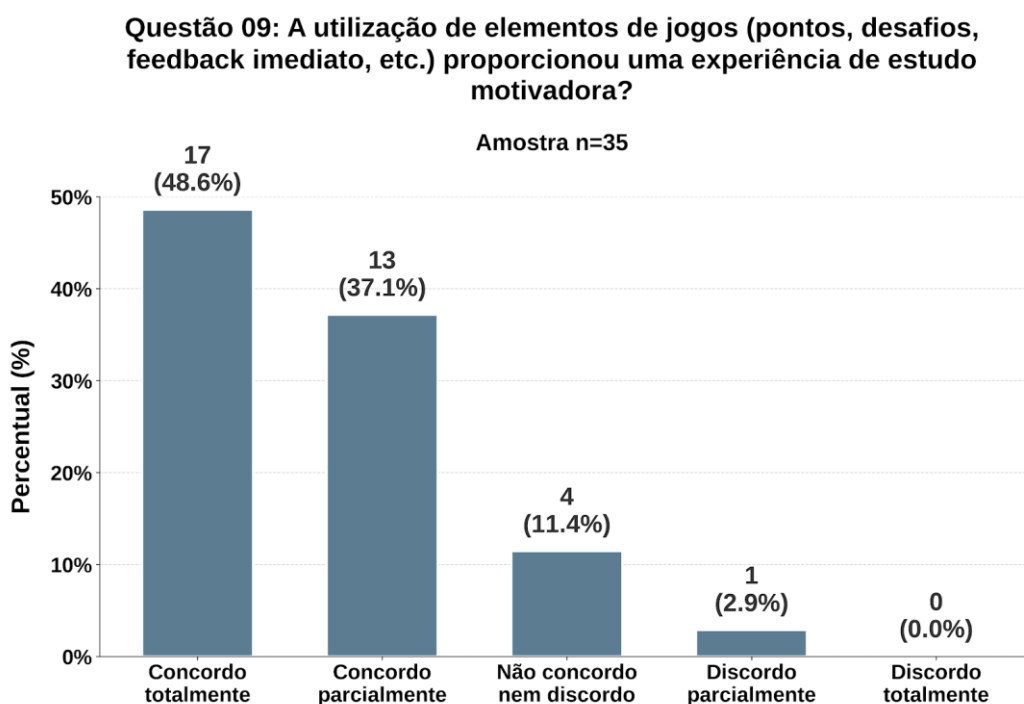


Figura 37. Percepção da motivação gerada pela ferramenta. Fonte: O autor.

Constatou-se que 30 alunos (85,7%) se sentiram motivados pelos recursos interativos e lúdicos, sendo 17 alunos (48,6%) de forma total e 13 alunos (37,1%) de forma parcial, como pode ser observado pelos comentários:

- Respondente#12: “Proporcionou um ambiente desafiador e 'competitivo' contra a plataforma. Sentimento de não querer errar.”
- Respondente#21: “Foi interessante, e deu uma motivada, principalmente vendo os pontos de experiência...”

Por outro lado, houve manifestação de um participante de perfil competitivo, que sugeriu a inclusão de um elemento de gamificação, intencionalmente não utilizado na ferramenta, conforme registrado no comentário do Respondente#03: “É legal ter uma gamificação, e seria muito bom ter algum ranking para competir com amigos.”

A Questão 10 avaliou se a experiência global com o artefato foi prazerosa e divertida. O delineamento dessas respostas é apresentado na Figura 38.

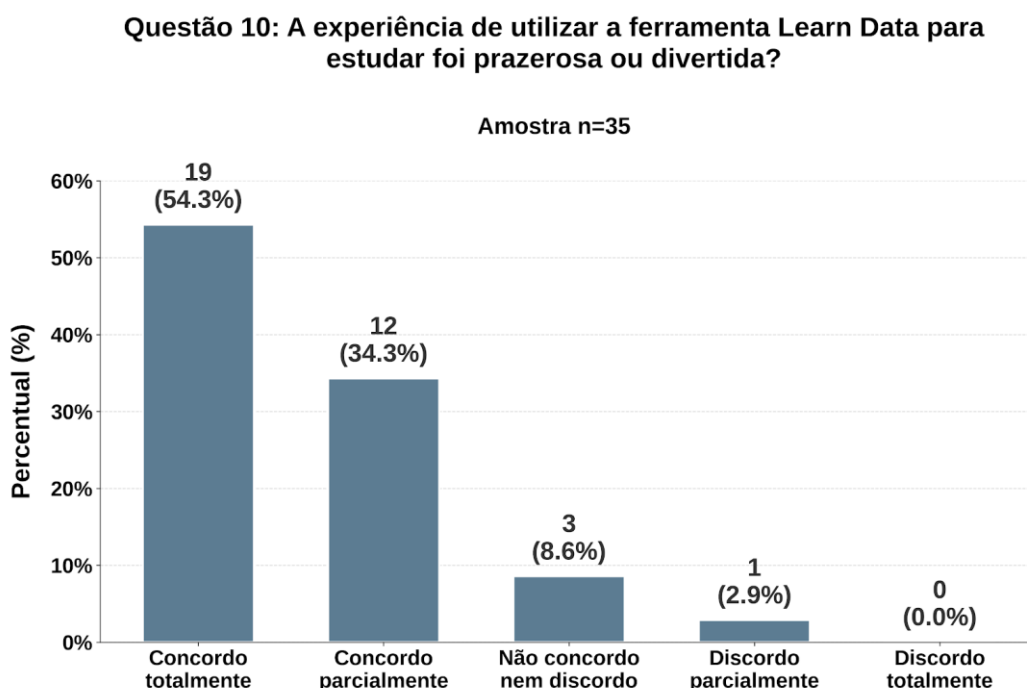


Figura 38. Percepção da diversão proporcionada. Fonte: O autor.

O entretenimento associado ao uso da *Learn Data* foi referendado por 31 alunos (88,6%), dos quais 19 (54,3%) indicaram “concordo totalmente” e 12 (34,3%) “concordo parcialmente”. Essa sensação oscilou dependendo do grau de interesse pelo tópico cursado, como registrado pelo Respondente#33: “A parte de SQL para análise de dados foi muito prazerosa, os outros módulos foram mais arrastados...”.

Na Questão 11, verificou-se se os desafios propostos estimularam o envolvimento. A distribuição dos resultados pode ser observada na Figura 39.

Questão 11: A ferramenta propicia formas de desafios que estimulam o seu envolvimento com a tarefa de estudo?

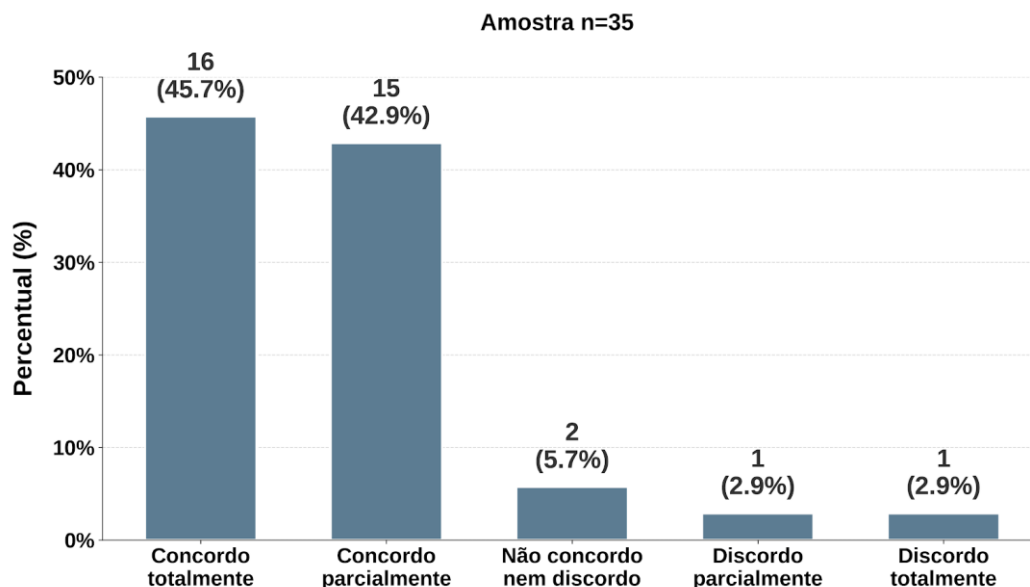


Figura 39. Avaliação sobre o estímulo percebido. Fonte: O autor.

Conforme as respostas, observou-se que 31 alunos (88,6%) atestaram que os desafios instigaram a participação ativa, sendo que 16 (45,7%) optaram por “concordo totalmente” e 15 (42,9%) por “concordo parcialmente”. A seguir, podem ser vistos alguns dos comentários sobre essa questão:

- Respondente#03: “Os desafios são bons, mas poderiam ter alguns um pouco mais difíceis também, para ser algo mais desafiador...”
- Respondente#11: “Fugiu bastante do meu costume de estudar pelo computador, foi divertido e me prendeu. Gostei.”

A manutenção do interesse e o foco contínuo nas atividades foram abordados, sequencialmente, nas Questões 12 e 13. As distribuições dos resultados das duas perguntas encontram-se nas Figuras 40 e 41, respectivamente.

Questão 12: A ferramenta foi capaz de manter seu interesse e sua atenção durante o período de estudo?

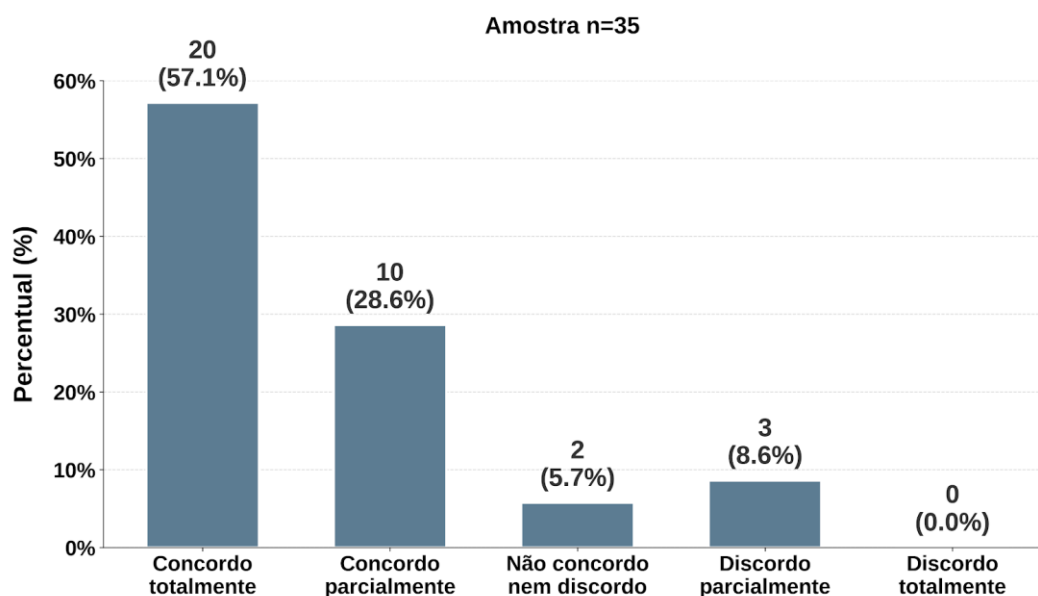


Figura 40. Avaliação do potencial de engajamento. Fonte: O autor.

Questão 13: Você sentiu que estava ativamente envolvido e focado na resolução das atividades propostas?

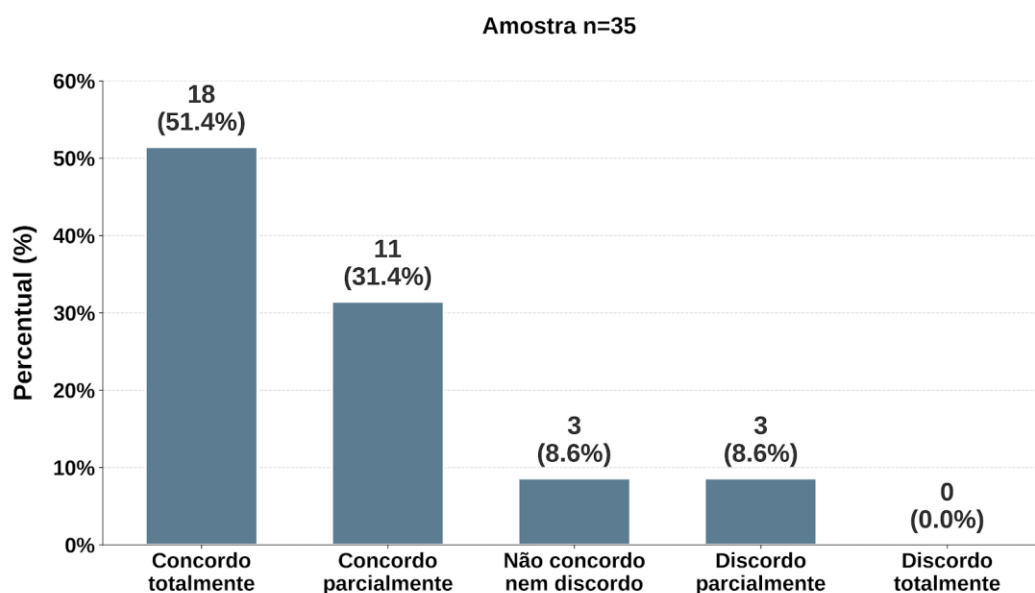


Figura 41. Avaliação do potencial de engajamento. Fonte: O autor.

Na Questão 12, 30 alunos (85,7%) relataram retenção de atenção: 20 (57,1%) totalmente e 10 (28,6%) parcialmente. Na Questão 13, o foco imersivo nas tarefas foi validado por 29 alunos (82,9%), dos quais 18 (51,4%) totalmente e 11 (31,4%) parcialmente concordantes. Alguns dos comentários registrados sobre essa questão:

- Respondente#13: “Se você for fazendo os módulos parcialmente, é muito tranquilo, mas se for para fazer todos de maneira direta, fica enjoativo.”
- Respondente#15: “Para mim, o módulo de SQL foi o mais interessante...”

O quarto bloco de análises dedicou-se ao desempenho técnico e às percepções sobre a experiência do usuário. A avaliação precisa desta etapa exige o cruzamento analítico entre a Questão 14, que tratou da velocidade de carregamento, e a Questão 15, que averiguou a estabilidade técnica. A distribuição das respostas a ambas as perguntas é apresentada nas Figuras 42 e 43.

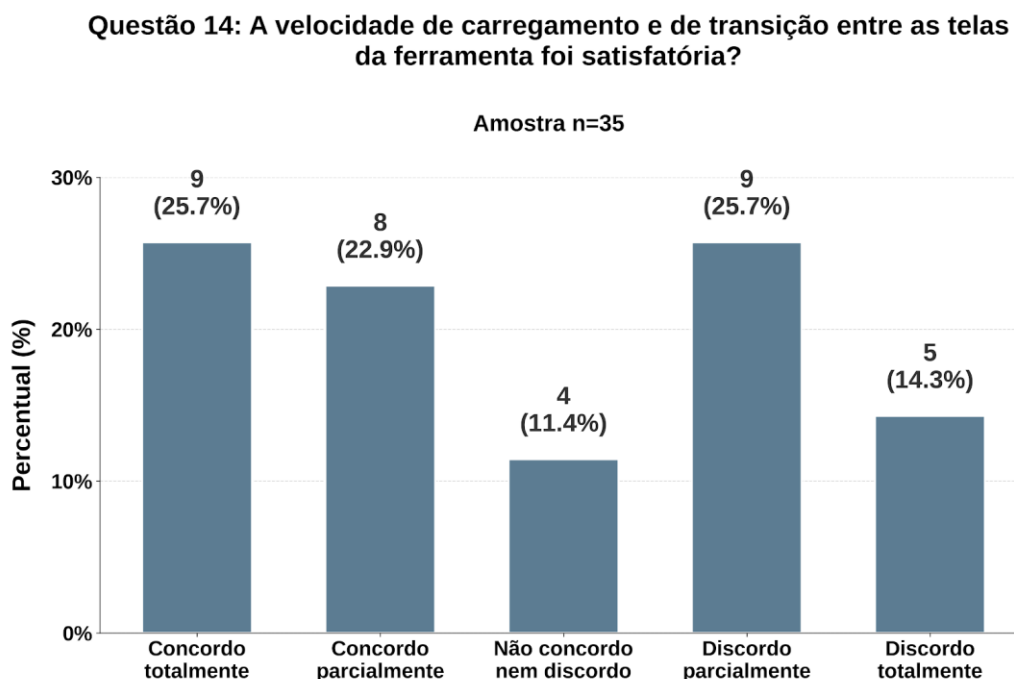


Figura 42. Avaliação da velocidade de transição entre telas. Fonte: O autor.

Questão 15: A ferramenta funcionou de forma estável, sem apresentar travamentos ou erros técnicos inesperados?

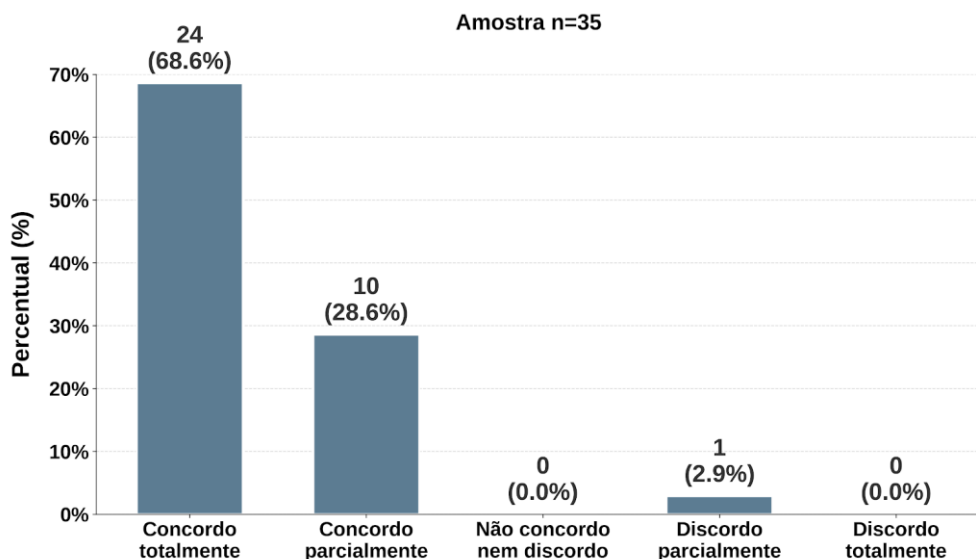


Figura 43. Avaliação da estabilidade percebida. Fonte: O autor.

Em relação à estabilidade tratada na Questão 15, uma adesão expressiva de 34 alunos (97,1%) confirmou a ausência de erros técnicos ou travamentos. A estabilidade da ferramenta foi destacada pelo Respondente#12: “Muito estável!”. Opondo-se pontualmente a esse cenário, o Respondente#34 relatou uma confusão inicial decorrente de uma latência visual na tela, e não de falhas de infraestrutura: “Existe um delay ao verificar se a resposta está certa e contabilizar o XP, que a princípio me deixou confuso (achando que o sistema havia travado)”.

O impacto desse ruído visual torna-se evidente na Questão 14, na qual apenas 17 alunos (48,6%) consideraram a velocidade satisfatória, enquanto 14 (40%) manifestaram discordância. A investigação qualitativa comprova que as reclamações de lentidão não se referem à perda de pacotes, a quedas de servidor ou a instabilidades da ferramenta *Learn Data*, mas sim a um claro atrito na experiência do usuário.

Reforçando essa análise, houve discentes que relataram uma transição acelerada e automática para a tela seguinte, o que impossibilitava a leitura adequada das explicações teóricas (*feedbacks*) exibidas para complementar o estudo:

- Respondente#02: “Senti falta de tempo na explicação quando acerta a pergunta.”

- Respondente#24: “Acredito que o tempo de transição para a próxima tela quando você acertava a questão era muito rápido, fazendo com que eu não conseguisse ler o 'feedback'...”
- Respondente#26: “A transição automática impossibilita a compreensão dos feedbacks que a ferramenta dá após o acerto.”

Por outro lado, após uma modificação na velocidade de transição, implementada em atendimento à observação de um participante, houve participantes que consideraram o tempo de espera (*delay*) excessivo, entre a submissão da resposta e a validação do acerto:

- Respondente#14: “Acredito que a transição foi lenta.”
- Respondente#33: “A espera depois de fazer uma pergunta mesmo que baixa, depois de fazer muitas seguidas incomodava bastante.”

Conclui-se, portanto, que a aprovação técnica apurada na Questão 15 descaracteriza a hipótese de instabilidades técnicas, demonstrando que a frustração reportada na Questão 14 decorreu do *design* do *delay* de transição automática entre a tela da atividade e a tela de confirmação de acerto. As implicações desse fenômeno visual na jornada de estudo serão tratadas e debatidas na seção de Discussão de Resultados deste capítulo.

A Questão 16 investigou a percepção de segurança e de privacidade de dados pessoais. A distribuição quantitativa está na Figura 44. Os indicadores evidenciam que 32 alunos (91,4%) se sentiram resguardados durante a utilização, dos quais 28 (80%) optaram por “concordo totalmente” e quatro (11,4%) por “concordo parcialmente”.

As perguntas referentes à dimensão técnica do artefato foram formuladas em alinhamento com os objetivos específicos desta pesquisa, a fim de possibilitar a avaliação dos requisitos funcionais e não-funcionais delineados no Capítulo 3. O isolamento dessas métricas técnicas foi necessário para garantir que a avaliação pedagógica não sofresse interferências decorrentes de eventuais instabilidades sistêmicas.

Na Questão 17, indagou-se se o participante utilizaria novamente a *Learn Data* em um cenário futuro. A distribuição das respostas objetivas é apresentada na Figura 45.

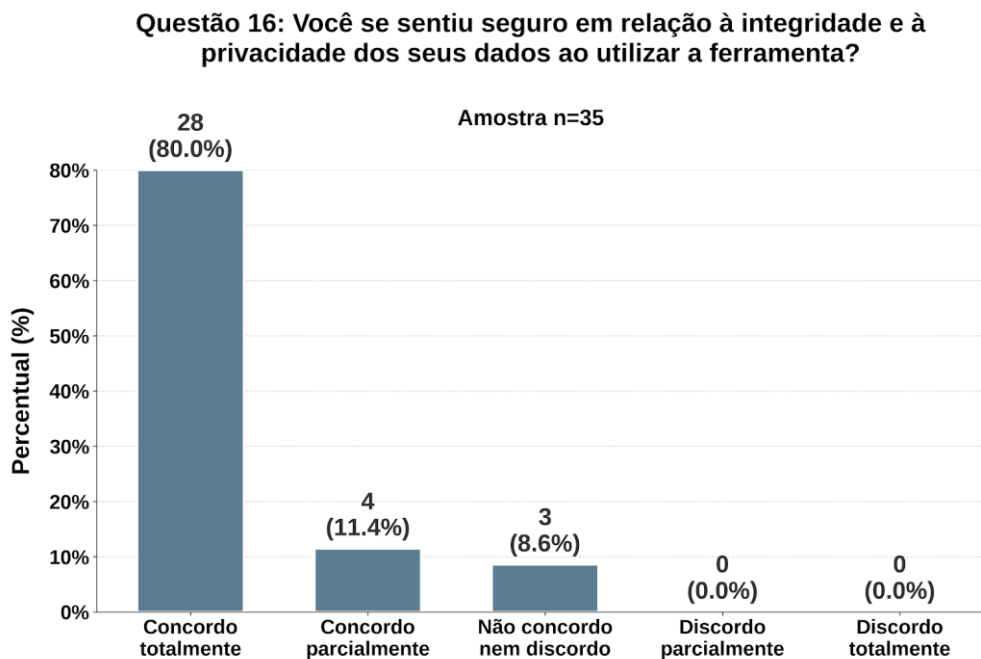


Figura 44. Percepção de segurança em relação aos dados. Fonte: O autor.

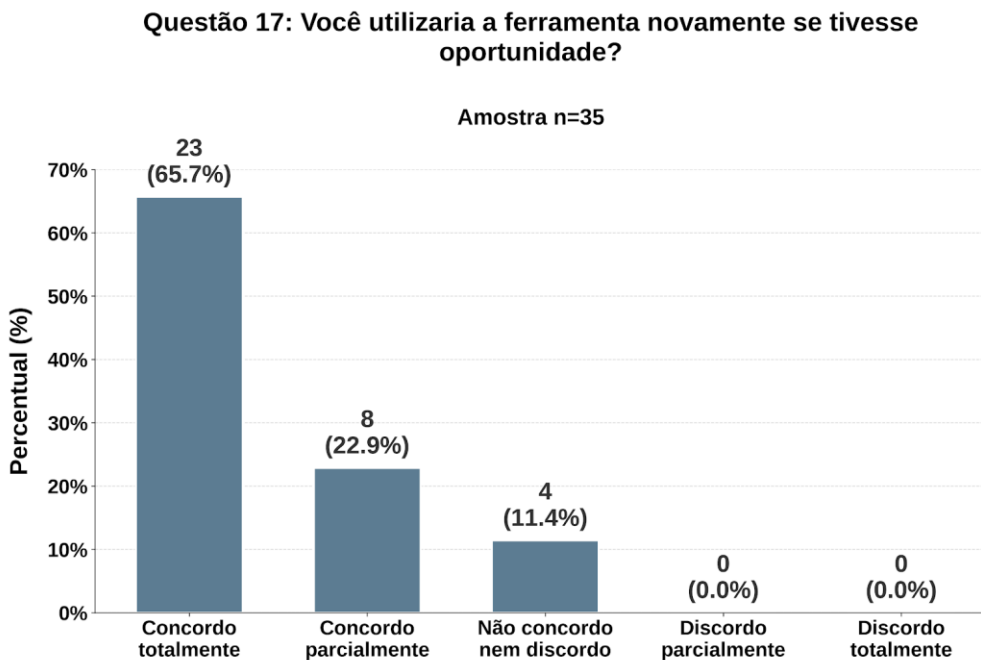


Figura 45. Intenção de utilização futura. Fonte: O autor.

A propensão ao reuso obteve 31 alunos (88,6%) de concordância (23 alunos [65,7%] com total; oito alunos [22,9%] com parcial). A intenção de retornar à

ferramenta para expansão dos estudos foi relatada nos seguintes exemplos de comentários:

- Respondente#10: “Se criassem mais módulos, voltaria para aprender mais.”
- Respondente#18: “Recomendaria a aplicação para quem está aprendendo sobre dados.”

A Questão 18 buscou verificar diretamente se os usuários recomendariam a *Learn Data* a terceiros. O panorama das respostas é apresentado na Figura 46.

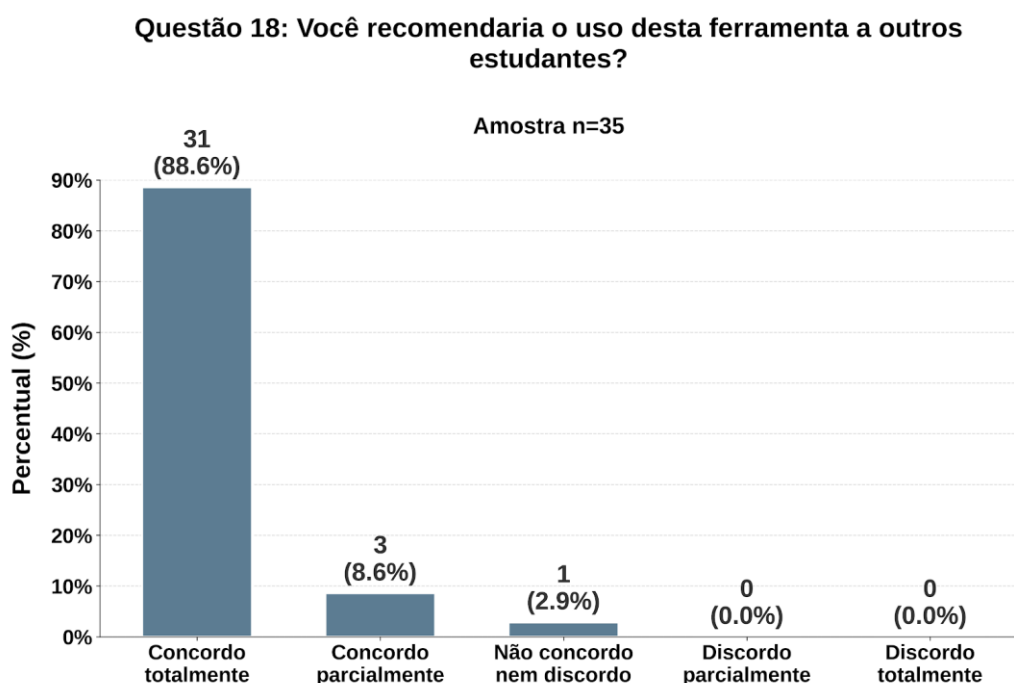


Figura 46. Intenção de recomendação da ferramenta. Fonte: O autor.

A maioria dos participantes confirmou a aceitação da plataforma, com 34 alunos (97,1%) manifestando concordância: 31 (88,6%) na opção “concordo totalmente” e três (8,6%) na opção “concordo parcialmente”.

Para finalizar, as Questões 19 e 20 adotaram uma métrica binária, acompanhada de espaços para registros textuais. A distribuição das respostas referentes à identificação de melhorias sistêmicas e à inserção de comentários gerais corresponde, respectivamente, às Figuras 47 e 48.

Questão 19: Você identificou algum problema técnico ou gostaria de sugerir melhorias para a ferramenta Learn Data?

Amostra n=35

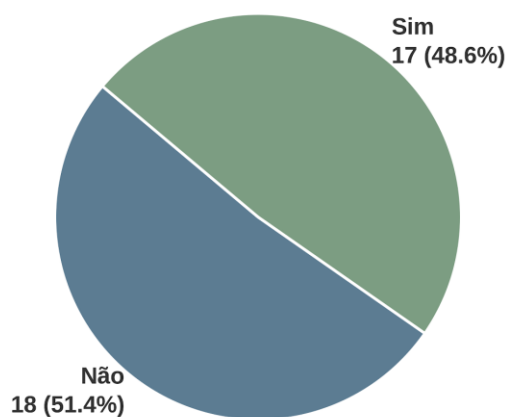


Figura 47. Percepção de problemas técnicos ou de sugestões. Fonte: O autor.

Questão 20: Gostaria de fazer algum comentário adicional sobre sua experiência geral com a ferramenta Learn Data?

Amostra n=35

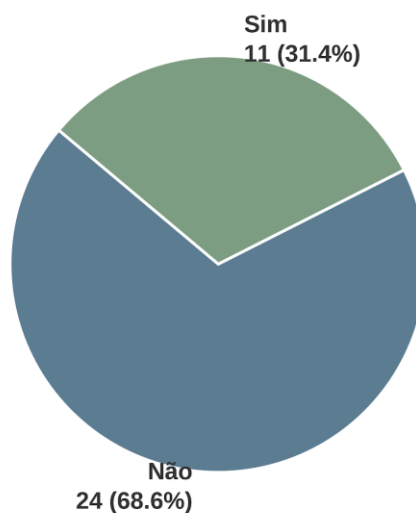


Figura 48. Comentários adicionais. Fonte: O autor.

Na Questão 19, 17 discentes (48,6%) responderam “Sim”, o que gerou críticas construtivas e sugestões de melhoria, enquanto 18 (51,4%) marcaram “Não”. Exemplos de comentários que refletem a percepção de que as intervenções sugeridas

têm potencial para aprimorar o artefato desenvolvido neste trabalho podem ser vistos a seguir:

- Respondente#13: “A plataforma no geral é muito boa, se realizar alguns polimentos nas transições... acredito que tenha tudo para ser um ótimo projeto e ajudar muitos alunos.”
- Respondente#20: “Após a conclusão de um módulo, não possui uma opção que redireciona para o próximo, seja com botão ou redirecionando automaticamente para a tela de módulos.”
- Respondente#24: “O principal ponto de melhoria que eu pude notar foi o tempo de carregamento das telas quando você acertava a questão. Acredito que, nesse caso, a tela não deveria ir automaticamente para a próxima questão para que o aluno possa ler o feedback que a ferramenta oferece. Minha sugestão seria para que ele mesmo possa clicar para avançar para a próxima questão quando terminasse de ler esse feedback.”

Na Questão 20, 11 alunos (31,4%) selecionaram “Sim” para registrar considerações adicionais não contempladas anteriormente, ao passo que 24 (68,6%) marcaram “Não”. O teor majoritariamente positivo desses registros pode ser observado nos seguintes comentários:

- Respondente#03: “A ferramenta é muito boa, realmente ajuda a entender alguns conceitos sobre análise, engenharia e também qualidade dos dados... não encontrei nenhuma ferramenta que trouxesse esses assuntos de forma clara e com possibilidade de prática imediata.”
- Respondente#15: “Eu achei bem interessante para revisar o conteúdo visto em aula, de um jeito divertido. Minha única sugestão seria ter uma questão de desafio além do mini-desafio, que cobrasse um aprofundamento um pouco maior no assunto tratado pelo módulo.”
- Respondente#24: “Acredito que a utilização da ferramenta foi uma experiência muito positiva para mim, onde consegui aprofundar diversos conteúdos vistos em sala de aula e também ter uma nova perspectiva sobre diversos outros assuntos. Além do conteúdo teórico presente na

ferramenta, acredito que a proposta de gamificar foi realizada com muito sucesso, contribuindo com o engajamento e a motivação para realização dos módulos. Dentro das questões, achei interessante os tipos de questões que a ferramenta utiliza, o que torna a experiência ainda melhor.”

5.2 Quantificação das Respostas

Nesta seção, detalham-se os procedimentos metodológicos adotados para converter as respostas coletadas nos questionários em grandezas numéricas. Essa etapa de tabulação e codificação é necessária para viabilizar o processamento estatístico e a análise quantitativa posterior dos dados da pesquisa.

A quantificação das respostas apresentada nesta seção atende diretamente à etapa de Avaliação proposta pela DSRM (PEFFERS *et al.*, 2007). O tratamento quantitativo dos dados viabilizou a mensuração objetiva da utilidade e da eficácia do artefato desenvolvido em seu ambiente real de aplicação. Dessa forma, a análise estatística atendeu aos objetivos específicos desta pesquisa ao fornecer evidências sobre a aceitação, a percepção de uso e o engajamento dos discentes, indicando como a ferramenta *Learn Data* contribuiu para a mitigação do problema mapeado.

5.2.1 Codificação das Respostas do Questionário de Conhecimento da Turma

Na etapa dedicada ao mapeamento das características do público-alvo, a conversão dos dados adequou-se à natureza categórica de cada variável, permitindo a correta estruturação do perfil demográfico e comportamental da amostra.

As variáveis dicotômicas foram codificadas com os valores binários 0 e 1, conforme sistematizado na Tabela 13. Cabe destacar que as variáveis referentes ao gênero e ao curso não tinham, originalmente, natureza dicotômica. Contudo, como nenhum participante do estudo selecionou uma opção não binária para o gênero e as respostas referentes ao curso restringiram-se exclusivamente a “Ciência da

Computação” e “Sistemas de Informação”, ambas as opções apresentaram um comportamento binário nos resultados. Dessa forma, para fins de análise quantitativa, essas duas variáveis receberam o mesmo tratamento metodológico e foram codificadas como dicotômicas (0 ou 1). Esse tratamento abrangeu, portanto, as respostas referentes ao gênero, ao curso, ao exercício de atividade profissional, ao gosto por jogos eletrônicos e à opinião do respondente sobre a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo.

Tabela 13. Codificação das respostas às questões 02, 03, 05, 08 e 10. Fonte: O autor.

Variável analisada	Opção de resposta	Valor numérico atribuído
Gênero (Questão 02)	Feminino	0
	Masculino	1
Curso (Questão 03)	Ciência da Computação	0
	Sistemas de Informação	1
Exercício de atividade profissional (Questão 05)	Não	0
	Sim	1
Gosto por jogos eletrônicos (Questão 08)	Não	0
	Sim	1
Opinião sobre uso de elementos de jogos em ferramentas de estudo (Questão 10)	Não	0
	Sim	1

As variáveis de natureza ordinal foram parametrizadas em níveis numéricos crescentes, proporcionais à progressão da intensidade da resposta do participante. Para mensurar a “Experiência prévia com análise de dados” e a “Afinidade/interesse” pela área, definiu-se uma escala de três posições (codificada de 1 a 3), conforme sistematizado na Tabela 14.

Tabela 14. Codificação das respostas às questões 06 e 07. Fonte: O autor.

Variável analisada	Opção de resposta	Valor numérico atribuído
Experiência prévia com análise de dados (Questão 06)	Nenhuma	1
	Teórica	2
	Prática	3
Afinidade/interesse por análise de dados (Questão 07)	Pouco	1
	Moderado	2
	Alto	3

Para investigar a intensidade da prática diária de entretenimento digital, a variável “Horas gastas jogando por dia” foi convertida em uma escala ordinal fracionada em cinco categorias progressivas (codificada de 1 a 5), conforme exposto na Tabela 15.

Tabela 15. Codificação das respostas à Questão 09. Fonte: O autor.

Horas gastas jogando por dia	Valor numérico atribuído
Nenhuma	1
Menos de 1h	2
De 1h a 2h	3
De 2h01 a 3h	4
Mais de 3h	5

Além disso, os dados concernentes à idade e ao ano de ingresso dos respondentes nos cursos foram agrupados em faixas etárias e períodos temporais, respectivamente. Devido a essa categorização, tais variáveis dispensaram a aplicação de escalas numéricas ordinais ou a atribuição de valores de pontuação, sendo avaliadas e reportadas de forma puramente descritiva.

5.2.2 Codificação das Respostas ao Questionário de Reação ao Uso e Aceitação da Ferramenta

Na sequência, para permitir a mensuração padronizada das percepções dos participantes sobre a ferramenta, estabeleceu-se uma escala numérica de 1 a 5 para as opções de resposta às questões objetivas, cuja lógica de atribuição é descrita a seguir.

As Questões 07 (*Sentiu-se sobrecarregado pela quantidade de informações apresentadas durante o uso?*) e 08 (*A ferramenta apresenta informações, imagens ou termos que considerou irrelevantes para o estudo?*) foram formuladas com enunciados de conotação negativa, com o intuito de atenuar possíveis vieses de concordância automática. Nesses casos, a opção do respondente pela concordância indica um aspecto desfavorável da ferramenta *Learn Data*. Portanto, para alinhar a polaridade dessas variáveis ao restante do questionário e garantir a padronização analítica dos dados, o tratamento numérico dessas duas questões foi realizado por

meio da técnica de pontuação reversa (*reverse scoring*), conforme detalhado na Tabela 16.

A aplicação da pontuação reversa tem por propósito assegurar que todos os itens avaliados no questionário converjam para a mesma orientação semântica. Dessa forma, define-se que os maiores valores numéricos representem sempre as percepções mais favoráveis do usuário em relação ao artefato, o que padroniza e facilita a interpretação geral das métricas.

Tabela 16. Codificação das respostas às questões 07 e 08 (com *reverse scoring*).
Fonte: O autor.

Opção selecionada na escala	Valor numérico atribuído
Concordo totalmente	1
Concordo parcialmente	2
Não concordo nem discordo	3
Discordo parcialmente	4
Discordo totalmente	5

Por outro lado, o maior bloco do questionário, composto pelas Questões 01 a 06 e pelas Questões 09 a 18, continha afirmações de viés positivo, nas quais a concordância traduz a adequação e a aceitação geral da *Learn Data*. Desse modo, as respostas a essas afirmativas receberam uma codificação crescente direta, atribuindo-se a pontuação máxima ao nível de concordância mais elevado, conforme ilustrado na Tabela 17.

Tabela 17. Codificação das respostas às Questões 01 a 06 e Questões 09 a 18.
Fonte: O autor.

Opção selecionada na escala	Valor numérico atribuído
Concordo totalmente	5
Concordo parcialmente	4
Não concordo nem discordo	3
Discordo parcialmente	2
Discordo totalmente	1

Por fim, as Questões 19 e 20 apresentaram um formato focado na obtenção de avaliações complementares, combinando indagações dicotômicas com respostas fechadas em “Sim” ou “Não” e espaços abertos para texto livre. Em virtude de sua

natureza qualitativa, essas duas variáveis não receberam valoração em escala numérica e foram tratadas sob uma perspectiva estritamente descritiva.

5.3 Registros de Interação com a Ferramenta

Esta seção tem como objetivo apresentar estatísticas descritivas sobre o uso da ferramenta *Learn Data*, detalhando os padrões de interação entre os estudantes da amostra ($n = 35$). Os dados analisados foram extraídos dos registros do banco de dados da *Learn Data*, o que permitiu mapear comportamentos com base em suas interações reais. A análise a seguir concentra-se na exposição quantitativa e descritiva desses indicadores. Para estruturar a apresentação, os resultados foram divididos em três eixos analíticos.

O primeiro eixo aborda a retenção, o volume de execução e a progressão dos estudantes ao longo dos módulos. Constatou-se adesão total por parte dos participantes: todos os 35 estudantes percorreram a trilha integralmente; não houve registro de abandono ao longo dos cinco módulos. Em termos de volume de resolução, a totalidade da amostra concluiu todas as 75 atividades propostas. Além desse índice de conclusão, os registros confirmaram uma progressão linear intramodular na execução das atividades. Essa dinâmica foi planejada pela arquitetura do artefato, que impunha um avanço sequencial nas atividades do módulo de estudo. Seguindo essa obrigatoriedade estrutural, os discentes totalizaram 2.625 resoluções de atividades (35 alunos x 75 atividades), não havendo registro de saltos de etapas ou avanços sem resolução prévia, conforme evidenciado pela curva de progressão na Figura 49.

O segundo eixo analisa os níveis de precisão e o número de tentativas diante do mecanismo de penalização de XP (1ª tentativa = 10 XP; 2ª tentativa = 8 XP; 3ª tentativa = 5 XP; 4ª ou mais tentativas = 2 XP). Considerando a totalidade de 2.625 interações de resolução submetidas pelo grupo, o comportamento predominante observado foi de alta assertividade: em 2.087 oportunidades (79,5%), os estudantes alcançaram a resposta correta na primeira tentativa. Nos casos sem êxito imediato, os alunos acertaram na segunda tentativa em 367 interações (14,0%). Por fim, nas 171 interações restantes (6,5%), foram necessárias três ou mais tentativas para o

registro da resposta correta. A proporção da assertividade dos estudantes na execução das atividades propostas pode ser observada na Figura 50.

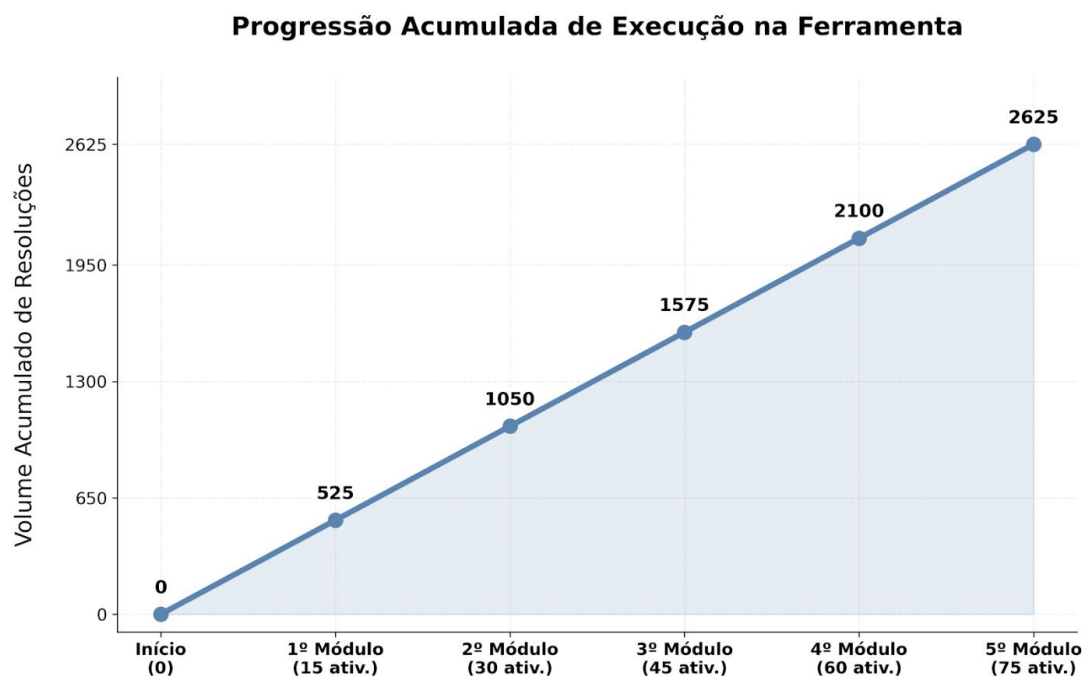


Figura 49. Curva de progressão nas atividades. Fonte: O autor.

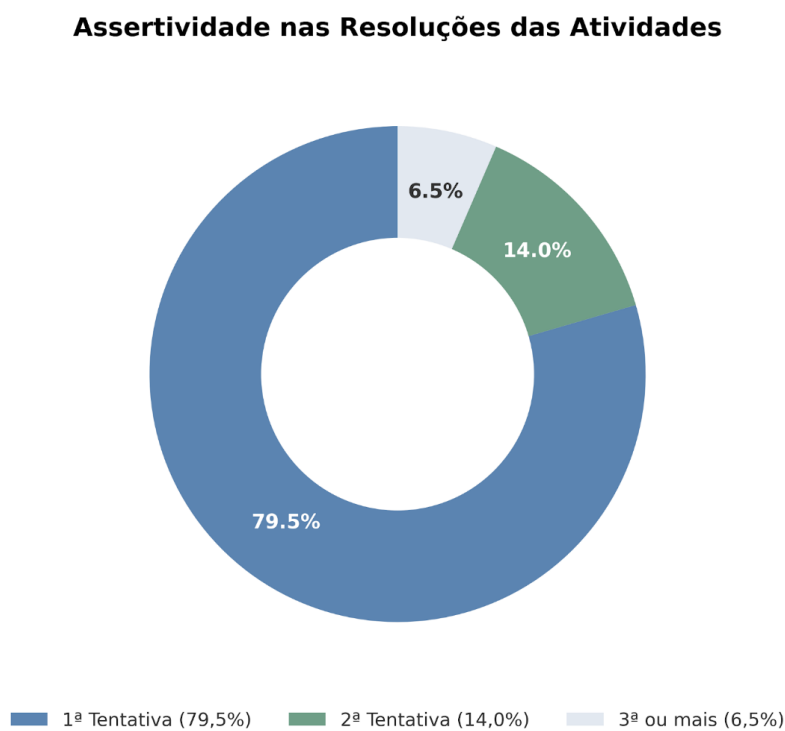


Figura 50. Proporção de assertividade. Fonte: O autor.

O terceiro eixo descreve a progressão individual e os níveis alcançados pelos participantes com base na pontuação acumulada. Na ferramenta, foram definidos quatro níveis hierárquicos de evolução: *Explorador de Dados* (nível inicial), *Analista Estratégico* (mínimo de 200 XP), *Especialista em Dados* (mínimo de 450 XP) e *Mestre de Dados* (mínimo de 650 XP), estabelecendo-se o limite de 750 XP como a pontuação máxima. Os registros indicam que a pontuação final obtida pelo conjunto de participantes variou entre 626 e 744 XP, com uma expressiva concentração em torno de 700 XP, conforme ilustra a curva de densidade na Figura 51. Ao converter esse acúmulo de pontos para a estrutura hierárquica, cinco alunos finalizaram a trilha no nível intermediário de *Especialista em Dados*, situando-se entre 626 e 649 XP. Os 30 discentes restantes alcançaram o índice mínimo de 650 XP necessário para o encerramento da jornada no nível máximo de *Mestre de Dados*, conforme detalhado na Figura 52.

Curva de Densidade e Pontuações Individuais de XP

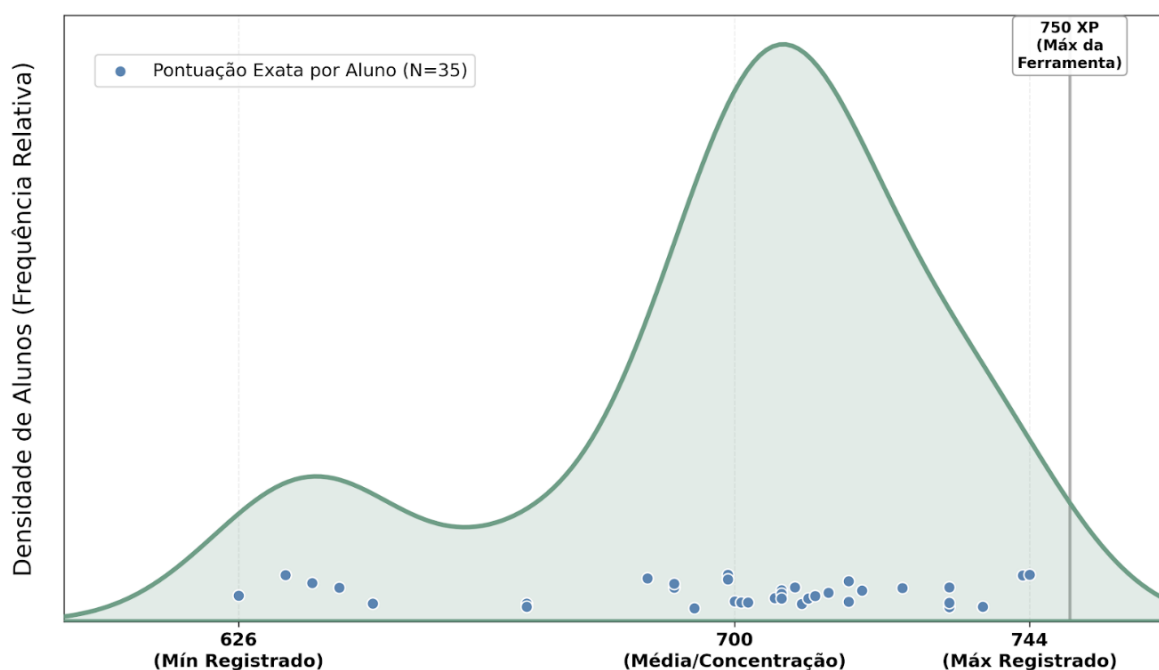


Figura 51. Densidade de pontuação. Fonte: O autor.

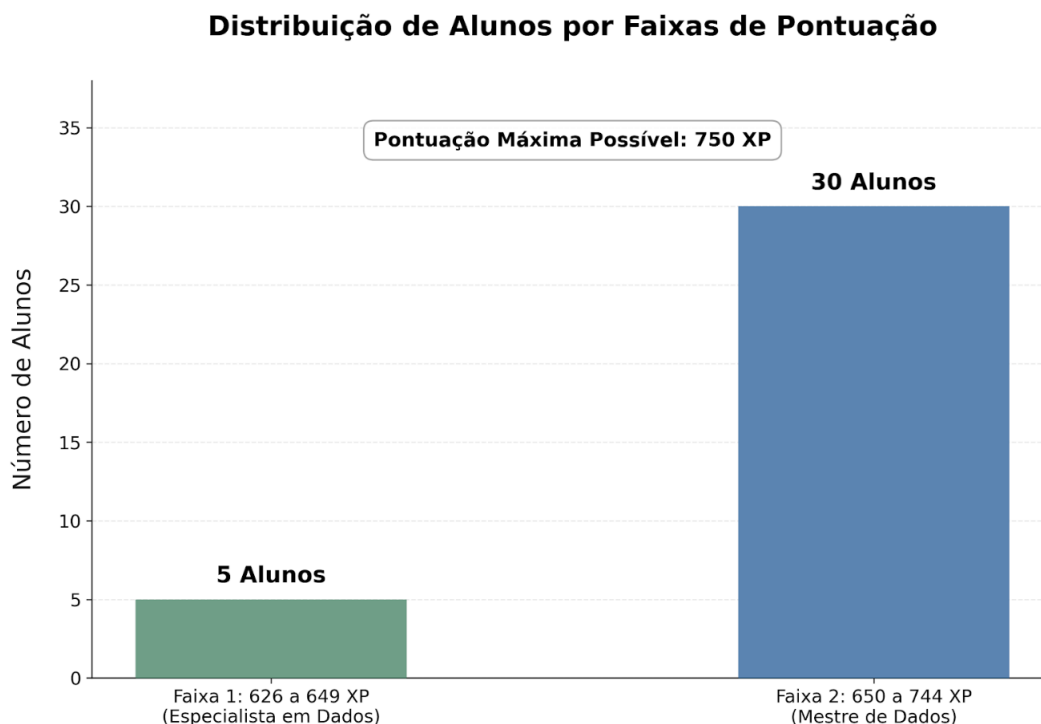


Figura 52. Distribuição final entre níveis (*ranks*). Fonte: O autor.

5.4 Análise de Correlações

Para investigar possíveis associações matemáticas entre as respostas dos participantes aos dois questionários e os registros de interação com a ferramenta *Learn Data*, utilizou-se o teste de correlação de Spearman. Optou-se por essa abordagem estatística, referenciada por Artusi *et al.* (2002), por se tratar de um método recomendado para amostras pequenas e em cenários em que não se pode garantir a normalidade dos dados. Além disso, conforme destacam Sullivan e Artino Jr. (2013), o coeficiente de Spearman é a ferramenta adequada para o tratamento de variáveis ordinais, como as escalas Likert utilizadas nos questionários de avaliação, pois prioriza o ordenamento e a hierarquia entre as respostas, dispensando a exigência de que as opções tenham intervalos numéricos exatos entre si.

Antes da modelagem, foram consideradas as diretrizes psicométricas recomendadas por Clark e Watson (1995). Essas diretrizes apontam que indicadores com assimetria acentuada e dispersão reduzida nos dados tendem a produzir

associações estatísticas espúrias e, portanto, devem ser desconsiderados. Em instrumentos de avaliação baseados em escalas ordinais do tipo Likert, essa homogeneidade acentuada ocorre quando a quase totalidade dos respondentes se concentra em uma única opção. Portanto, com o objetivo de neutralizar o surgimento dessas associações artificiais e garantir o rigor metodológico, uma triagem nas respostas individuais precedeu a execução matemática. No cenário desta pesquisa ($n = 35$), as questões nas quais 28 ou mais participantes (80% da amostra) assinalaram a mesma opção foram desconsideradas da modelagem relacional por ausência de variância. Dessa forma, foram excluídas a questão 2 do questionário de conhecimento da turma e as questões 5, 16 e 18 do questionário de avaliação da *Learn Data*. Adicionalmente, as perguntas abertas não foram consideradas na matriz estatística, por fornecerem dados discursivos de natureza qualitativa e contextual, assim como as questões 19 e 20 do questionário de avaliação.

Para a validação estatística das correlações, adotou-se o nível de significância padrão de 5% ($\alpha = 0,05$). Com base nesse parâmetro e considerando o tamanho da amostra desta pesquisa, foram consideradas significativas as associações com p s iguais ou superiores a 0,334, valor indicado para uma amostra de $n = 35$ (ARTUSI *et al.*, 2002; TRIOLA, 2017).

Na elaboração dessa matriz, as respostas dos dois questionários foram cruzadas com os dados quantitativos extraídos do banco de dados da *Learn Data*, como, por exemplo, a pontuação total de XP, variável que apresentou flutuação real e distribuiu a turma em diferentes níveis hierárquicos de desempenho. Contudo, as correlações estatísticas envolvendo os dados de interação dos participantes com a ferramenta não atingiram o limiar de significância exigido, pois apresentaram p -valor $> 0,05$, o que motivou sua exclusão do quadro de evidências relacionais. Os cálculos demonstraram, por exemplo, a ausência de correlação estatística entre a pontuação obtida e o nível de experiência prévia do participante na análise de dados.

A partir desse refinamento, a análise completa de todas as variáveis válidas identificou 30 associações significativas, destacadas no correlograma da Figura 53. Dentre elas, a Tabela 18, com o intuito de concentrar a análise nas relações estatísticas mais robustas, descreve as cinco associações mais expressivas observadas na amostra. Esse recorte contempla as correlações classificadas como

de magnitude forte ($p_s \geq 0,5$), conforme o referencial de força da associação de Cohen (1988).

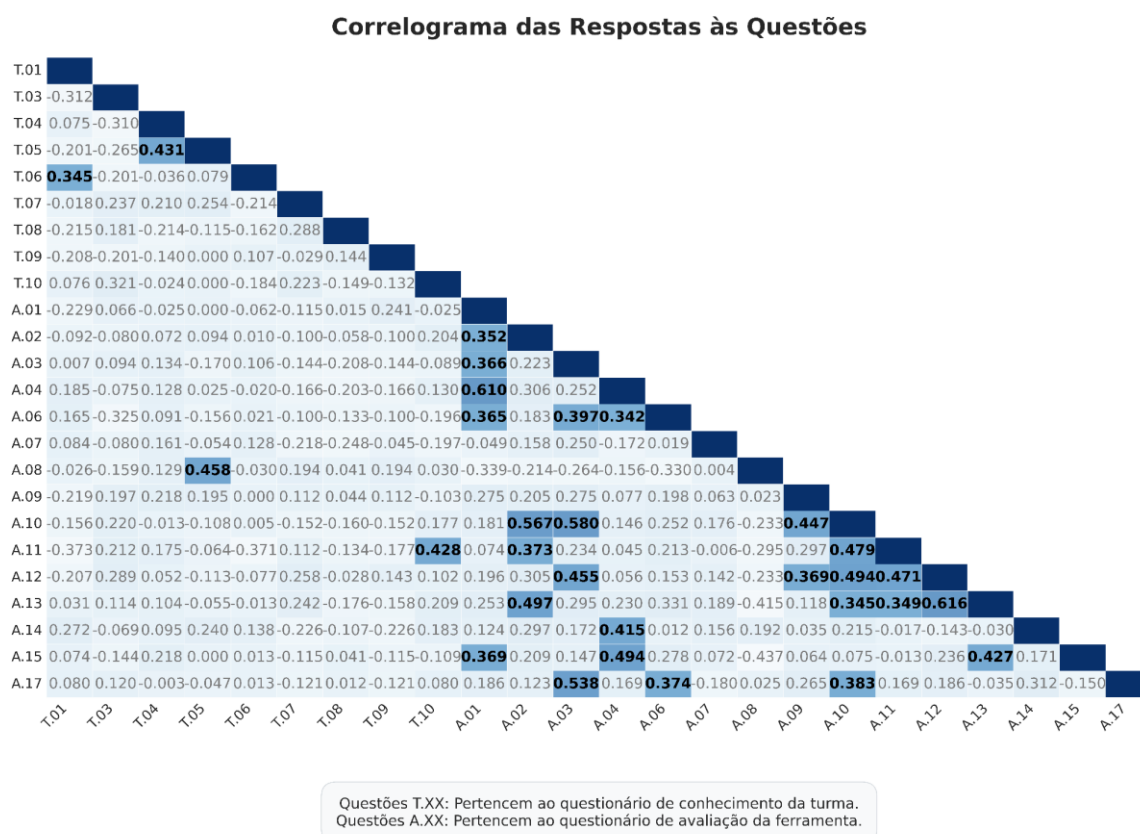


Figura 53. Correlograma das respostas aos questionários. Fonte: O autor.

**Tabela 18. Análise das correlações de magnitude forte, com $p_s \geq 0,5$ (continua).
Fonte: O autor.**

Questão	Questão correlacionada	p_s	p -valor	Possível interpretação
Questão 12: A ferramenta foi capaz de manter seu interesse e sua atenção durante o período de estudo?	Questão 13: Você sentiu que estava ativamente envolvido e focado na resolução das atividades propostas?	0,616	< 0,001	Alunos que relataram retenção do interesse e da atenção tenderam a se sentir ativamente focados nas atividades.
Questão 1: O conteúdo disponibilizado na ferramenta está alinhado com o conteúdo da disciplina?	Questão 4: Você acredita que saberá aplicar os conhecimentos praticados na ferramenta em situações futuras?	0,610	< 0,001	A percepção de alinhamento do conteúdo acompanhou a crença na possibilidade de aplicação futura dos conhecimentos adquiridos.

Questão 3: Após utilizar a ferramenta, você sente que aprofundou seus conhecimentos sobre o tema?	Questão 10: A experiência de utilizar a ferramenta <i>Learn Data</i> para estudar foi prazerosa ou divertida?	0,580	< 0,001	A sensação de aprofundamento do conhecimento foi associada ao prazer e à diversão na experiência de uso da ferramenta.
Questão 2: O uso da ferramenta auxiliou o seu entendimento sobre análise de dados?	Questão 10: A experiência de utilizar a ferramenta <i>Learn Data</i> para estudar foi prazerosa ou divertida?	0,567	< 0,001	Estudantes que apontaram contribuição da ferramenta de estudo para o entendimento do tema relataram uma experiência de uso prazerosa ou divertida.
Questão 3: Após utilizar a ferramenta, você sente que aprofundou seus conhecimentos sobre o tema?	Questão 17: Você utilizaria a ferramenta novamente se tivesse oportunidade?	0,538	< 0,001	A sensação de aprofundamento do conhecimento em análise de dados acompanhou a intenção de utilizar a ferramenta novamente.

5.5 Resultados por Dimensões Avaliativas

Esta seção detalha a metodologia de análise aplicada às respostas ao Questionário de Reação ao Uso e Avaliação. Como etapa preliminar, as 16 perguntas objetivas foram categorizadas em cinco construtos analíticos, ou dimensões, propostos pelo autor desta dissertação. Essa divisão por dimensões temáticas teve como propósito viabilizar uma leitura unificada do desempenho da ferramenta, mitigando limitações interpretativas inerentes à observação de questões isoladas.

As questões de números 1, 2, 3 e 4 foram alocadas à dimensão “Conteúdo e Percepção de Evolução”. As questões 5, 6, 7 e 8 compuseram a dimensão “Usabilidade e Interface”, exigindo-se, contudo, um tratamento estatístico prévio para as duas últimas. Por possuírem enunciados de caráter negativo, investigando, respectivamente, a sensação de sobrecarga e a presença de elementos irrelevantes, as questões 7 e 8 foram submetidas a um processo de score reverso na escala ordinal. Essa inversão garantiu que, no momento dos cálculos, as pontuações máximas continuassem a indicar um cenário favorável à usabilidade. As questões de 9 a 13 integraram a dimensão “Gamificação, Engajamento e Motivação”, enquanto as de 14 a 16 integraram a dimensão “Qualidade Técnica”. Ao finalizar o agrupamento quantitativo, as perguntas 17 e 18 compuseram a dimensão “Satisfação e Intenção de

Uso”. As questões 19 e 20, de formato discursivo, foram reservadas para suporte qualitativo das constatações numéricas.

O arranjo estrutural das variáveis pautou-se na fundamentação de Norman (2010), que atesta a viabilidade de tratar múltiplos itens de base Likert como dados de natureza intervalar. Por meio dessa metodologia, é possível extrair parâmetros estatísticos contínuos. Consequentemente, foi possível mensurar o desempenho médio relatado por cada participante ($n = 35$) nas cinco dimensões mapeadas, listadas integralmente na Tabela 19.

Tabela 19. Avaliação média por participante em cada dimensão (continua). Fonte: O autor.

Respondente	Conteúdo e Percepção de Evolução	Usabilidade e Interface	Gamificação, Engajamento e Motivação	Qualidade Técnica	Satisfação e Intenção de Uso
Respondente #01	4,75	5	5	4,33	5
Respondente #02	4,25	3,75	4,6	3,67	4,5
Respondente #03	4,75	4,25	4,8	4	5
Respondente #04	4,25	4	4,6	3,67	5
Respondente #05	4,25	3,5	4,2	4,33	4,5
Respondente #06	4,75	4,75	5	4	5
Respondente #07	4	4,25	4,8	4,67	5
Respondente #08	4,5	5	4	3,67	5
Respondente #09	5	5	4,6	4	5
Respondente #10	5	4,25	4,6	3,67	4
Respondente #11	1,5	2,5	2,8	3,67	4,5
Respondente #12	4,75	4,25	4,6	4	4
Respondente #13	4,5	4,5	4	5	5
Respondente #14	5	4,25	3,8	5	5
Respondente #15	4,5	4,5	4,6	4,33	4,5
Respondente #16	3,5	4	3	3,67	3,5
Respondente #17	4,75	4,5	3,4	4,67	5
Respondente #18	5	4,25	4	4,33	5
Respondente #19	4,5	4,75	3,2	4	3,5
Respondente #20	4,5	4,25	4,6	4	4,5
Respondente #21	4	4	4,6	3,67	5
Respondente #22	4,5	3,5	3,4	5	4
Respondente #23	4,5	5	4,4	3,67	4,5
Respondente #24	3,75	4	2,4	2,67	5
Respondente #25	5	3,25	4,8	3,67	5
Respondente #26	4	4,25	4,6	4	4
Respondente #27	4,75	4,75	4,6	5	5

Respondente #28	5	4	4,8	5	5
Respondente #29	5	5	5	4,67	5
Respondente #30	5	5	4,8	5	5
Respondente #31	4	3,75	4,4	4	5
Respondente #32	4,75	3,25	5	4	5
Respondente #33	4,5	4,75	4,6	3,67	4,5
Respondente #34	5	4	4,6	4,67	5
Respondente #35	5	3	4,8	5	5

Como se pode observar na tabela, os dados indicam uma reação positiva à ferramenta *Learn Data* por parte da maioria dos alunos, uma vez que 5 é o valor máximo possível.

Visando conferir maior interpretabilidade aos achados globais da amostra, a pontuação da métrica Likert, cujos limites originais variam de 1 a 5, foi submetida a uma normalização linear. Este procedimento converteu as médias para uma escala proporcional, compreendida entre 0 e 10, gerando um indicador, referenciado nesta pesquisa, como Média Normalizada. A conversão matemática obedeceu à estrutura apresentada na Equação 1.

$$Média Normalizada_{0-10} = \left(\frac{Valor_{Likert} - 1}{5 - 1} \right) * 10 \quad (1)$$

A Tabela 20 consolida a totalização do desempenho da ferramenta, exibindo as médias aritméticas, as medidas de dispersão (desvios-padrão) e a transposição final para a Média Normalizada, calculadas sobre a amostra completa. A Figura 54 ilustra essa consolidação por meio de um gráfico em coordenadas polares. Nele, os cinco construtos avaliativos equivalem a setores simétricos de 72°, e a magnitude de cada avaliação é representada pela extensão radial correspondente.

MÉDIAS POR DIMENSÃO AVALIATIVA (n=35)

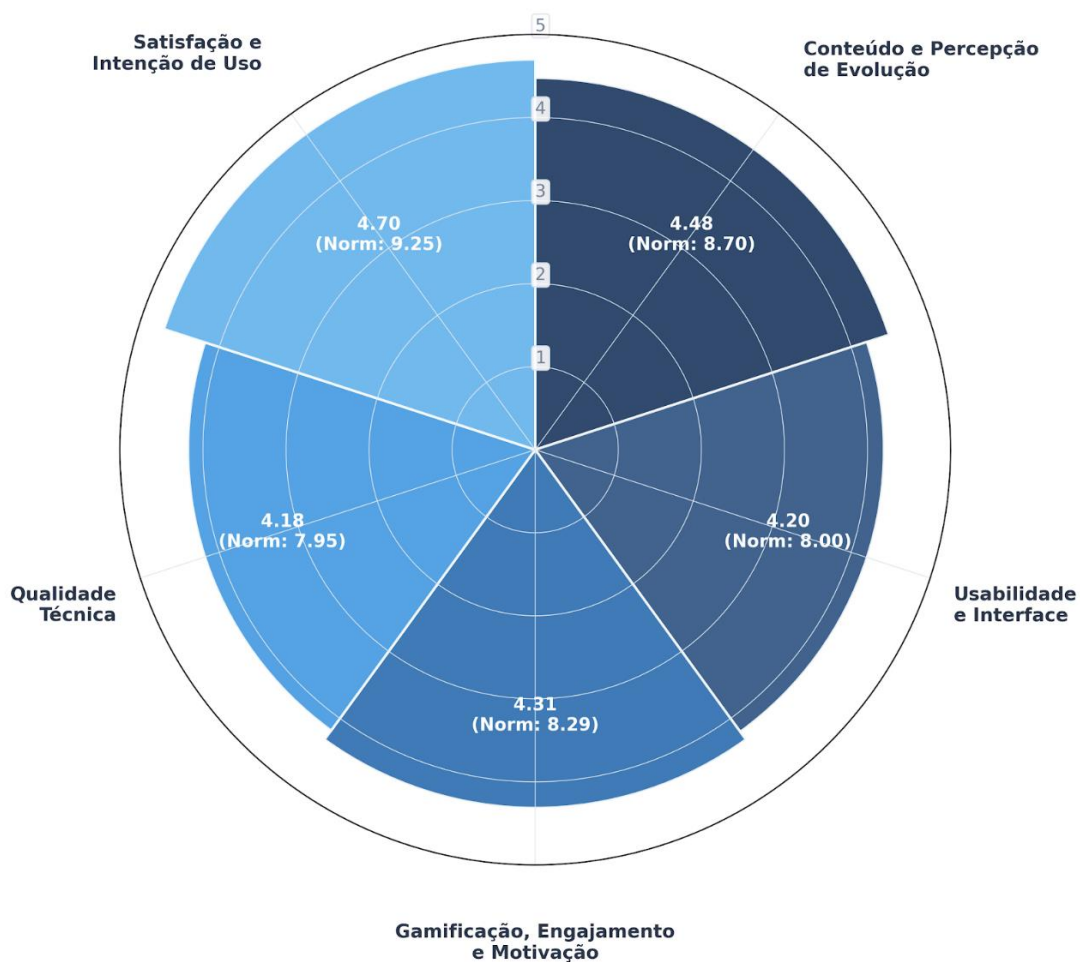


Figura 54. Distribuição dos resultados das dimensões. Fonte: O autor.

Tabela 20. Síntese estatística global das avaliações por dimensão. Fonte: O autor.

Dimensão	Média (Likert)	Desvio Padrão (Likert)	Média Normalizada (0-10)
Conteúdo e Percepção de Evolução	4,48	0,66	8,7
Usabilidade e Interface	4,2	0,62	8
Gamificação, Engajamento e Motivação	4,31	0,67	8,29
Qualidade Técnica	4,18	0,57	7,95
Satisfação e Intenção de Uso	4,7	0,46	9,25

Os resultados observados na Figura 54 e na Tabela 21 indicam uma avaliação positiva em todas as dimensões avaliadas, considerando que todos os valores médios e a média normalizada ficaram acima de 4,0 e de 7,0, respectivamente.

5.6 Discussão dos Resultados

O objetivo principal deste trabalho consistiu em investigar, sob a perspectiva discente, a contribuição de uma ferramenta gamificada para o estudo introdutório de análise de dados. Considerando esse objetivo e com base nas respostas dos estudantes aos questionários, nos testes de associação estatística conduzidos e na análise dos registros de interação com o artefato desenvolvido, concluiu-se que a *Learn Data* alcançou seu propósito de forma satisfatória. Além disso, do ponto de vista metodológico, o estudo cumpriu os objetivos específicos definidos, em consonância com as diretrizes da *Design Science Research Methodology* (DSRM), indicando a efetividade do artefato construído e gerando evidências de sua contribuição como recurso de apoio didático.

Para dimensionar adequadamente o alcance dessa contribuição, cabe ressaltar que a avaliação da *Learn Data* deve ser compreendida sob as delimitações de seu escopo. Os resultados discutidos neste trabalho fundamentam-se na percepção de uso reportada pelos estudantes e nos registros de interação na ferramenta, sem se proporem a constituir uma mensuração direta do possível ganho objetivo de aprendizagem. Adicionalmente, a aplicação da *Learn Data* ocorreu em uma dinâmica híbrida, contemplando tanto a exploração autônoma extraclasse quanto a utilização em ambiente de sala de aula. Esse cenário de uso corrobora a premissa de que a ferramenta desenvolvida não foi concebida para substituir as práticas tradicionais de ensino, mas sim para atuar de forma integrada, servindo como recurso complementar de apoio aos estudantes e ao docente.

A interpretação dos padrões de interação e da percepção de uso reportada demanda, ainda, a observação do perfil sociodemográfico e tecnológico da amostra. O conjunto de participantes do estudo foi composto integralmente por graduandos de cursos das áreas de tecnologia (Sistemas de Informação e Ciência da Computação),

caracterizando um público com literacia digital. Essa familiaridade refletiu-se nas respostas sobre adesão a jogos eletrônicos, um hábito declarado por 97,1% dos discentes, o que ajuda a fundamentar a assimilação da ferramenta gamificada. No aspecto sociodemográfico, identificou-se uma prevalência expressiva do gênero masculino (85,7%). Embora essa concentração tenha imposto a exclusão desta variável dos testes estatísticos de associação, devido à ausência da variância matemática necessária ao cálculo, o dado possui valor qualitativo intrínseco. Essa proporção espelha com fidelidade a realidade estrutural e o viés demográfico histórico presentes nas turmas dos cursos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) (MENEZES; SANTOS, 2021; NASCIMENTO *et al.*, 2023), demonstrando que a validação do artefato ocorreu de forma representativa em relação ao público-alvo real.

Além do perfil sociodemográfico e tecnológico da amostra, os dados extraídos dos registros de interação oferecem suporte à avaliação do artefato desenvolvido. Observou-se, inicialmente, uma taxa de retenção plena, evidenciada pela conclusão de todos os módulos de estudo por todos os participantes. Como desdobramento desse engajamento contínuo e do alto índice geral de acertos nas atividades, constatou-se uma forte concentração das pontuações finais de experiência (XP) no limite superior do sistema de progressão. Essa homogeneidade matemática justifica a ausência de associações significativas entre a variável de ganho de XP e as demais variáveis nos testes de correlação, o que reflete o nivelamento da turma em um patamar superior de desempenho.

Além da retenção observada, a análise da curva de assertividade revelou que 79,5% dos desafios propostos foram solucionados corretamente na primeira tentativa. Esse indicador assume maior relevância quando contraposto ao comportamento de tentativa e erro e de interação superficial, apontado pelo estudo do estado da arte como recorrente em ferramentas de estudo gamificadas e, muitas vezes, adotado pelos estudantes apenas para contornar bloqueios sistêmicos e avançar de etapa (DÆHLI *et al.*, 2021). O elevado índice de acertos iniciais sugere que a mecânica de dedução de pontos em caso de erro e a exigência de resolução correta para a progressão operaram de forma eficaz para desestimular essa prática, inibindo a

exploração aleatória e instigando os estudantes a refletir sobre os problemas antes de submeterem suas respostas.

Os resultados relativos à usabilidade e à interface forneceram indícios da aceitação da ferramenta pelos estudantes. O mapeamento do estado da arte apontou o risco de sobrecarga cognitiva em artefatos educacionais interativos (SAUNDAGE *et al.*, 2016; MANNINO *et al.*, 2021; MELETIOU-MAVROTHERIS *et al.*, 2018). Na avaliação da *Learn Data*, a análise das respostas indicou que 97,1% dos alunos consideraram a ferramenta fácil de operar e 94,3% sentiram-se seguros durante a navegação. Em relação à carga visual, verificou-se que a maior parte da amostra não relatou sensação de esgotamento mental e discordou da presença de elementos irrelevantes na tela. De forma complementar, os registros textuais indicaram que o *design* adotado auxiliou na manutenção do foco na resolução das questões, minimizando distrações.

Sob o aspecto da qualidade técnica, o artefato apresentou comportamento estável, com 97,1% dos discentes confirmando a ausência de travamentos ou falhas de execução e 91,4% afirmando sentirem-se resguardados quanto à privacidade de seus dados. A principal ressalva de interação recaiu sobre a velocidade do avanço automático da tela após o acerto de uma atividade, aspecto que gerou discordância em 40% da amostra. As observações qualitativas evidenciaram que a configuração inicial desse tempo de espera dificultava a leitura dos *feedbacks* formativos. Cabe destacar, contudo, que sempre era possível refazer a atividade, situação em que o *feedback* permanecia exibido até que houvesse uma ação do participante. Ainda que esse recurso oferecesse uma alternativa viável para a leitura das explicações didáticas, a fluidez imposta na primeira tentativa de resolução demanda refinamentos em iterações futuras da *Learn Data*. Apesar dessa oportunidade de aprimoramento da usabilidade, a aceitação global da ferramenta desenvolvida se refletiu nos índices finais: 88,6% dos participantes manifestaram intenção de utilizar a plataforma novamente e 97,1% afirmaram que a recomendariam a terceiros.

No âmbito da avaliação pedagógica, os resultados indicaram a adequação da ferramenta. A análise revelou que 97,1% dos discentes consideraram o conteúdo disponibilizado alinhado ao conteúdo programático do curso, evidenciando uma integração prática às temáticas ministradas em sala de aula. Apoiados nessa

percepção de aderência curricular, os dados sobre a utilidade instrucional demonstraram que o mesmo percentual da amostra (97,1%) relatou que o uso do artefato auxiliou na compreensão dos conceitos de análise de dados. Adicionalmente, 88,6% dos participantes indicaram ter aprofundado seus conhecimentos sobre o tema e 80% manifestaram expectativa positiva quanto à capacidade de aplicar esses conteúdos em experiências futuras.

Em relação às dimensões lúdica e de engajamento, os indicadores quantitativos descrevem um cenário de atenção e participação contínuas. Observou-se que 88,6% dos alunos avaliaram que os desafios estimularam o envolvimento ativo e 85,7% relataram que os recursos interativos promoveram motivação. A retenção do interesse e o foco imersivo nas tarefas foram confirmados por 85,7% e 82,9% da amostra, respectivamente. A experiência global de uso da ferramenta desenvolvida foi classificada como prazerosa ou divertida por 88,6% dos respondentes. A aplicação do teste de correlação de Spearman às respostas coletadas evidenciou associações relevantes entre o valor didático percebido e a dimensão lúdica da *Learn Data*. Especificamente, os resultados revelaram que o nível de diversão e prazer reportado pelos estudantes (Questão 10) apresentou correlações de magnitude forte tanto com a percepção de facilitação do entendimento (Questão 2; $\rho_s = 0,567$) quanto com a sensação de aprofundamento dos conhecimentos (Questão 3; $\rho_s = 0,580$). A convergência simultânea desses indicadores indica que o entretenimento vivenciado pelos discentes não se deu em detrimento do foco acadêmico, confirmando que a satisfação com o uso e a percepção de utilidade pedagógica se manifestaram de forma conjunta e complementar.

Esses achados corroboram as expectativas delineadas na justificativa desta pesquisa (Seção 1.1). A avaliação indicou que a aplicação dos elementos de gamificação na ferramenta contribuiu positivamente para o aumento da concentração e do engajamento dos estudantes (evidenciados pela retenção do interesse e pelo foco imersivo nas tarefas), bem como para o estímulo à motivação e à percepção de evolução nos estudos. Além disso, os altos índices de usabilidade e a discordância quanto ao excesso de informações sugerem a eficácia da abordagem metodológica na mitigação da sobrecarga cognitiva e, conseqüentemente, na redução da

desmotivação e da frustração que podem afetar os aprendizes ao se depararem com a complexidade inicial dos conceitos de análise de dados.

Em síntese, a análise conjunta das métricas de percepção dos discentes, dos registros de interação e das análises estatísticas indica a adequação da ferramenta *Learn Data* como recurso de apoio didático. Os dados analisados sugerem que a plataforma atendeu aos propósitos estabelecidos em sua concepção. Constatou-se, adicionalmente, que as escolhas de projeto auxiliaram na mitigação do risco de sobrecarga cognitiva e na redução de resoluções baseadas puramente na tentativa e erro, em alinhamento com as questões mapeadas na literatura. Por fim, não obstante a aceitação global do artefato desenvolvido, o processo avaliativo cumpriu seu papel diagnóstico ao identificar oportunidades de aprimoramento.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo é dedicado à apresentação das considerações finais desta pesquisa. A estruturação do texto inicia-se com uma síntese do estudo, recapitulando os objetivos definidos, as escolhas de projeto adotadas e os resultados obtidos na avaliação do artefato desenvolvido. Posteriormente, são apresentadas as restrições e limitações observadas durante o desenvolvimento e a validação do trabalho. O capítulo é concluído com propostas para trabalhos futuros.

6.1 Conclusão

O objetivo principal desta pesquisa consistiu em investigar a contribuição e a aceitação, sob a perspectiva discente, de uma ferramenta de estudo gamificada voltada ao estudo introdutório de análise de dados. Para alcançar esse propósito, o estudo estruturou-se sob as diretrizes da *Design Science Research Methodology* (DSRM), norteando objetivos específicos que abrangeram a investigação do estado da arte sobre o tema, o desenvolvimento de um artefato computacional alinhado às necessidades identificadas e a investigação empírica da percepção de uso e do engajamento dos estudantes. O trabalho teve como público-alvo central discentes de cursos da área de tecnologia, um público que demanda não apenas a capacidade de interpretar visualmente os dados, mas também o desenvolvimento de habilidades estruturais essenciais à concepção e ao projeto de ecossistemas analíticos.

O projeto e o desenvolvimento da solução foram diretamente orientados pelos resultados do estudo de mapeamento sistemático. O estado da arte evidenciou os impactos positivos da gamificação no engajamento comportamental e na redução da ansiedade em disciplinas exatas e analíticas. No entanto, a investigação também revelou a recorrência de limitações estruturais relevantes nas soluções analisadas,

destacando-se a indução à sobrecarga cognitiva, o estímulo a interações superficiais baseadas em tentativa e erro, e a adoção massiva de dinâmicas de competição direta. Diante desse cenário, a concepção do artefato adotou diretrizes de projeto visando contornar tais limitações: o uso de uma interface de *design* minimalista concebida para atenuar potenciais sobrecargas cognitivas; a supressão de mecanismos de competição social, privilegiando a autonomia e a progressão individual; e a estruturação de um fluxo de atividades que condicionou o avanço à resolução correta aliada a um sistema de dedução de pontos, com o intuito de coibir a exploração aleatória e incentivar a reflexão.

Como contribuição prática direta desta pesquisa, foi desenvolvida e disponibilizada a *Learn Data*, uma ferramenta *web* gamificada, *online* e multiusuária. O artefato organiza os conteúdos em módulos temáticos para a prática de conceitos teóricos e fundamentos tecnológicos de análise de dados, visando atuar como recurso de apoio didático estruturado para aprendizes que desejem prosseguir com seus estudos em tópicos avançados da área.

A viabilidade e a aplicabilidade do artefato foram demonstradas de forma satisfatória ao ser integrado organicamente a um cenário real de estudo. A partir dessa aplicação, os resultados da avaliação forneceram os subsídios necessários para responder ao problema de pesquisa. A análise das métricas de percepção reportadas indicou a aceitação tecnológica e pedagógica do sistema, que foi considerado de fácil operação e devidamente alinhado à ementa da disciplina. A inibição do comportamento de exploração superficial refletiu-se nos índices de assertividade observados nos registros de interação. Adicionalmente, as análises estatísticas constataram a existência de associações de magnitude forte entre a experiência lúdica vivenciada e a utilidade instrucional percebida. A convergência simultânea desses indicadores sugere que o entretenimento promovido pela gamificação agregou valor motivacional e atuou de forma complementar ao foco acadêmico.

Cabe observar que a pesquisa não mensurou possíveis ganhos objetivos de aprendizagem por meio de avaliações de desempenho. Contudo, a análise da percepção dos estudantes e das interações observadas sugere que a *Learn Data* atendeu satisfatoriamente aos propósitos estabelecidos em sua concepção. Nesse sentido, entende-se que o estudo alcançou os objetivos propostos e consolidou três

resultados principais: a entrega de um artefato voltado ao apoio didático no estudo de análise de dados; a geração de evidências exploratórias sobre a contribuição de abordagens gamificadas nesse contexto; e a sistematização documental do processo de desenvolvimento e validação, cumprindo, assim, o objetivo de comunicação exigido pela metodologia adotada.

6.2 Contribuições da Pesquisa

A pesquisa desenvolvida resultou em contribuições estruturadas em três dimensões principais: tecnológica, de inovação e científica. A principal contribuição tecnológica foi a concepção e a disponibilização do próprio artefato, a ferramenta *Learn Data*. O seu desenvolvimento materializa um conjunto de decisões de *design* embasadas por evidências teóricas, destacando-se a adoção de uma interface minimalista, voltada à redução da sobrecarga cognitiva, e a implementação de mecânicas de gamificação não competitivas. Ao priorizar a progressão individual e a dedução de pontos em detrimento da competição direta, o artefato apresenta-se como uma solução fundamentada para inibir o comportamento de tentativa e erro e mitigar os desafios inerentes ao estudo de análise de dados.

Como produto de inovação, a ferramenta transcendeu o escopo de um protótipo acadêmico, tendo sua propriedade intelectual formalmente assegurada por meio do registro de programa de computador junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o processo nº BR512026002543-5. Esse registro consolidou a ferramenta *Learn Data* como um ativo tecnológico devidamente protegido, em conformidade com a Lei nº 9.609/1998, viabilizando futuras transferências de tecnologia, continuidade do desenvolvimento ou adoção por instituições de ensino.

No âmbito científico, a fase de investigação bibliográfica que orientou o *design* do artefato gerou contribuições para a literatura da área de Informática na Educação. O levantamento metodológico resultou na publicação do artigo intitulado "Ferramentas visuais para o estudo de análise de dados: um mapeamento sistemático" (FONSECA; SEABRA, 2024), veiculado na Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE).

Esse trabalho disponibiliza à comunidade acadêmica um panorama histórico das soluções interativas existentes, servindo de referencial para futuras pesquisas no domínio do ensino apoiado por tecnologias gamificadas. Adicionalmente, a avaliação empírica do artefato em contexto real de uso constitui uma contribuição investigativa complementar. A aplicação do instrumento de avaliação e a análise quantitativa dos dados forneceram evidências sobre a aceitação tecnológica, a percepção de utilidade e o engajamento dos discentes. Esses resultados oferecem parâmetros para orientar futuras avaliações e o desenvolvimento de soluções educacionais focadas na gamificação não competitiva e na redução da carga cognitiva.

6.3 Limitações

A interpretação dos resultados alcançados nesta pesquisa requer a consideração de algumas limitações inerentes ao delineamento metodológico e à arquitetura do artefato avaliado:

- Perfil restrito da amostra: A avaliação empírica foi conduzida exclusivamente com discentes de graduação de cursos da área de tecnologia. Por se tratar de um público com literacia digital prévia e familiaridade com ambientes computacionais interativos, a generalização imediata dos resultados de aceitação para estudantes de outras áreas do conhecimento deve ser ponderada.
- Mensuração focada na percepção e na interação: O processo de validação da *Learn Data* fundamentou-se na percepção de uso relatada pelos estudantes e na análise dos registros de interação. O estudo não contemplou a aplicação de instrumentos objetivos de avaliação de desempenho, como testes controlados de pré e pós-intervenção, o que impossibilita mensurar quantitativamente o ganho real de aprendizagem decorrente do uso da ferramenta deste trabalho.
- Impossibilidade de criação de atividades pelo docente: Em seu estágio atual de desenvolvimento, embora a ferramenta *Learn Data* disponibilize

um painel dedicado para que o docente acompanhe o progresso dos alunos, essa funcionalidade se limita a esse monitoramento. O sistema não oferece recursos que permitam ao professor atuar como autor para criar, editar e parametrizar, de forma autônoma, novas atividades, conteúdos e regras de pontuação.

Essas limitações não invalidam as evidências coletadas ao longo do estudo, mas orientam a interpretação e fornecem a perspectiva necessária para a compreensão correta dos achados.

6.4 Trabalhos futuros

Como desdobramento deste estudo e considerando os seus resultados e limitações, sugerem-se os seguintes trabalhos futuros:

- Realizar estudos com a aplicação da *Learn Data* em disciplinas e cursos de outras áreas do conhecimento, transcendendo o contexto tecnológico dos participantes, a fim de investigar a aceitação da abordagem gamificada em perfis mais diversos de estudantes, que não possuam literacia digital prévia voltada à computação;
- Expandir a arquitetura do artefato desenvolvido incluindo novos formatos de atividades, contemplando a proposição de problemas de resolução aberta e permitindo a submissão de arquivos e soluções práticas por parte dos alunos;
- Ampliar os módulos de estudo para englobar temáticas avançadas de Ciência de Dados, a exemplo de mineração de dados e técnicas de modelagem preditiva, dentre outras;
- Implementar outros tipos de elementos de gamificação, a fim de diversificar a experiência interativa e realizar análises comparativas para identificar quais elementos se mostram mais eficazes;
- Desenvolver recursos de autoria que permitam ao docente atuar como criador no ambiente, fornecendo as interfaces necessárias para a

elaboração, parametrização e gerenciamento autônomo de novas atividades, conteúdos e regras de pontuação.

REFERÊNCIAS

ACM/IEEE-CS TASK FORCE ON DATA SCIENCE. **Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula**. New York: Association for Computing Machinery (ACM), 2021. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3453538>. Acesso em: 07 fev. 2026.

ADHIKARI, A. *et al.* Computational and inferential thinking: The foundations of Data Science 2nd Edition. **UC Berkeley course Data 8: Foundations of Data Science**. Disponível em: <<https://inferentialthinking.com/chapters/intro.html>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

ALVES, F. **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito a prática**. 2. ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition**. Addison Wesley Longman, Inc., 2001.

ANDERSON, P. E. *et al.* An extensible online environment for teaching data science concepts through gamification. In: **2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**, p. 1-8, 2014.

ANDERSON, P. E. *et al.* Facilitating programming success in data science courses through gamified scaffolding and learn2mine. In: **Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education**, p. 99-104, 2015.

ARAKAWA, T.; MIYAKAWA, H. Data Monsters: Development of Game for Learning to Data Science. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 30, n. 1, p. 561-586, 2025.

ARTUSI, R. *et al.* Bravais-Pearson and Spearman correlation coefficients: meaning, test of hypothesis and confidence interval. **The International Journal of Biological Markers**, v. 17, n. 2, p. 148-151, 2002.

ATTANASIO, G. *et al.* DSLE: A smart platform for designing data science competitions. In: **2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)**, p. 133-142, 2020.

BAI, S. *et al.* Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. **Educational Research Review**, v. 30, p. 100322, 2020.

BASSEY, M. **Case study research in educational settings**. Buckingham: Open University Press, 1999.

BASU, S. *et al.* The role of evidence centered design and participatory design in a playful assessment for computational thinking about data. In: **Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education**, p. 985-991, 2020.

BATTISTELLA, P. E.; VON WANGENHEIM, C. G. ENgAGED: Um processo de desenvolvimento de jogos para ensinar computação. **XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.380>, 2016.

BEDNAROWSKA-MICHAEL, Z.; UPRICHARD, E. Bringing interdisciplinary data science education challenges into the classroom. **Journal of Statistics and Data Science Education**, p. 1-28, 2025.

BLEI, D. M.; SMYTH, P. Science and data science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 33, p. 8689-8692, 2017.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BURCKHARDT, P. *et al.* Informing the design of e-learning lessons on data science through think-aloud experiments with healthcare professionals. In: **2020 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)**, p. 1-7, 2020.

BURCKHARDT, P. *et al.* Teaching statistical concepts and modern data analysis with a computing-integrated learning environment. **Journal of Statistics and Data Science Education**, 29:sup1, S61-S73, 2021.

BUSARELLO, R. I. Gamification: princípios e estratégias. **Pimenta Cultural**, 2016.

CLARK, L. A.; WATSON, D. Constructing validity: basic issues in objective scale development. **Psychological Assessment**, v. 7, n. 3, p. 309-319, 1995.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CUMMISKEY, K. *et al.* Using classroom data to teach students about data cleaning and testing assumptions. **Frontiers in Psychology**, v. 3, p. 354, 2012.

DÆHLI, O. *et al.* Exploring Feedback and Gamification in a Data Modeling Learning Tool. **Electronic Journal of e-Learning**, v. 19, n. 6, p. 559-574, 2021.

DELGADO-GÓMEZ, D. *et al.* Improving the teaching of hypothesis testing using a divide-and-conquer strategy and content exposure control in a gamified environment. **Mathematics**, v. 8, n. 12, 2244, 2020.

DETERDING, S. *et al.* From game design elements to gamefulness: Defining gamification. **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, 9-15, 2011.

DICHEV, C; DICHEVA, D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 14, p. 1-36, 2017.

DI IORIO, J.; VANTINI, S. How to get away with statistics: Gamification of multivariate statistics. **Journal of Statistics and Data Science Education**, v. 29, n. 3, p. 241-250, 2021.

DOMÍNGUEZ, A. *et al.* Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. **Computers & Education**, v. 63, p. 380-392, 2013.

DURÁN-ROSAL, A. M. *et al.* Gamifying the classroom for the acquisition of skills associated with Machine Learning: a two-year case study. In: **Computational Intelligence in Security for Information Systems Conference**. Cham: Springer Nature Switzerland, p. 224-235, 2022.

EDSF, EDISON Data Science Framework. **EDISON Project**. Disponível em: <https://edison-project.eu/edison/edison-data-science-framework-edsf/>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

ELIZONDO-NORIEGA, A. *et al.* Enhancing student knowledge confidence through digital gamification in engineering. In: **2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, p. 1-9, 2025.

FEICHAS, F. A. *et al.* Gamificação no ensino superior em ciência da computação: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 443–452, 2021.

FONSECA, J. A. B.; SEABRA, R. D. Ferramentas visuais para o estudo de análise de dados: um mapeamento sistemático. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 22, n. 1, p. 487-500, 2024.

FRISCHEMEIER, D. *et al.* A first introduction to data science education in secondary schools: Teaching and learning about data exploration with CODAP using survey data. **Teaching Statistics**, 43, S182-S189, 2021.

GREEN, A.; ZHAI, C. Livedatalab: A cloud-based platform to facilitate hands-on data science education at scale. In: **Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning@ Scale**, p. 1-2, 2019.

GRIZIOTI, M.; KYNIGOS, C. Integrating computational thinking and data science: The case of modding classification games. **Informatics in Education**, v. 23, n. 1, p. 101-124, 2024.

HAKULINEN, L.; AUVINEN, T. The effect of gamification on students with different achievement goal orientations. **International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering (LaTiCE)**. <https://doi.org/10.1109/latice.2014.10>. IEEE, pp. 9-16, 2014.

HALLIFAX, S. *et al.* To tailor or not to tailor gamification? An analysis of the impact of tailored game elements on learners' behaviours and motivation. **International Conference on Artificial Intelligence in Education**. Springer International Publishing, p. 216-227, 2020.

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

HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 87-92, 2007.

HICKS, S. C.; IRIZARRY, R. A. A guide to teaching data science. **The American Statistician**, v. 72, n. 4, p. 382–391, 2018.

ISMAIL, H. *et al.* Assessing the impact of gamification tools' usability on student engagement: A comparative study in engineering education. In: **4th Interdisciplinary Conference on Electrics and Computer (INTCEC)**. IEEE, p. 1-8, 2024.

JASSEM, K. *et al.* AmuEval: A User-Friendly Educational Platform for Machine Learning Challenges. **Proceedings of the Information Systems Education Conference**, ISECON, pp. 107 - 114, 2024.

JEONG, H. *et al.* Integrating computer science and physical education in elementary schools with data science learning modules using wearable microcontrollers. In: **2022 IEEE 19th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems (MASS)**. IEEE, p. 710-715, 2022.

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J. Mixed methods research: a research paradigm whose time has come. **Educational Researcher**, Washington, v. 33, n. 7, p. 14-26, 2004.

JOSHI, A. *et al.* Likert scale: Explored and explained. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 7, n. 4, p. 396-403, 2015.

KHACHATRYAN, D. Playmeans: Inclusive and engaging data science through music. **Journal of Statistics and Data Science Education**, v. 31, n. 2, p. 151-161, 2022.

KIM, B.; HENKE, G. Easy-to-use cloud computing for teaching data science. **Journal of Statistics and Data Science Education**, 29:sup1, S103-S111, 2021.

KOIVISTO, J.; HAMARI, J. The rise of motivational information systems: A review of gamification research. **International Journal of Information Management**, v. 45, p. 191-210, 2019.

KUIPER, S. *et al.* The Greenhouse Effect: Using Student-Generated Agricultural Data to Warm Up Students for Data-Based Decision Making. **Journal of Statistics and Data Science Education**, v. 33, n. 2, p. 143-151, 2025.

LABONTE-LEMOYNE, E. *et al.* Business intelligence serious game participatory development: lessons from ERPsim for big data. **Business Process Management Journal**, v. 23, n. 3, p. 493-505, 2017.

LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother?. **Academic Exchange Quarterly**, v. 15, n. 2, p. 146, 2011.

LEGAKI, N. *et al.* The Impact of different gamification types in the context of data literacy: An online experiment. In: **International GamiFIN Conference**. CEUR-WS, p. 22-32, 2022.

LEGAKI, N. *et al.* Gamification to avoid cognitive biases: An experiment of gamifying a forecasting course. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 167, p. 120725, 2021.

LEGAKI, N. *et al.* The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 144, 102496, 2020.

LEOPOLD, T. A. *et al.* **The Future of Jobs Report 2025**. World Economic Forum. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>. Acesso em 23 mar. 2025.

LIU, Y.; WEI, X. How to use stock data for data science education: a simulated trading platform in classroom. In: **IEEE 2nd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI)**, p. 5-8, 2020.

MAGAT JR, R. B. Gamification of statistics and probability education: A mobile courseware approach. **Journal of Information Technology Education. Innovations in Practice**, v. 22, p. 159, 2023.

MAJURI, J. *et al.* Gamification of education and learning: A review of empirical literature. **Proceedings of the 2nd International GamiFIN Conference (GamiFIN 2018)**, p. 11-19, 2018.

MANNINO, M. V. *et al.* Emerge2Maturity: A simulation game for data warehouse maturity concepts. **Journal of Information Systems Education**, v. 32, n. 2, p. 77-91, 2021.

MCAFEE, A., *et al.* Big data: the management revolution. **Harvard Business Review**, v. 90, n. 10, p. 60-68, 2012.

MELETIOU-MAVROTHERIS, M. *et al.* Digital games as tools for enhancing statistics instruction in the early years: A teaching intervention within a grade 2 mathematics classroom. In: **International Conference on Games and Learning Alliance**. Cham: Springer International Publishing, p. 414-417, 2018.

MENEZES, S. K. O.; SANTOS, M. D. F. Gênero na Educação em Computação no Brasil e o Ingresso de Meninas na Área: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 456-484, 2021.

NASCIMENTO, L. M. A. *et al.* Paridade de Gênero no Ensino Superior em STEM no Brasil: uma análise de 10 anos. In: **Women in Information Technology (WIT)**. Sociedade Brasileira de Computação, p. 217-227, 2023.

NORMAN, G. Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. **Advances in Health Sciences Education**, [S. l.], v. 15, n. 5, p. 625–632, 2010.

OLIVEIRA, M. I. S. *et al.* Investigations into data ecosystems: a systematic mapping study. **Knowledge and Information Systems**, v. 61, p. 589-630, 2019.

OLIVEIRA, W. *et al.* Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. **Education and Information Technologies**, v. 28, p. 373–406, 2022.

PEFFERS, K. *et al.* A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PEREIRA, D. E. F.; SEABRA, R. D. Open educational resource for studying algorithms and programming logic: An approach to the technical level integrated with secondary school. **Informatics in Education**, v. 22, n. 3, p. 441-462, 2023.

PETRI, G. *et al.* MEEGA+: um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 27, n. 3, p. 52-81, 2019.

POLAK, J.; COOK, D. A study on student performance, engagement, and experience with kaggle inclass data challenges. **Journal of Statistics and Data Science Education**, v. 29, n. 1, p. 63-70, 2021.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n. 1, p. 54-67, 2000.

SAMONTE, M. J. C. An assistive technology using FSL, speech recognition, gamification and online handwritten character recognition in learning statistics for students with hearing and speech impairment. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Frontiers of Educational Technologies**, p. 92-97, 2020.

SAUNDAGE, D. *et al.* Teaching data analysis with interactive visual narratives. **Journal of Information Systems Education**, v. 27, n. 4, p. 233-248, 2016.

SAVI, R. Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento. **Tese** (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SCHWAB-MCCOY, A. *et al.* Data Science in 2020: Computing, curricula, and challenges for the next 10 years. **Journal of Statistics and Data Science Education**, 29(sup1), S40–S50, 2021.

SERBAN, I. V. *et al.* A large-scale, open-domain, mixed-interface dialogue-based ITS for STEM. In: **International Conference on Artificial Intelligence in Education**. Cham: Springer International Publishing, p. 387-392, 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 10. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2018.

SULLIVAN, G. M.; ARTINO JR, A. R. Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. **Journal of Graduate Medical Education**, v. 5, n. 4, p. 541-542, 2013.

TALPUR, N. *et al.* The Gamification Effect of Simplifying Complex Mathematics and Statistics Concepts: A Case Study of Online Game-Based Quiz Tools. In: **2024 International Conference on TVET Excellence & Development (ICTeD)**. IEEE, p. 130-135, 2024.

THÉRIAULT, M. *et al.* Can competition through leaderboards lead to better engagement and learning of data science concepts? An experimental study. **AMCIS 2021 Proceedings**. 20, 2021.

THÉRIAULT, M. *et al.* Impacts of gamification on learning and engagement in the context of learning data analytics. **Dissertação** (Mestrado em Ciências de Gestão). HEC Montréal, 2021.

TODA, A. M. *et al.* Brazilian teachers' concerns towards the use of gamification in education: Perceived barriers to its adoption. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 32, p. 510-532, 2024.

TODA, A. M. *et al.* Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. **Smart Learning Environments**, VL 6, 2196-7091, 2019.

TODA, A. M. *et al.* A taxonomy of game elements for gamification in educational contexts: Proposal and evaluation. **IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. IEEE, p. 84-88, 2019.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VASCONCELLOS, I. L. B. *et al.* Planejamento, desenvolvimento e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem gamificado. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 21-30, 2019.

WANG, S. L. *et al.* Student-developed shiny applications for teaching statistics. **Journal of Statistics and Data Science Education**, v. 29, n. 3, p. 218-227, 2021.

WANG, M. *et al.* Introducing a teaching framework for BDA curricula with the SAP and ERPsim Games: Pedagogy and assessment. **Journal of Information Systems Education**, v. 35, n. 3, 2024.

WANG, M. Real time data analytics and decision making in ERP game simulation: An across disciplinary approach. **Issues in Information Systems**, v. 19, n. 4, 2018.

WERBACH, K; HUNTER, D. The gamification toolkit: dynamics, mechanics, and components for the win. **Wharton School Press, University of Pennsylvania** , 2015.

ZHANG, Y. *et al.* DataLab: Introducing software engineering thinking into data science education at scale. In: **2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)**, p. 47-56, 2017.

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estou ciente de que esta pesquisa, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação da Universidade Federal de Itajubá, tem por objetivo investigar os efeitos da gamificação no contexto do estudo de análise de dados. Minha participação neste estudo consistirá na execução de atividades didáticas sobre análise de dados em uma ferramenta *online*.

Sob nenhuma hipótese, os participantes terão seus nomes citados em qualquer meio de divulgação desta pesquisa. Os pesquisadores responsáveis garantem o sigilo das informações coletadas que me identifiquem, bem como o uso desses dados apenas em publicações e eventos de natureza científica.

Estou ciente de que minha participação é inteiramente voluntária e gratuita. Não sofrerei qualquer prejuízo ou punição se, mesmo após o início da pesquisa, resolver interromper a atividade.

Declaro estar informado e consinto, voluntariamente, em participar da pesquisa.

Itajubá, ____ de _____ de 2026.

Pesquisador Responsável

Participante

Agradeço, desde já, a sua valiosa colaboração e me coloco à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir, pelo telefone (35) 98872-8411 ou pelo e-mail bellato.fonseca@unifei.edu.br.

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTO DA TURMA

Este questionário tem como finalidade mapear os perfis dos participantes do estudo, obtendo informações sobre experiência prévia e afinidade com análise de dados, relação com jogos eletrônicos e opinião sobre gamificação em recursos educacionais.

Nome: _____

Questão 1. Idade:

Questão 2. Gênero:

() Masculino

() Feminino

() Outro

() Prefiro não opinar

Questão 3. Curso:

Questão 4. Ano de ingresso:

Questão 5. Exerce atividade profissional?

() Sim

() Não

Em caso afirmativo, qual atividade profissional? _____

Questão 6. Qual sua experiência prévia com análise de dados?

- ☐ () Nenhuma experiência (Nunca atuei com análise de dados).
- ☐ () Experiência teórica ou pontual (Tive contato apenas em disciplinas ou trabalhos acadêmicos).
- ☐ () Experiência prática frequente (Utilizo ou já utilizei análise de dados de forma recorrente no meu trabalho ou em pesquisas).

Questão 7. Qual sua afinidade/interesse por análise de dados?

- ☐ () Pouco ou nenhum interesse (Não é uma área que me atrai ou que eu tenha vontade de me aprofundar).
- ☐ () Interesse moderado (Acho o tema útil e gostaria de entender o básico, mas não é meu foco principal).
- ☐ () Alto interesse (Gosto muito da área, tenho afinidade e quero me aprofundar/trabalhar com isso).

Questão 8. Gosta de jogos eletrônicos?

- ☐ () Sim
- ☐ () Não

Questão 9. Em média, qual quantidade de horas por dia você gasta jogando?

- ☐ () Nenhuma
- ☐ () Menos de 1h
- ☐ () De 1h a 2h
- ☐ () De 2h01 a 3h
- ☐ () Mais de 3h

Informações adicionais sobre seu tempo diário de jogo: _____

Questão 10. Considera interessante a aplicação de elementos de jogos em ferramentas de estudo?

() Sim

() Não

APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DE REAÇÃO AO USO E ACEITAÇÃO DA FERRAMENTA

Este questionário tem como finalidade coletar as opiniões dos participantes do estudo sobre a experiência com a ferramenta *Learn Data*, obtendo informações sobre o alinhamento do conteúdo disponibilizado, a usabilidade e a manutenção do interesse.

1. O conteúdo disponibilizado na ferramenta é alinhado com o conteúdo da disciplina?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

2. O uso da ferramenta auxiliou o seu entendimento sobre análise de dados?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

3. Após utilizar a ferramenta, você sente que aprofundou seus conhecimentos sobre o tema?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

4. Você acredita que saberá aplicar os conhecimentos praticados na ferramenta em situações futuras?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

5. A ferramenta é de fácil operação em suas funcionalidades?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

6. Sentiu-se seguro e confiante ao operar a ferramenta?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Discordo parcialmente

☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

7. Sentiu-se sobrecarregado pela quantidade de informações apresentadas durante o uso?

☐ Concordo totalmente

☐ Concordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Discordo parcialmente

☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

8. A ferramenta apresenta informações, imagens ou termos que considerou irrelevantes para o estudo?

☐ Concordo totalmente

☐ Concordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Discordo parcialmente

☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

9. A utilização de elementos de jogos (pontos, desafios, feedback imediato etc.) proporcionou uma experiência de estudo motivadora?

☐ Concordo totalmente

☐ Concordo parcialmente

☐ Não concordo nem discordo

☐ Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

10. A experiência de utilizar a ferramenta *Learn Data* para estudar foi prazerosa/divertida?

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

11. A ferramenta propicia formas de desafios que estimulam o seu envolvimento com a tarefa de estudo?

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

12. A ferramenta foi capaz de manter seu interesse e atenção durante o período de estudo?

() Concordo totalmente

() Concordo parcialmente

() Não concordo nem discordo

() Discordo parcialmente

() Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

13. Você sentiu que estava ativamente envolvido e focado na resolução das atividades propostas?

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

14. A velocidade de carregamento e de transição entre as telas da ferramenta foi satisfatória?

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

15. A ferramenta funcionou de forma estável, sem apresentar travamentos ou erros técnicos inesperados?

- () Concordo totalmente
- () Concordo parcialmente
- () Não concordo nem discordo
- () Discordo parcialmente
- () Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

16. Você sentiu segurança em relação à integridade e à privacidade dos seus dados ao utilizar a ferramenta?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

17. Você utilizaria a ferramenta novamente se tivesse oportunidade?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

18. Você recomendaria o uso desta ferramenta a outros estudantes?

- ☐ Concordo totalmente
- ☐ Concordo parcialmente
- ☐ Não concordo nem discordo
- ☐ Discordo parcialmente
- ☐ Discordo totalmente

Se preferir, discorra sobre sua opinião:

19. Você identificou algum problema técnico ou gostaria de sugerir melhorias para a ferramenta *Learn Data*?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se sim, discorra sobre sua opinião:

20. Gostaria de fazer algum comentário adicional sobre sua experiência geral com a ferramenta *Learn Data*?

() Sim

() Não

Se sim, discorra sobre sua opinião:

APÊNDICE D: EMENTA DA DISCIPLINA

INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE DADOS

Este apêndice apresenta o conteúdo da disciplina “Introdução à Análise de Dados”, oferecida pelo Instituto de Matemática e Computação da UNIFEI.

INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE DADOS - SPAD03

Professora Melise Maria Veiga de Paula

Objetivos:

O objetivo da disciplina é mostrar os conceitos básicos que envolvem o processo de descoberta de conhecimento através da análise de dados, permitindo que o aluno saiba utilizar os métodos matemáticos e computacionais de forma adequada para facilitar a tomada de decisão.

Ementa:

Introdução à Ciência de Dados, processo de descoberta de conhecimento, tomada de decisão, processo de ciência de dados. Definição do problema e suas implicações nas fases do processo de Ciência de Dados. Técnicas de coleta, pré-processamento e limpeza de dados. Integração e Transformação de dados. Qualidade de dados. Mapeamento visual e projeto de interação, construção e validação.

Programa:

1. Conceitos básicos: as diversas definições do termo análise de dados e a relação com o conceito de Ciência de Dados e BI.
2. Ciclo de vida da análise de dados: definição das etapas que deverão ser consideradas para o desenvolvimento de uma solução que utilize de forma apropriada os métodos matemáticos e computacionais para apoiar a tomada de decisão.

3. Entendimento do problema e concepção da solução.
4. Aquisição dos dados: estratégias para aquisição e coleta de dados, como API de dados, dados abertos e outros temas pertinentes às possíveis fontes de dados.
5. Qualidade de dados: definir o termo qualidade de dados e discutir o impacto na análise de dados.
6. Preparação dos dados: aspectos que envolvem a preparação dos dados. Técnicas utilizadas para a sistematização do tratamento dos dados: Limpeza de dados, ETL, Data Wrangling.
7. Análise Visual de Dados: conceitos básicos sobre a análise visual de dados.
8. Avaliação dos resultados: discutir as diferentes abordagens para avaliar a solução elaborada incluindo estratégias para análise de dados gerados em experimentos.

Bibliografia Básica:

1. SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. Business Intelligence e Análise de Dados para Gestão de Negócios. 4a Edição. Bookman. 2019.
2. KENETT, R. S.; REDMAN, T. C. The Real Work of Data Science: Turning data into information, better decisions, and stronger organizations. 1st Edition. Wiley. 2019.
3. KNAFLIC, C. N. Storytelling com dados: um guia sobre visualização de dados para profissionais de negócios. 2a Edição. Alta Books. 2018.