UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (UERN)
CAMPUS AVANÇADO DE PAU DOS FERROS (CAPF)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO (PPGE)
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO (CMAE)
INSTITUIÇÕES PARCEIRAS:
Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

DENILSON GABRIEL FREITAS DE CARVALHO

SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES COM GAMIFICAÇÃO E INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

PAU DOS FERROS - RN
2026

DENILSON GABRIEL FREITAS DE CARVALHO

SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES COM GAMIFICAÇÃO E INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE), do Campus Avançado de Pau dos Ferros (CAPF), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino, área de concentração: Educação Básica, linha de pesquisa: Ensino de Ciências Exatas e Naturais

Orientador: Dr. Glaydson Francisco Barros de Oliveira

Coorientador: Dr. Geiser Chalco Challco

PAU DOS FERROS - RN
2026

Catalogação da Publicação na Fonte
Universidade do Estado do Rio Grande do NorteCatalogação de Publicação na Fonte. UERN - Biblioteca setorial de Pau dos Ferros

Carvalho, Denilson Gabriel Freitas de.
Sistemas tutores inteligentes com gamificação e inteligências múltiplas: uma abordagem experimental no ensino de matemática / Denilson Gabriel Freitas de Carvalho. - Pau dos Ferros, 2026.
107f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Avançado de Pau dos Ferros, Programa de Pós-Graduação em Ensino.
Orientação: Prof. Dr. Glaydson Francisco Barros de Oliveira.
Coorientação: Prof. Dr. Geiser Chalco Challco.

1. Ensino de matemática. 2. Gamificação. 3. Teoria do fluxo. 4. Sistema tutor inteligente. 5. Teoria das inteligências múltiplas. I. Oliveira, Glaydson Francisco Barros de. II. Challco, Geiser Chalco. III. Título.

RN/UFㅤBiblioteca Setorial de Pau dos Ferros CDD 370

Elaborado por FRANCISMEIRY GOMES DE OLIVEIRA - CRB-15/869

DENILSON GABRIEL FREITAS DE CARVALHO

SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES COM GAMIFICAÇÃO E INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE), do Campus Avançado de Pau dos Ferros (CAPF), da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino.

Aprovada em 22 de Junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Glaydson Francisco Barros de Oliveira (Presidente)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Prof. Dr. Geiser Chalco Challco (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Prof. Dr. Diego Dermeval Medeiros da Cunha Matos (Examinador Externo)
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Prof. Dr. João Cláudio Nunes Carvalho (Examinador Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Otávio Floriano Paulino (Suplente Interno)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo (Suplente Externo)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

PAU DOS FERROS - RN
2026

Às minhas avós, Raimunda e Antônia, meus melhores exemplos de vida. E à minha mãe, Janicleide, meu melhor exemplo de dedicação à educação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À minha mãe Janicleide e minha família, que mesmo não compreendendo ao certo meu trabalho, são as pessoas nas quais encontro conforto em momentos difíceis.

A Felipe, meu bem, pela paciência, carinho, apoio e companhia.

À Professora Dra. Kytéria Figueredo, por me apresentar o PPGE e a pós-graduação, mas também pelos conselhos, pela confiança, pela consideração e pela amizade.

A Rony, e todos os amigos e colegas que estiveram presentes nesta jornada, por me mostrarem possibilidades de pontos de vista e formas de ser tão diferentes das minhas.

Aos meus orientadores, Professores Dr. Glaydson Oliveira e Dr. Geiser Challco, pelos ensinamentos e pelos direcionamentos, essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À gestão, aos professores e aos alunos da Escola Estadual Dr. Joaquim Inácio, por me acolherem como ex-aluno e pesquisador neste momento tão importante.

Estendo meu reconhecimento a todo o corpo docente do PPGE, pelas valiosas disciplinas e trocas intelectuais; ao secretário do programa, Dr. Fco. Renato Santos, por todo suporte administrativo, paciência e presteza ao longo desses dois anos.

Por fim, agradeço a todos que minha curta memória não resgatou ou a imperfeição humana me fez esquecer, mas que, de alguma forma, contribuíram com minha jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Pesquisas educacionais nacionais e internacionais apontam um cenário de baixo desempenho e aprendizagem matemática inadequada no Brasil, agravado após a pandemia de COVID-19. Diante disso, novas metodologias têm sido exploradas como alternativas aos métodos de ensino tradicionais. Sob essa ótica, Sistemas Tutores Inteligentes (STI) proporcionam ensino individualizado, enquanto a Gamificação atua para manter o aluno engajado por meio de elementos e mecânicas de jogos. Em paralelo, abordagens como a Teoria das Inteligências Múltiplas (IM) buscam utilizar as características e interesses pessoais para traçar estratégias de ensino personalizadas. Nesse contexto, questiona-se: como um STI associado à Gamificação e às Inteligências Múltiplas impacta o desempenho e o engajamento dos alunos em matemática? Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar os efeitos de uma atividade gamificada, integrada a um STI e fundamentada na Teoria das Inteligências Múltiplas, sobre o engajamento e o desempenho de estudantes do 2º ano do Ensino Médio em matemática em uma escola do Rio Grande do Norte. Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica exploratória e experimental, comparando uma turma que utilizou apenas um STI com outra na qual o STI foi inserido em uma atividade gamificada com elementos associados às Inteligências Múltiplas. Os dados foram coletados por meio de questionários, testes de desempenho (pré-teste e pós-teste), observação não-participante e pela análise de interações com o STI. A análise seguiu método misto, com análise estatística para os dados quantitativos e complementadas com quadros onde organizaram-se os dados qualitativos. Os resultados demonstraram que ambas as estratégias foram capazes de melhorar o desempenho dos estudantes, contudo, não geraram diferença significativa no engajamento, medido através do estado de fluxo percebido. Ademais, não foram observadas correlações relevantes entre os perfis de inteligência múltipla e os comportamentos apresentados, indicando que os elementos de jogos baseados na IM interpessoal não produziram efeitos distintos de desempenho ou engajamento para alunos com este ou outro perfil de IM. Conclui-se que, apesar de a proposta não gerar diferença significativa no engajamento discente, ela foi capaz de aumentar consideravelmente o desempenho, destacando-se como fator limitante para o aumento do engajamento a ausência de conhecimentos prévios basilares. Essa lacuna ocasionou um aumento no nível de dificuldade das tarefas, percebido pelos alunos ao realizarem, por exemplo, cálculos multiplicativos com números decimais.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Gamificação; Teoria do Fluxo; Sistema Tutor Inteligente; Teoria das Inteligências Múltiplas.

ABSTRACT

National and international educational research points to a scenario of low performance and inadequate mathematics learning in Brazil, aggravated after the COVID-19 pandemic. In response, new methodologies have been explored as alternatives to traditional teaching methods. From this perspective, Intelligent Tutoring Systems (ITS) provide individualized instruction, while Gamification works to keep students engaged through game elements and mechanics. In parallel, approaches such as the Theory of Multiple Intelligences (MI) seek to utilize personal characteristics and interests to develop personalized teaching strategies. In this context, the question arises: how does an ITS associated with Gamification and Multiple Intelligences impact student performance and engagement in mathematics? This research aimed to analyze the effects of a gamified activity, integrated with an ITS and grounded in the Theory of Multiple Intelligences, on the engagement and performance of 2nd-year high school students in mathematics at a school in Rio Grande do Norte. To this end, an exploratory and experimental methodological approach was adopted, comparing a class that used only one STI (Skills-Based Interpersonal) with another in which the STI was inserted into a gamified activity with elements associated with Multiple Intelligences. Data were collected through questionnaires, performance tests (pre-test and post-test), non-participant observation, and analysis of interactions with the STI. The analysis followed a mixed-methods approach, with statistical analysis for quantitative data and complemented by tables organizing the qualitative data. The results demonstrated that both strategies were able to improve student performance; however, they did not generate a significant difference in engagement, measured through the perceived state of flow. Furthermore, no relevant correlations were observed between multiple intelligence profiles and the behaviors presented, indicating that the game elements based on interpersonal MI did not produce distinct effects on performance or engagement for students with this or another MI profile. It is concluded that, although the proposal did not generate a significant difference in student engagement, it was able to considerably increase performance, with the lack of basic prior knowledge standing out as a limiting factor for increasing engagement. This gap caused an increase in the level of difficulty of the tasks, perceived by the students when performing, for example, multiplicative calculations with decimal numbers.

Keywords: Mathematics Teaching; Gamification; Flow Theory; Intelligent Tutoring System; Theory of Multiple Intelligences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O estudo para desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes como uma interseção entre ciência da computação, psicologia e educação.....20
Figura 2 – Esquematização de funcionamento de Sistema Tutor Inteligente utilizando a arquitetura clássica mais um modelo de aluno aberto 22
Figura 3 – A Gamificação entre o Jogo e o brincar, o todo e as partes 25
Figura 4 - O Estado de Fluxo como o equilibro entre habilidade e desafio 30
Figura 5 - Etapas da Pesquisa 42
Figura 6 - Escola Estadual Joaquim Inácio localizada no município de Martins, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil 44
Figura 7 – Fluxo esquematizado de coleta de dados com discriminação dos instrumentos utilizados em cada fase e passos 45
Figura 8 - As cinco fases de análise qualitativa e suas interações.....50
Figura 9 - Etapas do desenvolvimento do STI com *Cognite Tutor Authoring Tools*...53
Figura 10 - Análise de tarefa para derterminar volume de cilindros 53
Figura 11 - Interface do Sistema Tutor Inteligente desenvolvido na pesquisa para o ensino do cálculo de volume de cilindros 54
Figura 12 – Exemplo de grafo de estados do STI desenvolvido 55
Figura 13 - Tabuleiro da corrida da engenharia.....57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Preferência dos alunos por áreas do conhecimento.....61
Gráfico 2 - Dificuldades sentidas pelos alunos do 2º ano em aprender matemática.62
Gráfico 3 - Metodologias de ensino utilizadas pelo professor de matemática.....63
Gráfico 4 – Intervalos de distribuição dos valores absolutos de Estado de Fluxo entre amostras pareadas da Turma A 70
Gráfico 5 – Intervalos de distribuição dos valores absolutos de Estado de Fluxo entre amostras pareadas da Turma B 70
Gráfico 6 – Intervalos de distribuição das variações absolutas no Estado de Fluxo .71
Gráfico 7 - Intervalos de distribuição dos valores absolutos de desempenho entre amostras pareadas da Turma A 73
Gráfico 8 - Intervalos de distribuição dos valores absolutos de desempenho entre amostras pareadas da Turma B 73
Gráfico 9 - Intervalos de distribuição das variações absolutas no desempenho 74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de Elementos de Design de Jogos.....27
Quadro 2 - Descrição de alguns Elementos de Design de Jogos 28
Quadro 3 - Descrição das Inteligências Múltiplas.....34
Quadro 4 - Critérios de Inclusão e exclusão da população de estudo 44
Quadro 5 - Rubrica de avaliação de desempenho no pré-teste e pós-teste 48
Quadro 6 - Critérios e pontuação da “Corrida da Engenharia”. 57
Quadro 7 - Rubrica de avaliação e conferências dos pontos de gestão 58
Quadro 8 – Descrição dos Elementos de Design de Jogos e as características presentes no design de atividade gamificada “Corrida da Engenharia” 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado de Fluxo percebido pelos alunos da turma A em aulas convencionais na aula com Sistema Tutor Inteligente 69
Tabela 2 – Estado de Fluxo percebido pelos alunos da turma B em aulas convencionais e com Sistema Tutor Inteligente associado à Gamificação 69
Tabela 3 – Teste de Wilcoxon para variação no Estado de Fluxo por turma 70
Tabela 4 – Teste U de Mann-Whitney para diferenças absolutas de Estado de Fluxo entre turmas 71
Tabela 5 - Desempenhos da turma A pré e pós intervenção com STI.....72
Tabela 6 - Desempenhos da turma B pré e pós intervenção com STI 72
Tabela 7 - Teste de Wilcoxon para pré-teste e pós-teste por turma 73
Tabela 8 - Diferenças absolutas de desempenho entre as turmas.....74
Tabela 9 - Teste U de Mann-Whitney para escores pré e pós teste entre turmas. 75
Tabela 10 - Comparação entre o perfil de Inteligências Múltiplas das turmas.....75
Tabela 11 - Teste U de Mann Whitney para escores de IM entre turmas 76
Tabela 12 – Pontuações de IM, Variação de Estado de Fluxo e desempenhos 77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAI	*Computer Assisted Instruction*
CAPES	*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*
CC	*Corporal-Cinestésica*
CEP	*Comitê de Ética em Pesquisa*
CTAT	*Cognitive Tutor Authoring Tools*
DFS-BR	Brazilian-Portuguese dispositional flow scale 2
EDJ	*Elemento de Design de Jogo*
EEJI	*Escola Estadual Doutor Joaquim Inácio*
EJ	*Elementos Jogos*
ENEM	*Exame Nacional do Ensino Médio*
FS	*Flow State*
FSS-BR-S	*Flow State Scale versão curta em Português-Brasileiro*
IA	*Inteligência Artificial*
ICAI	*Intelligent Computer-Assisted Instruction*
IM	*Inteligência Múltipla*
LM	*Lógico-Matemática*
MIPQ	*Multiple Intelligences Profiling Questionnaire*
OCDE	*Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*
PE	*Pontos de Engenharia*
PISA	*Programa Internacional de Avaliação de Estudantes*
QI	Quociente de Inteligência
RM	*Rítmico-Musical*
RSL	*Revisão Sistemática da Literatura*
SAEB	*Sistema de Avaliação da Educação Básica*
STI	*Sistema Tutor Inteligente*
TALE	*Termo de Assentimento Livre e Esclarecido*
TCLE	*Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*
VE	*Visual-Espacial*
VL	*Verbal-Linguística*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 REFERENCIAL TEÓRICO 19
2.1 Sistemas Tutores Inteligentes 19
2.2 Gamificação 23
2.2.1 Elementos de Design de Jogos 25
2.2.2 Teoria do Fluxo 29
2.3 Teoria das Inteligências Múltiplas 32
3 REVISÃO DA LITERATURA 36
3.1 Gamificação baseada na Teoria das Inteligências Múltiplas 36
3.2 Sistemas Tutores Inteligentes e Teoria das Inteligências Múltiplas 38
4 METODOLOGIA 41
4.1 Caracterização da pesquisa 41
4.2 Local e população da pesquisa 43
4.3 Métodos e instrumentos de coleta de dados 45
4.4 Análise dos dados 49
5 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PARA O ENSINO DO CÁLCULO DE VOLUME DE CILINDROS 52
6 PROPOSTA DE GAMIFICAÇÃO BASEADA EM INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS 56
6.1 As regras da atividade “Corrida da Engenharia” 56
6.2 Elementos de Design de Jogos da “Corrida da Engenharia” 59
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES 61
7.1 Perspectiva discente sobre a Matemática 61
7.2 Relato das observações de campo 65
7.3 Análises comparativas do Estado de Fluxo (H1) 68
7.4 Análises comparativas do desempenho (H2) 71
7.5 Perfil de Inteligências múltiplas, desempenho e engajamento (H3) 75
7.6 Análise e discussão qualitativa das intervenções diante da experiência discente 78

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 84
REFERÊNCIAS 87
APÊNDICE A - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO 95
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA TURMA 96
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE 97
APÊNDICE D – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE 98
APÊNDICE E – PERFIS INDIVIDUAIS DOS DISCENTES 99
APÊNDICE F – QUADRO RESUMO TURMA A 103
APÊNDICE G – QUADRO RESUMO DA TURMA B 104
ANEXO A – BRAZILIAN-PORTUGUESE DISPOSITIONAL FLOW SCALE 2 105
ANEXO B – BRAZILIAN-PORTUGUESE FLOW STATE SCALE SHORT 106
ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE PERFIL DE INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS 107

1 INTRODUÇÃO

Os dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2023 revelam que o Brasil enfrenta dificuldade para recuperar os patamares de aprendizado matemático anteriores à pandemia da COVID-19, sobretudo nas etapas finais da educação básica (Brasil, 2025a). Segundo *estudo* do Todos pela Educação (2025), em 2023, apenas 5,2% dos estudantes do ensino médio alcançaram aprendizagem adequada em matemática. No cenário Internacional, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2022, apontou que 73% dos estudantes brasileiros não atingiram o nível básico de proficiência em Matemática definido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Esse quadro coloca o Brasil entre a 62ª e a 69ª posição no ranking de Matemática, evidenciando uma defasagem expressiva em relação à média dos países da OCDE, cuja taxa de estudantes abaixo do nível básico foi de 31% (Brasil, 2023).

Ademais, acentuam-se as disparidades educacionais referentes a regiões e dependências administrativas. As regiões Norte e Nordeste apresentam médias de proficiência inferiores à média nacional, enquanto as escolas estaduais e municipais obtêm resultados sistematicamente abaixo das instituições particulares e federais. Conforme destacam Pinheiro Filho et al. (2024, p. 11), “barreiras socioeconômicas, incluindo pobreza, localização geográfica e discriminação de gênero e raça, continuam a limitar o acesso à educação de qualidade em muitas regiões”. Essas barreiras retroalimentam um ciclo de pobreza e exclusão social de difícil rompimento, afetando de maneira contundente grupos historicamente marginalizados, a exemplo de mulheres negras residentes em zonas rurais, que apresentam índices de escolaridade mais baixos em relação a outros recortes demográficos (Pinheiro Filho et al., 2024).

No que tange aos fatores intrínsecos ao ensino e à aprendizagem de Matemática, observa-se que a disciplina carrega uma visão estigmatizada, frequentemente associada à crença social de que é inacessível ou de que nem todos possuem capacidade para compreendê-la (Gritti; Predebon, 2020). Esse estigma é agravado pela predominância de métodos convencionais, centrados na memorização mecânica e descontextualizada. Tais abordagens fragmentam o conhecimento, dificultam o desenvolvimento do pensamento crítico e ignoram as individualidades dos

alunos, mantendo-os em uma postura passiva que reduz o seu engajamento e a sua motivação (Souza; Silva, 2024).

Desse modo, teorias, metodologias e instrumentos que buscam compreender e otimizar aspectos cognitivos para engajar os discentes, como a Teoria das Inteligências Múltiplas (IM), a Gamificação e os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), respectivamente, despontam como alternativas aos métodos convencionais de ensino. Tais inovações permitem que os alunos vivenciem uma experiência educacional personalizada, utilizando recursos compatíveis com seus perfis e níveis de proficiência. Assim, são capazes de promover a autonomia discente, proporcionando maior responsabilidade sobre o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades de autorregulação e autoavaliação (Souza; Silva, 2024).

Os STIs oferecem uma experiência de aprendizagem flexível, interativa e individualizada (Kuyven, 2003), apresentando resultados positivos (Leite et al., 2025), inclusive quando comparados a estratégias de ensino tradicionais (Ma et al., 2014). No entanto, segundo Dermeval et al. (2019), é comum que os estudantes se sintam desengajados ou cansados ao utilizar STIs com tarefas muito longas, sendo a gamificação uma estratégia adicional para mitigar esse efeito. Assim utiliza-se elementos de design de jogos para tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, gerando efeitos positivos sobre o engajamento e a motivação discente (Li; Hew; Du, 2024; Alves; Minho; Diniz, 2014). Por outro lado, estudos meta-analíticos demonstraram que os efeitos de aprendizagem gerados pela gamificação são positivos, porém discretos (Li; Hew; Du, 2024).

Por sua vez, a Teoria das Inteligências Múltiplas contribui para a exploração das habilidades individuais, proporcionando um aumento na assiduidade, no interesse e no desempenho dos alunos em diferentes ambientes educacionais (Bach Junior; Martins, 2022). Assim, considerando a perspectiva da Teoria das IM sobre as diferentes habilidades relacionadas a perfis cognitivos distintos, a seleção e a adaptação de elementos de jogos com base nesses perfis poderiam, hipoteticamente, potencializar a experiência educacional (Sajjadi; De Troyer, 2020). A premissa hipotética subjacente é que, ao relacionar positivamente as mecânicas de jogo a um perfil específico, o aluno se sentirá mais engajado nas tarefas propostas.

A articulação teórica e prática desses três componentes, bem como sua aplicação no âmbito do ensino de Matemática no Brasil, ainda constitui uma temática

incipiente na literatura especializada, conforme evidenciaram revisões bibliográficas recentes (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025). Diante dessa lacuna, o presente estudo norteia-se pelo seguinte problema de pesquisa: Como um Sistema Tutor Inteligente, inserido em uma atividade gamificada com elementos de jogos baseados em Inteligências Múltiplas, impacta o desempenho e o engajamento de alunos em Matemática?

Para investigar tal questionamento, a pesquisa estabeleceu como objetivo geral analisar os efeitos da utilização de um STI em uma atividade gamificada com elementos e mecânicas de jogos relacionados à Inteligências Múltiplas. A investigação pautou-se na proposta de um desenho de atividade gamificada com STI e elementos de jogos baseados em inteligências múltiplas e sua implementação em contexto real de sala de aula com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Martins, Rio Grande do Norte. A fim de compreender a eficácia da proposta, o estudo avaliou comparativamente os ganhos de desempenho e engajamento entre duas abordagens distintas: o uso isolado do STI e a nova atividade gamificada com foco na IM interpessoal. Nesta última, dada a inviabilidade temporal da pesquisa em abranger diferentes propostas para cada perfil de IM, optou-se arbitrariamente pela utilização de elementos de jogos relacionados, supostamente, a IM Interpessoal.

Neste cenário, o estudo é conduzido sob a perspectiva de três hipóteses centrais. A primeira, H1, que a inserção do STI em uma atividade gamificada promoveria um engajamento significativamente maior em comparação às aulas tradicionais e ao uso isolado do STI. De modo análogo, a segunda hipótese (H2) sugeriu que essa mesma integração resultaria em um desempenho matemático superior frente ao STI isolado e às aulas tradicionais. Por fim, a terceira hipótese (H3) estabeleceu que a incorporação de elementos de jogos associados especificamente à inteligência interpessoal maximizaria o engajamento nas tarefas por parte dos alunos que possuem esse perfil cognitivo predominante.

Ao testar essas hipóteses, a pesquisa oferece novas perspectivas teóricas e empíricas para pesquisadores que desejam utilizar a Teoria das IM, Gamificação e STIs no desenvolvimento de estratégias educacionais. Da mesma forma, oferece aos professores da educação básica uma alternativa às estratégias de ensino tradicionais de matemática, e cujo modelo pode ser adotado em outras áreas do conhecimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são abordados os pilares teóricos desta pesquisa, apresentando suas características, discutindo seu surgimento, conceitos, definições e suas contribuições para o ensino, nesta ordem: os Sistemas Tutores Inteligentes, a Gamificação, e a Teoria das Inteligências Múltiplas.

2.1 Sistemas Tutores Inteligentes

Ao final da década de 1960 surgiram os primeiros softwares educacionais chamados de *Computer Assisted Instruction (CAI)*, ou Instrução Assistida por Computador. Baseados no modelo educacional comportamentalista, onde o professor é tido como a figura central do processo de ensino-aprendizagem, esses softwares apresentam o conteúdo ou tarefas como determinados previamente pelo educador (Jesus, 2009). Assim, não são capazes de adaptar instrução ou o conteúdo às preferências e habilidades dos alunos.

Mais tarde, a partir da adição dos conhecimentos e técnicas Inteligência Artificial (IA) aos CAI, surgiram os *Intelligent Computer-Assisted Instruction (ICAI)*, ou Instrução Inteligente Assistida por Computador. Esses novos sistemas possuem uma representação do domínio de conhecimento mais abrangente e são capazes de personalizar a instrução a partir da modelagem do perfil do aluno, adaptando-se ao seu nível de conhecimento e modo de aprendizagem (Jesus, 2009).

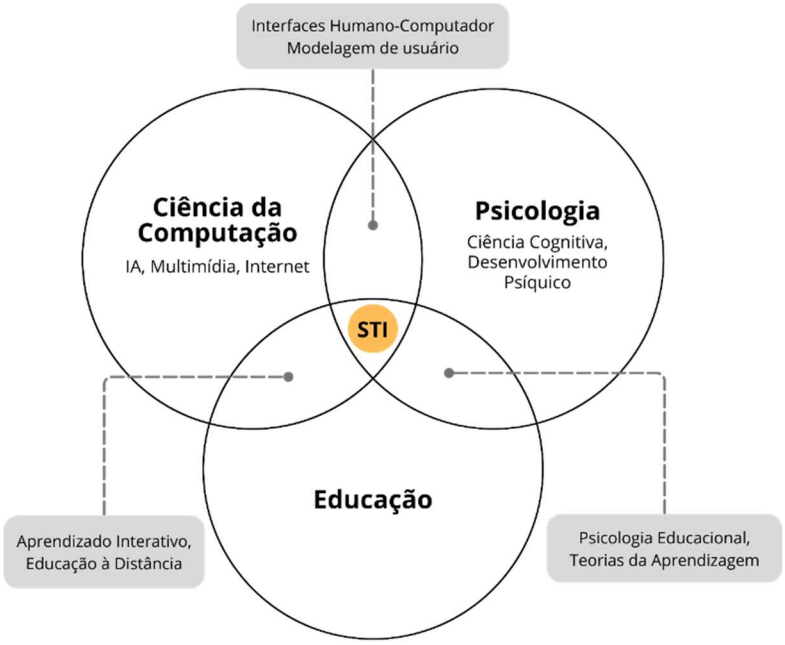
Os Sistemas Tutores Inteligentes são um tipo de ICAI surgidos ao final da década de 1970 e tornaram-se mais populares ao final da década de 1980 (Hermawan, 2022). Segundo Woolf (2009), o primeiro STI foi implementado por Jaime Carbonell em sua tese de doutorado no ano de 1970. Depois, no ano de 1988, ocorreu a primeira *International Conference of Intelligent Tutoring Systems* (Conferência Internacional de Sistemas Tutores Inteligentes), organizada por Claude Frasson, na *University of Montreal* (Universidade de Montreal), Canada.

Esses sistemas baseiam-se na aprendizagem interativa, que coloca o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, considerando seu conhecimento atual e suas características de aprendizagem (Jesus, 2009), sendo sua essência a capacidade de personalização, adaptação e assistência imediata ao aluno durante a resolução de problemas (Calo e Maclellan, 2024). Esta característica é viabilizada por

arquitetura inteligente, que, segundo Indrabudhi Kusuma *et al.* (2025, p. 1, tradução nossa), combina "métodos de inteligência artificial para fornecer tutores que sabem o que estão ensinando, a quem estão ensinando e como ensiná-los". Dessa forma, um STI constitui-se como uma ferramenta computacional que, por meio de uma interface interativa e inteligente, personaliza o ensino, fornecendo suporte individualizado e adaptado às necessidades específicas de cada aluno.

Os STIs estão inseridos em uma interseção entre as áreas de Ciência da Computação, Psicologia e Educação, conforme ilustrado na Figura 1. Segundo Woolf, (2009), a IA, inserida na área de Ciência da Computação, estuda a aprendizagem humana para tentar desenvolver algoritmos de computador capazes de reproduzi-la; a Ciência Cognitiva, inserida na Psicologia, tenta entender o pensamento e a aprendizagem; e a Educação investiga como aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. A partir desses objetos de estudo, surge uma interseção centrada na complexidade do ensino-aprendizado humano, que impede o desenvolvimento de um sistema de computador voltado a esse processo sem sustentação em uma teoria de aprendizagem (Woolf, 2009).

Figura 1 – O estudo para desenvolvimento de Sistemas Tutores Inteligentes como uma interseção entre ciência da computação, psicologia e educação



Fonte: Adaptado de Woolf (2009, p.42)

A arquitetura de *software* clássica dos STIs é caracterizada pela existência de quatro módulos principais especializados, que podem ser combinados de diferentes formas em cada novo STI. A seguir, esses componentes são descritos com base em Jesus (2009), Woolf (2009) e Hernandez e Rengifo (2015):

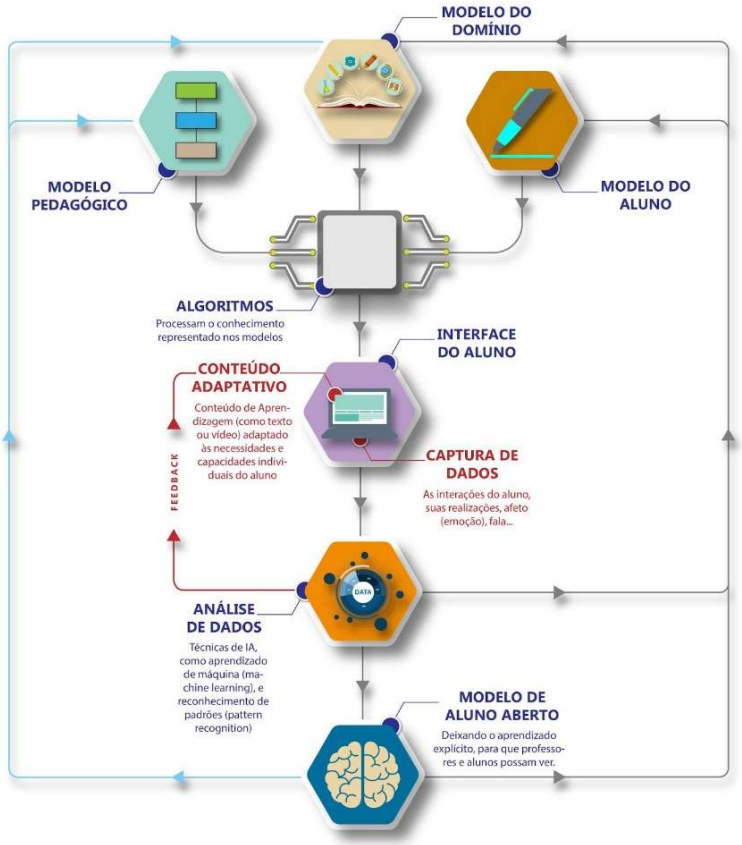
I. Modelo do Domínio ou do Especialista (Módulo do Conhecimento): contém o conteúdo completo e estruturado que será ensinado, representando o domínio do conhecimento detido por um especialista. Também contém características e instruções relativas à resolução das tarefas propostas no STI, sendo responsável por avaliar o desempenho do estudante e elaborar soluções para o problema.
II. Modelo Pedagógico (Módulo Tutor): contém a estrutura didático-pedagógica, estratégias e instruções que serão utilizadas para conduzir o ensino do conteúdo, ou seja, é o "como ensinar?". Objetiva reduzir ou eliminar as lacunas de conhecimento entre o especialista e o aluno, substituindo um tutor humano a partir da adaptação das estratégias de ensino às necessidades do aluno, sem comprometer a sua motivação e autonomia.
III. Modelo do Aluno: representa a compreensão do estudante sobre o conteúdo, seu conhecimento prévio, e o modo dele pensar. Armazena as habilidades e o comportamento de aprendizagem do aluno, informações essenciais para orientar as decisões pedagógicas do tutor inteligente.
IV. Modelo da Interface: gerencia a interação entre os outros módulos do STI e controla a interface onde o aluno interage, atuando como mediador entre o sistema e o estudante por meio de interfaces gráficas, animações ou mecânicas de diálogo. Deve ser adaptável e ajustar-se às necessidades individuais do usuário, além de aprender novos conceitos, tomar decisões autônomas, fazer sugestões e fornecer explicações.

Woolf (2009), exemplifica o funcionamento de tutores que contém esses quatro módulos:

> Para os tutores que contêm todos os quatro componentes, um ciclo de ensino pode primeiro pesquisar no módulo de domínio por tópicos sobre os quais gerar problemas personalizados e, em seguida, raciocinar sobre as atividades do aluno armazenadas no módulo do aluno. Por fim, o sistema seleciona dicas ou ajuda apropriadas do módulo de tutoria e escolhe um estilo de apresentação entre as opções do módulo de comunicação. As informações fluem tanto de cima para baixo quanto de baixo para cima. [Desse modo] O módulo de domínio pode recomendar um tópico específico, enquanto o modelo do aluno rejeita esse tópico, enviando informações de volta para identificar um novo tópico para apresentação (Woolf, 2009, p.45, tradução nossa).

Assim, esses módulos interagem entre si em um processo de retroalimentação de informações, conforme exemplificado Figura 2. Isso é necessário para que o STI possa adaptar-se às preferências do aluno conforme recebe novas informações que novamente serão detidas e processadas pelos módulos para a adaptação das estratégias de ensino, de modo que o objetivo de personalização e adaptação seja alcançado.

Figura 2 – Esquematização de funcionamento de Sistema Tutor Inteligente utilizando a arquitetura clássica mais um modelo de aluno aberto



Fonte: https://jornal.usp.br/universidade/inteligencia-artificial-pode-trazer-beneficios-na-area-da-educacao/. Acesso em: 30 abr. 2025.

Na representação simplificada da Figura 2, os três módulos principais citados anteriormente fornecem informações para algoritmos que as processam e enviam para o Modelo de Interface. A Interface do STI fornecerá o conteúdo ao aluno, ao mesmo tempo em que capta os dados relativos à sua interação com o sistema. Esses dados são analisados por técnicas de IA, devolvidos como *feedback* ao Modelo de Interface, e aos Modelos do Aluno e do Domínio como instruções para sua adaptação e modelagem (Holmes; Luckin, 2016). De forma opcional, alguns STIs podem incorporar um Modelo de Aluno Aberto (*Open Learner Model*), como ilustrado na Figura 2. Esse modelo pode contribuir para a modelagem dos módulos Pedagógico, de Domínio e do Aluno, além de proporcionar a visualização dos resultados da análise de aprendizagem realizada pelo STI.

Segundo Holmes e Luckin (2016), as análises de aprendizagem,

> [...] podem incluir informações valiosas sobre as conquistas do aluno, seu estado afetivo ou quaisquer ideias equivocadas que ele tenha tido. Isso pode ajudar os professores a entender a abordagem de aprendizagem dos alunos e permite que eles moldem futuras experiências de aprendizagem adequadamente. Para os alunos, os Modelos Abertos de Aprendizagem podem ajudar a motivá-los, permitindo que eles monitorem seu próprio progresso e também podem incentivá-los a refletir sobre seu aprendizado (Holmes e Luckin, 2016, p.20, tradução nossa).

Portanto, esse conhecimento ajuda o professor e o aluno a compreenderem melhor suas práticas de ensino e características de aprendizagem. O professor pode encontrar informações úteis para o entendimento das necessidades individuais do aluno e aprimorar os métodos de ensino, enquanto o aluno se sentirá motivado ao entender suas necessidades de aprendizagem, além de terem acesso a um tutor exclusivamente seu.

2.2 Gamificação

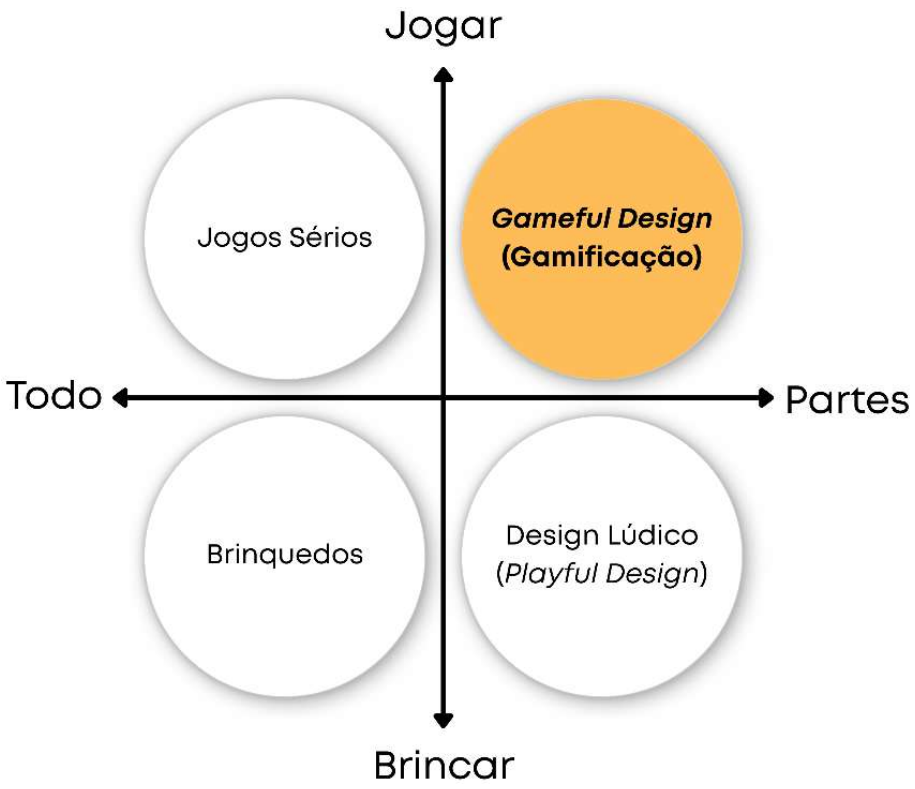
A primeira menção a Gamificação ocorreu em 2002, de Nick Pelling, um programador de jogos do Reino unido que teve a ideia de utilizar Elementos ou mecânicas de Jogos no desenvolvimento de produtos em plataformas de entretenimento (Dreimane, 2019; Moreno; Araújo; Gomes, 2024). À época, o conceito não despertou grande interesse, posteriormente se popularizou entre setores da indústria de jogos e chegou à educação, visando processos educacionais de todas as áreas do conhecimento (Dreimane, 2019; Moreno; Araújo; Gomes, 2024).

Porém, as aplicações da Gamificação em tantos contextos não partiram de uma definição do que se tratava esse fenômeno. Uma das definições mais utilizadas foi proposta por Deterding *et al.* (2011, p.10, tradução nossa): “O uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos”, isto é, utilizar elementos característicos de jogos em situações que não constituem um jogo por si mesmas. Por exemplo, adicionar um *ranking* (placar de classificação por pontos) em um aplicativo de academia para estimular as pessoas a praticarem mais exercícios, ou, no contexto educacional, adicionar desafios e recompensas para estimular os alunos a cumprirem determinada atividade. Esses são exemplos simples, mas que situam como a Gamificação acontece.

Na área da educação, a Gamificação é muitas vezes entendida como uma Metodologia Ativa de ensino-aprendizagem, que são “estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (Moran, 2018, p. 41). Neste caso, Gamificação pode ser compreendida como “o uso de elementos de jogos em processos de ensino e aprendizagem, como desafios, recompensas e competições” (Moreno; Araújo; Gomes, 2024). Assim, sua utilização busca promover a motivação e o engajamento dos estudantes ao tornar as atividades mais parecidas com jogos.

Contudo, é importante destacar que não se deve confundir Gamificação com uma brincadeira, ou com o simples uso de jogos, mesmo os chamado Jogos Sérios. A Gamificação é diferente de uma brincadeira, pois possui um propósito bem definido de engajar e motivar as pessoas em uma tarefa sem o objetivo principal de promover a diversão (Dreimane, 2019; Moreno; Araújo; Gomes, 2024); E distancia-se dos Jogos, pois utiliza apenas algumas de suas mecânicas (Deterding *et al.*, 2011). A Figura 3**,** estabelece uma posição conceitual mais clara para a Gamificação, entre um eixo relacionado as dimensões do brincar (*playing*) e do jogar (*gaming*) e outro à presença dos Elementos de Jogos.

Figura 3 – A Gamificação entre o Jogo e o brincar, o todo e as partes



Fonte: Adaptado de Deterding *et al.* (2011, p.13).

Dessa forma, diferencia-se a Gamificação dos Jogos Sérios, Brinquedos e Design Lúdico. Pois, Jogos Sérios constituem-se jogos propriamente ditos, o objetivo é jogar, e todos as características de jogos são usadas; os Brinquedos focam totalmente na diversão e no entretenimento, na brincadeira; o Design Lúdico utiliza alguns recursos – partes – da dimensão do brincar; enquanto a Gamificação, ou o *Gameful Design,* utiliza apenas elementos – ou mecânicas – dos jogos.

2.2.1 Elementos de Design de Jogos

Os Elementos Jogos (EJs) são centrais na definição de Gamificação de Deterding et al. (2011). No entanto, também não há consenso na literatura sobre sua definição, e diferentes autores classificam ou enumeram distintos elementos como sendo próprios dos jogos (Deterding et al., 2011; Dreimane, 2019; Sajjadi e De Troyer, 2020). Diante disso, e considerando que recursos frequentemente classificados como elementos de jogos - como controles joystick e recursos gráficos -, quando empregados em outros contextos, não tornam a experiência similar à de um jogo,

Deterding et al. (2011) sugerem que tais elementos sejam tratados como partes integrantes ou recursos característicos compartilhados entre jogos.

Além disso, Deterding et al. (2011) alertam para o cuidado necessário ao interpretar a definição de Elementos de Jogos (EJ), evitando abordagens excessivamente restritivas ou demasiadamente abrangentes. Os autores advertem que, se por um lado não se deve considerar que todo elemento presente em jogos constitui, automaticamente, um elemento de jogo, por outro lado também não é adequado restringir tal definição apenas àqueles elementos exclusivamente encontrados em jogos. Nessa perspectiva, os EJs devem ser compreendidos como elementos que podem estar presentes na maioria dos jogos, embora não necessariamente em todos eles (Deterding et al., 2011).

Portanto, é útil referir-se a Gamificação como o uso de Elementos de Design de Jogos (EDJ), não como o uso de tecnologias baseadas em jogos, conforme afirmam os autores:

> Como observado, aplicações "gamificadas" não são os únicos casos em que elementos de jogos foram reaproveitados. Em HCI [Interação Humano-Computador], há uma longa tradição de uso de controles de jogos como dispositivos de entrada para outros fins. Motores gráficos e ferramentas de autoria de videogames também são regularmente usados para fins não relacionados ao entretenimento (de visualizações científicas e ambientes 3D até *fan art*), assim como práticas da ecologia de jogos em geral, por exemplo, em jogos sérios. Para fins de clareza terminológica e conceitual, é mais útil reservar o termo "Gamificação" para o uso do design de jogos, e não para tecnologias baseadas em jogos ou práticas da ecologia de jogos em geral (Deterding et. al, 2011, p. 12, tradução nossa).

Ademais, a diversidade de EDJs pode gerar confusão terminológica na literatura, onde é comum encontrar termos como "mecânicas", "design", "métodos", "modelos", "interface" e "processos" sendo utilizados para se referir a esses elementos. Por isso, Deterding et al. (2011) propõem uma organização conceitual ao identificar e classificar os EDJs de acordo com seu nível de abstração, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 - Níveis de Elementos de Design de Jogos

Nível	Descrição	Exemplo
Padrões de design de interface de jogos.	Componentes comuns e bem-sucedidos de design de interação e soluções de design para um problema conhecido em um contexto, incluindo implementações prototípicas.	Emblema, tabela de classificação de líderes, níveis.
Padrões de design e mecânicas de jogos.	Partes comumente recorrentes do design de um jogo que dizem respeito à jogabilidade.	Restrição de tempo, recursos limitados, turnos.
Princípios e heurísticas de design de jogos	Diretrizes avaliativas para abordar um problema de design ou analisar uma determinada solução de design.	Jogo duradouro, objetivos claros, variedade de estilos de jogo.
Modelos de jogo	Modelos conceituais dos componentes dos jogos ou experiência de jogo.	Framework MDA (Mecânicas, dinâmicas e estética); desafio, fantasia, curiosidade; átomos de design de jogos; Modelo CEGE.
Métodos de design de jogos	Práticas e processos específicos de design de jogos.	Teste de jogo, design centrado no jogo, design de jogos com consciência de valor.

Fonte: Adaptado de Deterding et al. (2011, p. 12, tradução nossa)

Esses autores ressaltam que tal classificação não é única, universalmente aceita ou definitiva, mas cumpre um importante papel ao fornecer uma base comum para o diálogo sobre os EDJs, evitando que termos inadequados sejam tratados como sinônimos. Em decorrência dessa subjetividade, determinados EDJs podem ser contemplados em alguns estudos e omitidos em outros, ou ainda, serem incluídos em determinadas classificações, e omitidos ou transportados entre categorias em outros.

Desse modo, para subsidiar um entendimento inicial, o Quadro 2 elenca alguns EDJs descritos por Kapp (2012).

Quadro 2 - Descrição de alguns Elementos de Design de Jogos

Elemento de Design de Jogo	**Descrição**
Abstração dos conceitos e da realidade	Com a abstração, a complexidade de eventos reais é reduzida nos jogos, pois isto ajuda a manter o engajamento, torna o jogo mais divertido e envolvente
Metas	Adiciona propósito, foco e objetivos mensuráveis. A partir de uma meta, os jogadores podem ter liberdade para tomar decisões ou realizar ações diferentes, mas com vista a atingir essa meta. Caminhos diferentes, mas um mesmo objetivo.
Regras	Jogos são basicamente um conjunto de regras a serem seguidas, definidas para limitar as ações dos jogadores e manter o jogo manejável.
Conflito, Competição e/ou Cooperação	O Conflito é um desafio apresentado sobre um oponente, e para alcançar o objetivo, o jogador de derrotar o oponente. Competição é quando não há como enfrentar um oponente de forma direta, estão o jogador deve trabalhar para melhorar suas próprias habilidades para superar o seu oponente. Cooperação é trabalhar em conjunto com os outros jogadores para atingir uma meta comum. É o aspecto social dos jogos.
Tempo	Nos jogos, o tempo pode motivar os jogadores a realizar ações, na medida em que estabelece um prazo, pode ser um recurso que precisa ser alocado com sabedoria ao longo da experiência, pois é limitado e o jogador pode ter algum ônus ao gastar tempo com tarefas menos importantes; e deve ser comprimido, isto é, nem sempre os períodos de tempo para que acontecimentos ocorram no jogo representam o tempo necessário na vida real.
Estruturas de Recompensa	São formas de mensurar o desempenho do jogador e recompensá-lo por isso. Está presente no quadro de líderes e em recompensas recebidas pelo jogador por cumprir determinado objetivo.
Feedback	Informação fornecida aos jogadores para auxiliá-lo na realização de tarefas da forma correta dentro dos jogos.
Níveis	Existem três tipos: nível referente a uma estrutura de jogo baseada em etapas que devem ser cumpridas de forma estruturada; nível de dificuldade do jogo, por exemplo, fácil, média ou difícil; nível de experiência e habilidades do jogador, desenvolvido ao longo do jogo. Essas estruturas de níveis podem existir de forma simultânea, ou não.
Storytelling	É o processo de contar uma história que serve como plano de fundo, um contexto, para ambientar os jogos. É uma parte essencial da Gamificação do aprendizado e instrução.
Curva de Interesse	Representa o resultado de interesse do jogador, capturado e mantido ao longo do tempo por meio de eventos que devem ocorrer de forma sequencial e fluida nos jogos.
Estética	Elementos visuais que buscam tornar o jogo mais atrativo para o jogador. É um elemento fundamental dos jogos, que ao ser ignorado pode reduzir a experiência geral do jogado.
Replay ou *"Do Over"*	Possibilita ao jogador repetir várias vezes um jogo ou realizar diferentes tentativas dentro de um mesmo jogo, com o objetivo de manter o jogador engajado, ao explorar diferentes formas de atingir o objetivo do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026) com base em Kapp (2012).

O uso de EDJs é investigado em contextos amplos e também específicos com a proposição de estruturas pré-definidas para sua implementação, mas isto é menos presente no contexto educacional (Toda et al., 2019). Além disso, a Gamificação pode

não gerar os resultados de aprendizagem ou performance acadêmica esperados, pois a efetividade da proposta frente a experiência do alunos depende de fatores como conhecimento prévio, configuração dos elementos de jogos e preferências individuais (Zambotto et al., 2026). Dessa forma, alguns EDJs, como placares de classificação, podem gerar experiências positivas para alguns alunos, como mais participação, interação, ao mesmo tempo em que podem causar sentimentos negativos em outros, como comparações sociais negativas, exclusão, embaraço (Zambotto et al., 2026; Li; Hew; Du, 2024).

Segundo Li, Hew e Du (2024), que conduziram uma meta-análise de pesquisas quantitativas sobre os efeitos da Gamificação na motivação intrínseca de estudantes – conceito pertencente à Teoria da Autodeterminação de Deci e Ryaan (1985, *apud* Li; Hew; Du, 2024). Seus resultados indicaram que apesar da Gamificação gerar efeitos positivos sobre a autonomia e o sentimento de pertencimento a um, seu efeito geral é pequeno sobre a competência, isto é, em realizar uma tarefa com sucesso. Desse modo, segundo os autores, as pesquisas desta área devem preocupar-se em utilizar elementos de jogos capazes de atender a todas as necessidades psicológicas dos estudantes e assim promover resultados de aprendizagem mais significativos e duradouros.

2.2.2 Teoria do Fluxo

Imagine a seguinte situação vivida por um jogador de videogame.

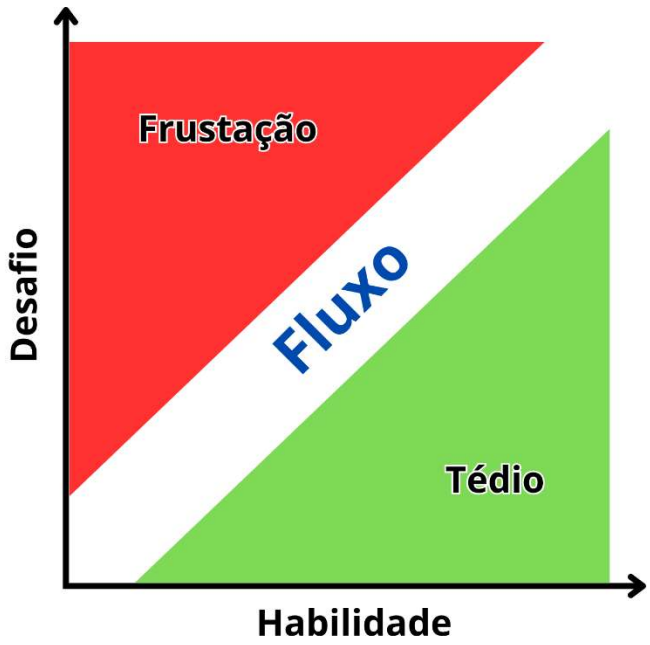
> Certa noite, você se senta para jogar e fica tão envolvido que perde completamente a noção do tempo, encontra e derrota os vilões sem esforço, encontra as pistas com facilidade e se entrega ao desafio. Enquanto joga, você está nervoso, mas confiante de que pode avançar e alcançar o objetivo desta fase. Nada vai te impedir. Quatro horas depois, você percebe de repente que está com fome. Jogou durante toda a hora do jantar e não comeu nada — nem mesmo um lanche. Se você já teve essa experiência jogando, praticando um hobby, andando de bicicleta ou concluindo uma tarefa no trabalho, você experimentou o que Mihaly Csikszentmihalyi chama de ‘fluxo’.” (Kapp, 2012 p. 71, tradução nossa)

Esta situação inicial apresenta a ideia central do conceito de Estado de Fluxo, ou *Flow State* (FS): um estado de concentração absoluto em que o indivíduo dedica tanta atenção à uma tarefa que não percebe o tempo passar. Este conceito foi

proposto pelo psicólogo húngaro-americano Mihaly Csikszentmihalyi na década de 1970. Segundo ele, Fluxo (ou *flow)* é “o estado em que as pessoas estão tão envolvidas em uma atividade que nada mais parece importar; a experiência em si é tão prazerosa que as pessoas a praticam mesmo a um custo elevado, simplesmente pelo prazer de realizá-la” (Csikszentmihalyi, 2008, p. 4, tradução nossa). Assim, este estado materializa-se na experienciação de um sentimento de gratificação e concentração absolutos em ações ou tarefas onde os objetivos pessoais, motivados intrinsecamente, se confundem com os objetivos últimos da tarefa Cziksentmihalyi (2008).

O Fluxo pode ainda ser entendido como “o ideal estado entre tédio e ansiedade ou frustação” (Kapp, 2012, p.71), relacionados ao nível de dificuldade ou desafio de uma tarefa e o nível de habilidade do indivíduo para cumpri-la. Quando a tarefa é muito fácil, ocorre uma experiência de tédio, pois não há desafio suficiente para provocar o sujeito; por outro lado, quando a dificuldade prevalece, ocorre um sentimento de ansiedade ou frustação (Challco et al, 2016), conforme representado na Figura 4.

Figura 4 - O Estado de Fluxo como o equilibro entre habilidade e desafio



Fonte: autoria própria (2026) com base em Challco et al. (2016)

Desse modo, “quando há muitas exigências, opções e desafios, ficamos ansiosos. Quando há poucos, ficamos entediados” Cziksentmihalyi (2008, p. 228, tradução nossa).

Portanto, para que seja possível a ocorrência do Fluxo, algumas condições precisam existir, conforme elencadas por Kapp (2012) e Csikszentmihalyi (2008): tarefas realizáveis segundo as habilidades do indivíduo, que deve conseguir concentrar-se na tarefa, possuir metas claras do que fazer e receber *feedback* imediato sobre suas ações. Deve haver ainda, um envolvimento profundo sem esforço e uma percepção de total controle sobre as ações, perca da noção do tempo, inclusive com ausência de preocupação consigo mesmo, mas seguido aumento do senso de identidade ao final da experiência.

No contexto dos jogos instrucionais e em experiências Gamificadas, os designs responsáveis precisam criar condições para possibilitar a experienciação de estado de fluxo nos usuários ou participantes (Kapp, 2012).

> O objetivo ideal dos designers de jogos é moldar os jogos instrucionais que desenvolvem de forma que os jogadores possam entrar em um Estado de Fluxo. O jogo precisa atingir um equilíbrio entre os desafios e o nível de habilidade do jogador. Isso é raro em jogos instrucionais. No entanto, o conceito de fluxo serve como um bom guia para a gamificação da aprendizagem. Se um membro do corpo docente, instrutor ou designer instrucional puder proporcionar um ambiente que incentive o fluxo no aluno, ele ou ela poderá se aproximar de colocar os alunos em um estado de fluxo. (Kapp, 2012, p.73)

No que tange o ensino de matemática, segundo Campos (2021), evidencia-se a necessidade de estratégias pedagógicas estruturadas, visto que a compreensão dessa disciplina exige total concentração dos estudantes, os quais muitas vezes estão em estado contínuo de ansiedade. Diante dessa dificuldade, a Teoria do Fluxo permite analisar como o estudante lida com as atividades com base em suas habilidades (Campos, 2021). Neste sentido, Hildebrand e Campos (2021) apontam que é necessário ponderar os níveis de desafio com as habilidades dos alunos, que devem dominar todas as etapas do tema abordado. Além disso, é preciso pensar "não só nas questões cognitivas e intelectuais, mas também nas questões afetivas, emocionais e motivacionais” (Hildebrand e Campos, 2021, p. 444).

Esta preocupação encontra respaldo no que Jinmin e Qi (2023) constataram em sua meta-análise:

> Nossos resultados de pesquisa indicam uma clara associação entre o estado de fluxo na aprendizagem e o desempenho acadêmico. Alunos com altos níveis de fluxo na aprendizagem tendem a apresentar melhor desempenho acadêmico, mas ainda são necessários mais estudos de alta qualidade e amostras maiores para confirmar essa conclusão (Jinmin e Qi, 2023, p. 8).

Assim, a análise de intervenções pedagógicas à luz da Teoria do Fluxo pode possibilitar a compreensão do quão engajados os alunos se sentem nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

2.3 Teoria das Inteligências Múltiplas

A Teoria das Inteligências Múltiplas (Teoria das IM) foi desenvolvida pelo psicólogo e professor estadunidense Howard Gardner, um crítico à visão da psicologia da década de 1970 de que os seres humanos possuem uma única inteligência, passível de ser medida por testes de QI - Quociente de Inteligência (Bach Junior; Martins, 2022). Gardner (1994) acredita que existem múltiplas capacidades intelectuais relacionadas a diferentes aspectos do conhecimento humano, que não podem ser medidas por um simples teste. Segundo o autor, a “inteligência” ou “capacidade intelectual” é um conjunto de habilidades que proveem competências aos seres humanos de encontrarem, criarem e resolverem problemas, além de elaborar produtos e soluções eficazes, proporcionando a aquisição de novos conhecimentos (Gardner, 1994).

Gardner desenvolveu a Teoria das IM entre o final dos anos 1970 e início dos anos 1980, com base em evidências de diferentes pesquisas em psicologia e neurociência (Bach Junior; Martins, 2022). Sua teoria foi apresentada oficialmente em 1983, em livro que ganhou tradução para o Português em 1994 sob o título *Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas* (Gardner, 1994).

Porém, segundo Armstrong (2004),

> A Teoria das Inteligências Múltiplas não é o primeiro modelo a sugerir que existem formas diferentes de ser inteligente. Nos últimos duzentos anos surgiram várias teorias classificando de 1 a 150 tipos de inteligência. Contudo, o que torna o modelo de Gardner particularmente poderoso é que ele se baseia em pesquisas realizadas numa ampla variedade de campos, incluindo antropologia, psicologia cognitiva, psicologia de desenvolvimento e neuroanatomia (Armstrong, 2004, p.23).

Posto isso, vale ressaltar que Gardner (1994) reconhece que a Teoria das IM propõe uma classificação que pode mudar ao longo do tempo, sendo passível de ser invalidada por novas pesquisas quando a busca empírica falhar, como afirma o próprio autor.

> Numa base *a priori* não há nada errado com estas classificações; e, de fato, elas podem provar ser decisivas para determinadas finalidades. A dificuldade com estas listas, contudo, é que elas são *a priori — um* esforço feito por um indivíduo reflexivo (ou uma cultura) para delinear distinções significativas entre tipos de conhecimento. O que estou procurando aqui são conjuntos de inteligências que satisfazem determinadas especificações biológicas e psicológicas. No final, a busca por um conjunto empiricamente fundamentado de faculdades pode falhar; e então poderemos ter que confiar novamente em esquemas *a priori* como os de Hirst [matemática, ciências físicas, entendimento interpessoal, religião, literatura e as belas artes, moral e filosofia] (Gardner, 1994, p.47).

Destarte, a Teoria das IM não busca invalidar as teorias anteriores, mas sim propor um modelo fundamentado em evidências científicas e empíricas que possibilite a classificação das inteligências. Ademais, Gardner ressalta que as inteligências específicas não são entidades físicas verificáveis, mas sim construções teóricas úteis para a ciência (Gardner, 1994, p.53).

Para estruturar seu modelo, Gardner (1994) estabeleceu critérios que devem ser satisfeitos para que uma capacidade intelectual seja considerada uma Inteligência distinta, e os seguindo, definiu inicialmente a existência de 7 Inteligências: Visual-Espacial (VE), Corporal-Cinestésica (CC), Rítmico-Musical (RM), Verbal-Linguística (VL), Logico-Matemática (LM), Interpessoal e Intrapessoal. Mais tarde, incluiu na lista a Inteligência Naturalista e descreveu a Inteligência Existencial como uma inteligência candidata a integrar a lista, uma ideia que parece ter sido abandonada posteriormente (Gardner, 2020). As descrições dessas inteligências, segundo as habilidades humanas associadas a elas, são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das Inteligências Múltiplas

Inteligência Múltipla	**Descrição**
Visual-Espacial	A capacidade de conceituar, manipular e visualizar mental e graficamente objetos ou arranjos espaciais em larga ou pequena escala (como um piloto de avião ou um arquiteto), sendo sensível a elementos como forma, cor, linha e espaço.
Corporal-Cinestésica	Habilidade de ser capaz de usar o corpo inteiro ou partes dele para resolver problemas ou se expressar, usando gestos e movimentos (como um dançarino ou um atleta).
Rítmico-Musical	Habilidade de expressar-se por meio da música, possuindo sensibilidade ao ritmo, tom, métrica, melodia e timbre (como um maestro ou um cantor). Isto pode incluir a capacidade de cantar, tocar instrumentos musicais e compor músicas.
Verbal-Linguística	Habilidade de usar a linguagem falada e escrita de forma eficaz, compreendendo padrões linguísticos, memorizando informações e persuadindo pessoas, sendo sensível ao significado, ordem, som, ritmos, inflexões e métrica das palavras (como um poeta ou escritor).
Lógico-Matemática	A capacidade de pensar, conceituar e resolver problemas estabelecendo relações lógicas e sistemáticas entre ações ou símbolos, sendo também capaz de utilizar e manipular números com eficiência (como um matemático).
Interpessoal	A capacidade de interagir efetivamente com outras pessoas, compreendendo os estados emocionais, pensamentos, necessidades, motivações, humores, sentimentos, temperamentos dos outros (como um negociador).
Intrapessoal	Habilidade de autoanálise, autorreflexão, autoconsciência e introspecção, sensibilidade aos próprios sentimentos, objetivos e ansiedades.
Naturalista	Habilidade de se conectar à natureza e seus fenômenos, identificando, classificando e categorizando elementos, como animais, plantas e minerais, sendo capaz de fazer distinções significativas como entre uma planta e outra, ou uma formação de nuvens e outra (como um taxonomista).
Existencial[1]	Capacidade cognitiva de levantar e ponderar questionamentos sobre a natureza da existência humana, como o amor, o bem e o mal, a vida e a morte, a existência de Deus, o sentido e motivo da vida.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Hafidi e Bensebaa (2015), Sajjadi, Vlieghe e De Troyer (2017) e Gardner (2020).

Segundo a Teoria das IM, todos os seres humanos possuem essas inteligências, mas em graus distintos de dominância sobre as habilidades e capacidades cognitivas. Além disso, essas inteligências não trabalham de forma isolada, mas sim de forma orquestrada, influenciando-se mutualmente (Sajjadi; Vlieghe; De Troyer, 2017), o que já foi comprovado por pesquisas usando Análise Fatorial Confirmatória (Castejon, Perez e Gilar, 2010 *apud* Sajjadi,Vlieghe e De Troyer, 2017).

[1] Inteligência Candidata, não incluída na Teoria das Inteligências Múltiplas, vista como uma Inteligência Incompleta conforme Gardner (2020).

Neste sentido, cada indivíduo é detentor de uma combinação ímpar de graus de diferentes Inteligências (Gardner, 1994), pela qual seria possível explicar, por exemplo, a existência de indivíduos preponderantemente habilidosos em Matemática, mas péssimos em música, enquanto outros poderiam contemplar o caso inverso, ou ainda, que determinadas metodologias de ensino gerem resultados de aprendizagem diferentes para pessoas diferentes.

Segundo Bach Junior e Martins (2022), à medida que é aplicada ao ensino através de currículos mais flexíveis, a Teoria das IM promove um aprendizado mais inclusivo com avaliações multidimensionais, por exemplo, medindo as habilidades dos alunos em diferentes áreas e identificando seus pontos fortes. Além disso, ambientes de aprendizagem são adaptados para explorar as inteligências individuais, resultando em um maior engajamento e participação dos estudantes (Bach Junior; Martins 2022).

Desse modo, em tese, a Teoria das IM pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem mais eficientes, planejadas de acordo com o perfil de inteligências dos indivíduos com vista a ampliar as oportunidades educacionais (Gardner, 1994).

Entretanto, pondera-se que alguns pesquisadores críticos apontam esta teoria como um neuromito[2], citando fatores como a inexistência de um instrumento psicométrico padrão que fragiliza a comparação entre diferentes estudos e a não comprovação da existência de módulos cognitivos isolados (Waterhouse, 2023). Ademais, Ferrero, Vadillo e León (2021) conduziram uma revisão sistemática e meta-análise que demonstrou que a maioria das pesquisas de aplicação da teoria apresenta falhas como amostras muito reduzidas, ausência de grupos de controle ativos e informações insuficientes para a replicação metodológica, não devendo serem tomadas como prova da eficácia de intervenções baseadas na teoria das IMs.

[2] Neuromitos são crenças populares, exageradas ou distorcidas sobre o funcionamento do cérebro e sistema nervoso, sem comprovação científica sólida.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Kitchenham e Charters (2007), uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) serve para resumir evidências existentes sobre um tratamento ou tecnologia, identificar lacunas no estado da arte, sugerir áreas de pesquisa futuras ou para fornecer uma base teórica para novas pesquisas. Desse modo, as duas RSLs foram necessárias para nortear esta pesquisa.

Esta seção apresenta os resultados de duas RSLs conduzidas para elucidar questões emergentes do referencial teórico desta pesquisa e por isso influenciaram diretamente as escolhas metodológicas desta pesquisa.

A primeira encontra-se publicada sob o título *Intelligent tutoring systems based on the theory of multiple intelligences: a Systematic Literature Review* (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025) e a segunda encontrava-se em processo de publicação até a data de defesa desta dissertação. A primeira RSL buscou associações entre a Teoria das IM e os Elementos de Jogos da Gamificação, enquanto a segunda buscou entender como a Teoria das IM vem sendo utilizada na construção de STIs.

3.1 Gamificação baseada na Teoria das Inteligências Múltiplas

A associação entre a Gamificação e a Teoria das IM oferece uma nova perspectiva para a personalização e individualização da aprendizagem (Sajjadi; De Troyer, 2020; Starks, 2014). Ao considerar as diferentes inteligências propostas por Howard Gardner (1994), é possível criar jogos e atividades gamificadas que se alinham às habilidades e preferências individuais de cada jogador (ou aluno), com o potencial de maximizar o engajamento e a eficácia da aprendizagem (Sajjadi; De Troyer, 2020; Ramírez *et al.*, 2013). Diante disso, torna-se relevante investigar as aplicações existentes da Teoria das IM no contexto da Gamificação voltada ao ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, foram objetivos específicos da RSL: Investigar como a Teoria das IM é aplicada no contexto da Gamificação, identificando práticas, estratégias e metodologias utilizadas; analisar se existem elementos de design de jogos fundamentados na Teoria das IM; Identificar as populações-alvo para as quais o design de jogos fundamentado na Teoria das IM tem sido implementado; e conhecer

os tipos de estudos realizados sobre a aplicação da Gamificação baseada na Teoria das IM, classificando-os quanto à metodologia, abordagem e resultados obtidos.

Os trabalhos analisados não propuseram EJs fundamentados na Teoria das IM, porém, revelaram possíveis relações entre os perfis de IM das pessoas e sua preferência por tipos específicos de jogos. Em suas pesquisas, Sajjadi e De Troyer (2020), e Sajjadi, Vlieghe e De Troyer (2016a, 2016b, 2017) mapearam as relações entre 116 EJs e oito IM a partir do perfil de IM de jogadores e suas respostas a esses elementos. Segundo esses pesquisadores, esse mapeamento mostra-se como uma ferramenta que permite a desenvolvedores de jogos selecionarem as mecânicas mais adequadas ao público-alvo de seus projetos.

Corroborando com essa ideia, Starks (2014) afirma que a Teoria das IM tem sido utilizada no contexto educacional para justificar a inserção de elementos de jogos para o desenvolvimento das IM de discentes. O autor explica que a Teoria das IM pode ser usada para inserir EJs de forma planejada nas atividades escolares com a intenção de atingir os objetivos de aprendizagem. Esse entendimento também é compartilhado por Ramírez *et al.* (2013) que, ao proporem um jogo educacional, afirmaram que os EJs podem desenvolver as IM dos discentes na mesma medida em que incentivam a realização das tarefas. Desse modo, os alunos cumprem as tarefas estabelecidas e os objetivos de aprendizagem são atingidos.

Diante dessa associação, é necessário saber quais critérios são utilizados para definir as relações entre EJs específicos e a Teoria das IM. Os trabalhos de Ramírez *et al*. (2013) e Starks (2014), por exemplo, utilizaram EJs em suas teorias e aplicações, porém não especificaram que critérios utilizaram para estabelecer associações com a Teoria das IM. Nesses casos, a escolha dos EJs partiu de um conhecimento subjetivo dos autores, pois eles basearam-se em associações que pareciam mais evidentes, como utilizar música para desenvolver a inteligência musical.

Porém, nem sempre essas relações são tão evidentes, sendo necessária uma investigação mais criteriosa sobre essas associações. Portanto, apesar das contribuições trazidas pelos estudos teóricos, ainda são necessários estudos de caráter experimental e em larga escala para avaliar mais profundamente a associação entre elementos de jogos e as IM (Sajjadi; De Troyer, 2020).

Ademais, a implementação da Gamificação baseada na Teoria das IM contribui para a melhoria do ensino-aprendizagem de pessoas de todas as idades. Desde

crianças e adolescentes da educação básica, como o aplicativo móvel de Ramírez *et al.* (2013), até jovens e adultos no ensino superior, como o jogo educacional de Sajjadi, El Sayed e De Troyer (2016). Porém, ressalta-se que os EJs devem ser aplicados de modo que contribuam para o objetivo de aprendizagem desejado, ou seja, devem cumprir um propósito planejado e explícito nas tarefas, para que sua utilização promova, de fato, melhorias no aprendizado dos alunos (Starks, 2014).

3.2 Sistemas Tutores Inteligentes e Teoria das Inteligências Múltiplas

A integração da Teoria das IM em STIs configura-se como uma estratégia adicional para a personalização da experiência de aprendizado nesses sistemas. Por isso é importante conhecer as aplicações existentes da Teoria das IM no contexto dos STIs. Neste intuito, uma Revisão Sistemática da Literatura foi conduzida por Carvalho, Challco e Oliveira (2025) com o objetivo de compreender como a Teoria das IM é utilizada no contexto da construção de STIs. Especificamente, objetivou-se compreender qual papel tem sido atribuído a Teoria das IM na construção dos STIs; Identificar as populações-alvo para as quais os STIs baseados na Teoria das IM têm sido implementados; identificar quais conteúdo ou domínios de conhecimento têm sido ensinados por STIs baseados na Teoria das IM; e conhecer a arquitetura de programação que tem sido implementada para a construção desses STIs baseados na Teoria das IM.

Os estudos analisados por Carvalho, Challco e Oliveira (2025) convergiram ao demonstrar a aplicabilidade da Teoria das IM em STIs. Todos os trabalhos utilizaram a teoria de Gardner (1994) como base para personalizar o conteúdo ou as estratégias de ensino, visando otimizar o processo de aprendizagem. Nesse viés, Kelly e Tangney (2006a) destacaram a importância de estratégias de apresentação adaptativas para alunos com baixa inclinação à exploração de diferentes recursos.

Houveram diferenças na abordagem de diagnóstico das preferências de aprendizagem. Enquanto Kelly e Tangney (2006a) utilizaram a navegação e interação do aluno com o sistema para inferir suas preferências, Hafidi e Bensebaa (2015) optaram por um questionário e Zatarain-Cabada *et al.* (2008) empregaram um mecanismo preditivo que considera o desempenho histórico do aluno. Essa diferença metodológica influencia a precisão e a dinamicidade da adaptação do sistema às necessidades do aluno (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

Ademais, considerando que a Teoria das IM não prescreve um modelo pedagógico ou estratégias instrucionais específicas a serem seguidas para sua implementação, há a necessidade de se desenvolver uma taxonomia das estratégias instrucionais (Kelly; Tangney, 2006a), ou seja, associar estratégias de ensino e recursos educacionais de forma específica para cada IM. Isso foi feito de forma subjetiva nos trabalhos analisados segundo o entendimento dos próprios autores e suas referências bibliográficas. Portando, este ponto deve ser considerado ao planejar as atividades que serão implementadas nos STIs para que elas possam ser direcionadas com mais precisão ao público-alvo correto, isto é, aos alunos que possuem predominância de uma determinada IM e que poderão apreciar melhor aquele recurso de aprendizagem (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

Quanto ao público-alvo, nível de ensino e domínio do conhecimento, Kelly e Tangney (2006a) concentraram-se em estudantes de ciências do ensino fundamental, enquanto Zatarain-Cabada *et al.* (2008) implementaram o sistema em um curso de programação orientada a objetos em um instituto tecnológico, e Hafidi e Bensebaa (2015) realizaram seu estudo com alunos de bacharelado em uma disciplina de programação, onde buscaram desenvolver um sistema que pudesse ser transposto para diferentes domínios do conhecimento. Essa variação nos níveis de ensino, domínios do conhecimento e público-alvo, limita a generalização direta dos resultados, evidenciando a necessidade de investigações futuras que explorem a eficácia da utilização de STIs baseados na Teoria das IM em diferentes populações e domínios do conhecimento, porém, mostra que esta é uma estratégia que vem sendo adotada nos mais variados contextos (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

Adicionalmente, é importante notar que os estudos de Kelly e Tangney (2006a) e Zatarain-Cabada *et al.* (2008) basearam-se em quatro das IM de Gardner, enquanto Hafidi e Bensebaa (2015) consideraram todas as oito IM. Essa diferença pode impactar a abrangência da personalização do aprendizado. Nesse sentido, é necessário investigar se a inclusão de mais inteligências permite uma adaptação mais refinada às características individuais do aluno, ou se um sistema que trabalhe com menos inteligências consegue gerar resultados de engajamento e aprendizagem melhores (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

Os resultados dos estudos analisados, apesar de demonstrarem a aplicabilidade, forneceram evidências pouco certas quanto a melhoria da

aprendizagem diante da aplicação da Teoria das IM em STIs. No estudo de Hafidi e Bensebaa (2015), os alunos que utilizaram o STI baseado nas IM obtiveram um melhor desempenho e maior satisfação com o sistema, enquanto que Kelly e Tangney (2006a) revelaram que os alunos que foram expostos inicialmente ao material menos preferido segundo sua IM apresentaram maior ganho de aprendizagem. Nesse sentido, são necessárias mais investigações empíricas que busquem averiguar os resultados de aprendizagem e a eficiência desses STIs. Portanto, embora a personalização com base na Teoria das IM possa melhorar o engajamento e a aprendizagem, a eficácia desses sistemas depende de fatores como a estratégia de implementação e o perfil dos alunos (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

Por último, é importante ressaltar que diante dos 10 trabalhos analisados nesta Revisão Sistemática, não houveram trabalhos publicados nos últimos 5 anos, sendo o mais recente publicado no ano de 2015, indicando, portanto, que o estudo de STIs baseados na Teoria das IM é pouco explorado atualmente (Carvalho; Challco; Oliveira, 2025).

4 METODOLOGIA

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, delineando o percurso que permitiu alcançar os objetivos propostos. Inicialmente, apresenta-se a caracterização da pesquisa quanto à sua natureza e abordagem metodológica. Na sequência, são detalhados o local e a população do estudo, bem como os critérios de seleção dos participantes. Posteriormente, descrevem-se os métodos e instrumentos utilizados para a coleta de dados. Por fim, explicita-se o tratamento empregado para a análise dos dados.

4.1 Caracterização da pesquisa

Pesquisas científicas costumam ser classificadas segundo seus aspectos metodológicos. Segundo Gil (2017), essas classificações são importantes pois permitem o reconhecimento de diferenças entre as várias modalidades de pesquisa, proporcionando aos pesquisadores elementos que os ajudam a delimitar a aplicabilidade dos seus métodos na solução das problemáticas identificadas. Assim, ao partir de uma classificação, o pesquisador confere maior eficiência ao uso de tempo e recursos, além da obtenção de resultados mais satisfatórios (Gil, 2017).

Neste intuito, quanto à sua finalidade e objetivos gerais, esta pesquisa classifica-se como aplicada e exploratória, uma vez que buscou compreender e propor soluções para um problema identificado a partir da vivência e observação dos pesquisadores (Gil, 2017). Caracteriza-se, ainda, como pesquisa-ação, por envolver uma intervenção fundamentada na interação entre pesquisador, ambiente e sujeitos investigados (Gil, 2017). Ademais, configura-se como um estudo quase-experimental, na medida em que visa testar os efeitos de uma intervenção, embora apresente controle limitado das variáveis, dado que a amostra foi selecionada por conveniência (Creswell, 2010).

Quanto ao tipo de dados e aos métodos empregados para sua coleta e análise, é uma pesquisa de métodos mistos, caracterizada por combinar técnicas, métodos, abordagens, conceitos e linguagens quantitativos e qualitativos em um único estudo (Johnson; Onwuegbuzie, 2004; Creswell, 2010), sob a justificativa de que a interseção entre os métodos fornece possibilidades de coleta e análise dos dados mais amplas (Paranhos *et al.*, 2016).

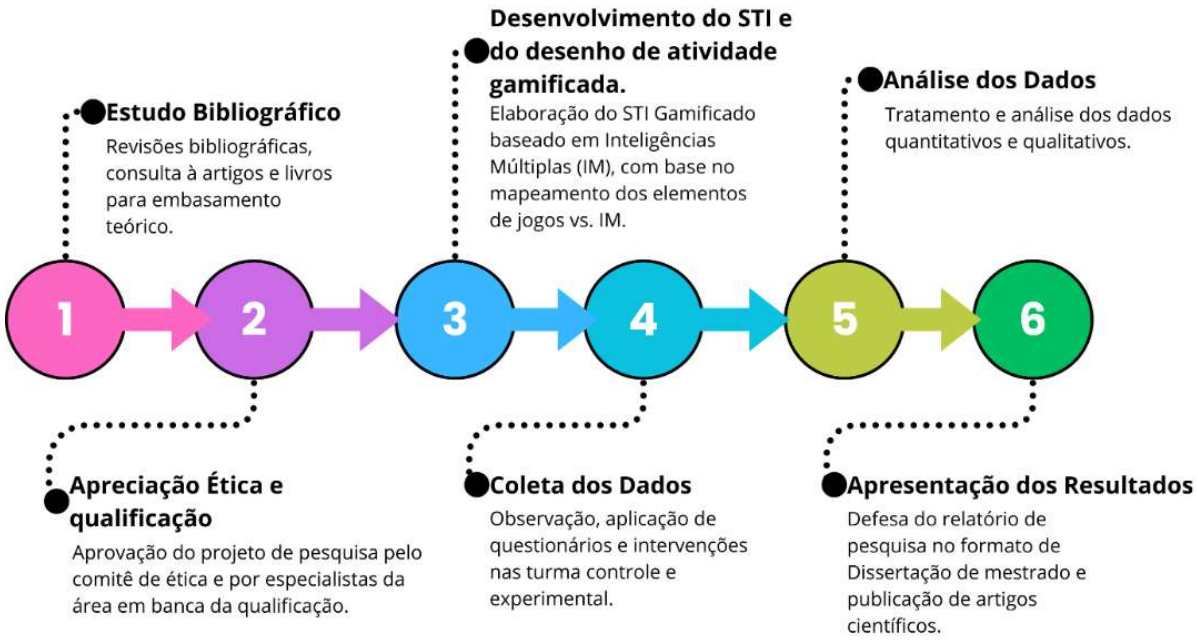
Por último, dentro dos métodos mistos, é classificada como do tipo incorporada concomitante, pois os dados quantitativos e qualitativos foram coletados simultaneamente, definindo-se, porém, a abordagem quantitativa como método principal e os dados qualitativos como complementares aos procedimentos e análises (Creswell, 2010):

> Procedimentos de métodos mistos concomitantes são aqueles em que o pesquisador converge ou mistura dados quantitativos e qualitativos para realizar uma análise abrangente do problema da pesquisa. Nesse modelo, o investigador coleta as duas formas de dados ao mesmo tempo e depois integra as informações na interpretação dos resultados gerais. Além disso, nesse modelo, o pesquisador pode incorporar uma forma menor de dados com outra coleta de dados maior para analisar diferentes tipos de questões [...] (Creswell, 2010, p. 39).

Dessa forma, esta metodologia supera uma abordagem totalmente quantitativa ou qualitativa, pois permite que os dados quantitativos sejam analisados e discutidos com base nas informações qualitativas, ou vice-versa.

Seguindo estes pressupostos teóricos, a pesquisa desenvolveu-se segundo seis etapas, esquematizadas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Assim, após a construção do referencial teórico (Seção 2), realizaram-se Revisões Sistemáticas da Literatura para investigar a classificação de Elementos de Design de Jogos a partir Teoria das IM (Seção 3.1) e as aplicações da Teoria das IM no desenvolvimento de STIs (Seção 3.2). Com o parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UERN (Parecer nº 7.556.502) e a aprovação na banca de qualificação, procedeu-se ao desenvolvimento da atividade gamificada fundamentada nos Elementos de Design de Jogos baseados em IMS. A coleta de dados em campo envolveu observação das turmas, aplicação de questionários e intervenções com a atividade gamificada e o Sistema Tutor Inteligente. Os dados obtidos, de natureza quantitativa e qualitativa, foram submetidos a tratamento e análise por meio de métricas estatísticas e descritivas, cujos resultados encontram-se sistematizados neste corpus textual, submetido à apreciação de nova banca examinadora.

4.2 Local e população da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Joaquim Inácio (EEJI), localizada na cidade de Martins, estado Rio Grande do Norte - Brasil. A EEJI é uma instituição pública e ofertava em 2025 turmas do ensino médio do 1º ao 3º ano na modalidade de ensino integral diurno – manhã e tarde. A cidade de Martins está localizada na região do Alto Oeste, interior do estado do Rio Grande do Norte, a uma distância de 380km (quilômetros) da capital do estado, Natal (Brasil, 2010, 2021, 2022, 2023, 2024). A Figura 6 apresenta o local da pesquisa em sua dimensão estadual, municipal e institucional.

Figura 6 - Escola Estadual Joaquim Inácio localizada no município de Martins, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: adaptado de openstreetmap.org (2025); Brasil (2024); governocidadao.rn.gov.br (2023).

A pesquisa foi realizada com 45 alunos[3] divididos entre as Turmas A (20 alunos) e B (25 alunos) do 2º ano matriculados no ano letivo de 2025 na EEJI. As características da população são apresentadas na seção de resultados e foram coletadas através de um questionário de caracterização (Apêndice B). A escolha das turmas do 2º ano configura-se por conveniência com quantitativo dependente desta escolha e por isso a pesquisa configura-se como quase-experimental (Creswell, 2010). Os alunos participantes foram elencados após a obtenção dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), e da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão de participantes, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Critérios de Inclusão e exclusão da população de estudo

Critério de Inclusão	Critério de Exclusão
Alunos Matriculados no 2º ano da EEJI das turmas A e B que frequentam assiduamente as aulas de matemática.	Alunos ausentes em alguma das fases de coleta de dados da pesquisa.

[3] Este quantitativo variou entre as etapas da pesquisa. Consultar Seção 7.

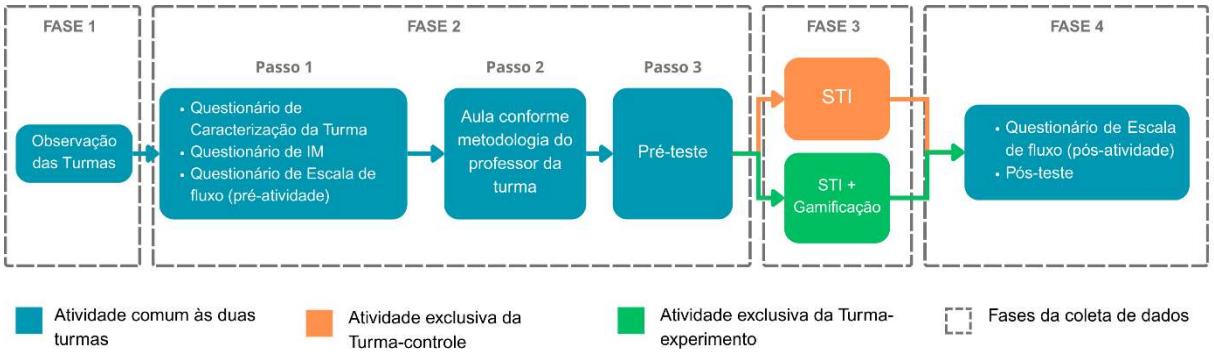
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A escolha das turmas do 2º ano justifica-se por dois fatores. Acredita-se que estes, quando comparados aos alunos do 1º ano, estão mais familiarizados com o ritmo escolar do ensino médio. Além disso, também têm uma menor preocupação em relação à preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), característica dos alunos do 3º ano.

4.3 Métodos e instrumentos de coleta de dados

A coleta de dados estruturou-se em quatro fases e foi realizada através de questionários e observação semiestruturada. Nesta subseção são descritos esses instrumentos, suas características e objetivos metodológicos na ordem em que são elencados na Figura 7.

Figura 7 – Fluxo esquematizado de coleta de dados com discriminação dos instrumentos utilizados em cada fase e passos



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A Fase 1, consistiu na observação das turmas durante as aulas de matemática. A observação é um importante instrumento de coleta de dados qualitativos, pois segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 190),

> A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. É o ponto de partida da investigação social.

Além disso, entre as vantagens em utilizar a observação destaca-se a obtenção de dados sobre atitudes comportamentais dos observados e a evidenciação de informações não obtidas por entrevistas ou questionários. Porém, também apresenta algumas desvantagens: a população observada pode criar impressões favoráveis ou desfavoráveis sobre o observador; a ocorrência espontânea de fenômenos e sua duração podem impedir que o observador presencie o fato; e fatores inesperados podem afetar a tarefa do observador (Lakatos; Marconi, 2003).

A observação pode ser classificada quanto aos meios utilizados, à participação do observador, ao número de observadores e ao lugar onde será realizada. Esta pesquisa seguiu uma observação não-participante, pois o pesquisador não participou dos eventos observados; é individual, pois foi feita por um único pesquisador/observador; e na vida real, por presenciar e registrar os fatos à medida em que eles ocorrerem (Lakatos; Marconi, 2003). Por último, foi semiestruturada, pois utilizou-se em um roteiro de observação (Apêndice A) que abrangeu aspectos como as atividades desenvolvidas, o comportamento, engajamento e participação percebidos nos alunos durante as aulas, registrando-se um total de 5 (cinco) aulas em cada turma, com duração de 2h/aula cada.

A Fase 2 dividiu-se em três etapas, com o objetivo de conhecer e coletar as características populacionais das duas turmas. Estas etapas consistiram na aplicação de questionários, aula expositiva e pré-teste.

No Passo 1, as turmas responderam a três questionários. Primeiro, o questionário de caracterização da turma (Apêndice B), obteve características demográficas (sexo e idade), percepções dos alunos sobre a disciplina de matemática, seu conhecimento prévio sobre STI, IM e Gamificação, e sua opinião sobre o ensino personalizado, incluindo-se questões objetivas e outras abertas, pois, apesar de dificultarem a resposta do respondente, possibilitam uma investigação mais aprofundada e precisa dos fatos (Lakatos; Marconi, 2003).

Para o conhecimento do perfil de IM dos alunos, utilizou-se uma tradução livre do *Multiple Intelligences Profiling Questionnaire VII (MIPQ)* - Anexo C, proposto e

validado por Tirri e Nokelainen (2011). Recebe o sufixo “VII” pois avalia o perfil intelectual entre: Visual-Espacial, Corporal-Cinestésica, Rítmico-Musical, Verbal-Linguística, Logico-Matemática, Interpessoal e Intrapessoal. Como discutido anteriormente, essas são sete das oito inteligências oficiais consideradas por Gardner (1994).

Por último, aplicou-se o *Brazilian-Portuguese dispositional flow scale 2* (DFS-BR) - Anexo A. Este instrumento psicométrico foi proposto e validado por Bittencourt *et al.* (2021) e mede o Estado de Fluxo do estudante durante a realização de uma atividade, neste caso, as aulas de matemática. Dessa forma, este questionário foi utilizado para verificar o engajamento percebido pelos próprios alunos durante as aulas de matemática que já estão acostumados.

Adiante, o Passo 2 consistiu em uma aula de 50 minutos sobre "aplicação do cálculo do volume de cilindros", ministrada pelo professor regente das turmas seguindo sua metodologia habitual, sem intervenção do pesquisador. A aula incluiu a contextualização do conceito de cilindro, a apresentação da fórmula de cálculo de volume e a resolução de exercícios aplicados a situações problema, abordando também a conversão de unidades de medida e o arredondamento de valores.

Após aula, no Passo 3, os alunos responderam ao pré-teste, uma lista de exercícios sobre o assunto estudado, por meio do qual foi possível avaliar quanti-qualitativamente a proficiência e o desempenho dos alunos no assunto estudado. O pré-teste, disponível no Apêndice C, apresenta uma série de problemas contextualizados em nível crescente de dificuldade, considerando a necessidade de converter unidades, realizar arredondamentos e identificar informações no enunciado.

O desempenho dos alunos foi medido a partir da Rubrica de avaliação apresentada no Quadro 5, de forma somativa, com valores normatizados no intervalo de 0,0 a 10,0 pontos.

Quadro 5 - Rubrica de avaliação de desempenho no pré-teste e pós-teste

Erros de Leitura	Erros de Compreensão	Erros de Transformação	Erros de habilidades de Processo	Erros de Codificação	Pontos atribuídos
Identificar todas as informações e símbolos matemáticos.	Anotou o que sabia de acordo com a demanda da pergunta.	Escreveu o modelo matemático corretamente	Usou o procedimento correto e a resposta está correta.	A conclusão dada está correta.	3
Identificou parcialmente informações e símbolos matemáticos precisos.	Anotou o que sabia, mas não de acordo com o objetivo da questão.	Escreveu o modelo matemático, mas de forma incompleta	Usou o procedimento correto, mas a resposta está errada.	A conclusão dada está parcialmente correta.	2
Identificou incorretamente informações e símbolos matemáticos.	Errou ao determinar o que sabia e era perguntado na questão	Errou na determinação do modelo matemático	Usou o procedimento errado e a resposta está errada.	A conclusão dada está incorreta.	1
Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.	Não respondeu.	Não Respondeu.	0

Fonte: Tradução livre, adaptado de Rohmah e Sutiarso (2018, p.675).

Buscou-se por um instrumento de avaliação capaz de abranger aspectos qualitativos da compreensão dos alunos, considerando a natureza dos erros cometidos e dos métodos empregados na resolução das questões. Neste sentido, optou-se pela rubrica supracitada, traduzida livremente e adaptada de Rohmah e Sutiarso (2018), que se fundamentaram nas etapas da análise de erros de Newman.

Na fase 3, a Turma A foi definida como grupo de controle e a Turma B como grupo experimento. A definição desses grupos é uma característica das pesquisas experimentais, como explicado por Creswell (2010):

> [...] a intenção básica de um projeto experimental é testar o impacto de um tratamento (ou de uma intervenção) sobre um resultado, controlando todos os outros fatores que possam influenciar esse resultado. Como forma de controle, os pesquisadores indicam aleatoriamente os indivíduos para os grupos. Quando um grupo recebe um tratamento e o outro grupo não o recebe, o experimentador pode isolar se é o tratamento - e não outros fatores - que influencia o resultado (Creswell, 2010, p. 178).

Nesta fase, as intervenções/aulas ministradas em cada turma ocorreram no laboratório de informática da escola, utilizando abordagens distintas. A turma A (controle) utilizou o STI voltado ao ensino de cálculo de volume de cilindros, cujo desenvolvimento será explorado na Seção 5, enquanto a turma B (experimental)

utilizou o mesmo STI, mas inserido em uma dinâmica gamificada, que será apresentada na Seção 6. Nos dois casos, os alunos receberam um login e senha criados pelo pesquisador e acessaram o STI hospedado na plataforma *TutorShop*[4].

Ressalta-se que antes da realização das intervenções, o STI e o Desenho de Atividade utilizado na abordagem gamificada foram apresentados ao professor das turmas. O professor teceu comentários positivos sobre as abordagens, testou o STI por conta própria e auxiliou o professor pesquisador no ato de implementação das propostas na Fase 3. Assim, o professor regente conhecia a funcionalidade do STI, bem como a estrutura da proposta gamificada.

Na Fase 4, as turmas responderam ao segundo questionário de escala de fluxo (Anexo B), com o objetivo de medir o engajamento percebido pelos alunos durante esta fase. O *Flow State Scale* versão curta em Português-Brasileiro (FSS-BR-S) foi desenvolvido e validado por Bittencourt *et al.* (2024).

Por último, os discentes responderam ao pós-teste (Apêndice D), uma nova lista de exercícios semelhante ao pré-teste, com o objetivo de verificar o ganho de conhecimento dos alunos através do seu desempenho após a Fase 3. O pós-teste foi comum às turmas e não houve diferença entre as questões propostas para os dois grupos. Com isso, foi possível comparar o nível de desemepnho dos alunos sobre o conteúdo trabalhado em relação a Fase 2.

4.4 Análise dos dados

Os dados quantitativos foram organizados em tabelas e gráficos e analisados através de testes estatísticos utilizando o software estatístico Jamovi (The Jamovi project, 2024; R Core Team, 2024). Considerando o tamanho da amostra, optou-se pela utilização de testes não paramétricos alternativos ao teste t de student. Especificamente utilizou-se o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para amostras pareadas e o teste U de Mann-Whitney para amostras independentes.

Os testes de Wilcoxon e de Mann-Whitney são testes não paramétricos baseados em postos (ou ranks), criados para comparar grupos quando os dados não atendem bem às suposições dos testes paramétricos usuais. Historicamente, Frank

[4] Disponível em: https://school.tutorshop.web.cmu.edu/

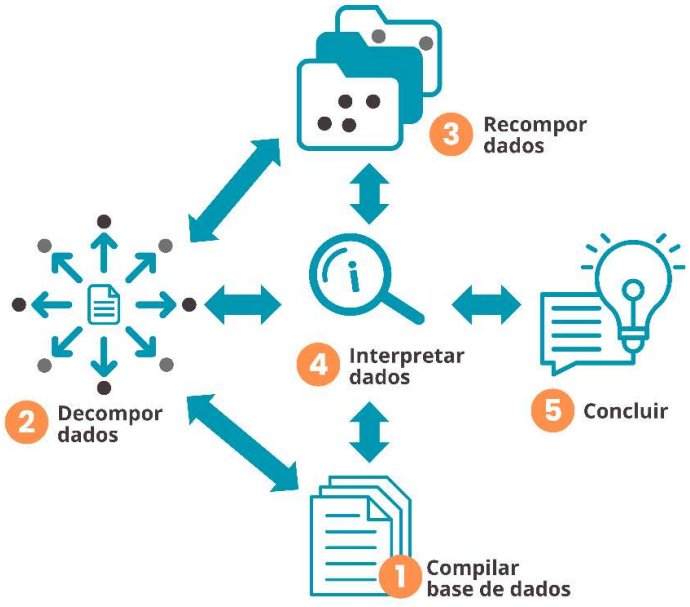
Wilcoxon (1945) apresentou dois procedimentos por postos: o teste de postos sinalizados para dados pareados e o teste de soma de postos para duas amostras independentes. Este último equivale ao teste U, formulado de forma independente por Mann e Whitney (1947), também denominado teste Mann-Whitney-Wilcoxon.

O teste dos postos sinalizados de Wilcoxon compara diferenças entre amostras pareadas como em comparações do tipo antes e depois de uma intervenção, para descobrir se houve uma mudança ou diferença real entre dois momentos ou duas condições para os mesmos indivíduos. É útil quando o tamanho da amostra não é suficiente para realização de um teste t convencional (Peres, 2025; Oyeka; Ebuh, 2012).

Por sua vez, o teste U de Mann-Whitney, compara a distribuição de duas amostras independentes usando os postos das observações combinadas (Peres, 2025; Asare et al., 2026). Ele pode ser utilizado com variáveis ordinais ou contínuas, sobretudo se os dados são assimétricos, a amostra é muito pequena, contêm outliers ou não seguem uma distribuição normal (Asare et al., 2026; Chicco; Sichenze; Jurman, 2025; Nachar, 2008;).

Os dados qualitativos apoiaram a análise dos dados quantitativos, fornecendo contextos mais elaborados para os resultados quantitativos e sua análise seguiu as cinco fases descritas por Yin (2016), representadas na Figura 8.

Figura 8 - As cinco fases de análise qualitativa e suas interações



Fonte: adaptado de Yin (2016, p.184)

A compilação reúne e ordena o material coletado; a decomposição fragmenta os dados em elementos menores para codificação; a recomposição reorganiza esses fragmentos em novos grupos ou temas; a interpretação volta-se à criação de um novo entendimento sobre os dados; e a conclusão extrai as considerações finais integrando todas as etapas anteriores (Yin, 2016).

Conforme indicado pelas setas bidirecionais na Figura 8, o processo de análise não ocorreu de forma linear, devido a relação de recursividade e interação entre cada fase, em um ciclo de tentativa e erro que se repete até as conclusões finais (Yin, 2016), iniciando-se com o tratamento e a transcrição digital dos materiais em uma base de dados para, em seguida, categorizá-los e recompô-los conforme os objetivos do estudo.

Para explicar os efeitos das intervenções controle e experimental e dar suporte aos resultados quantitativos, analisou-se as experiências dos alunos individualmente e coletivamente. Neste intuito, as informações qualitativas foram reorganizadas e comparadas com as informações quantitativas na construção de relato narrativo da experiência de cada discente. Incluíram-se, ainda, fatos observados em campo, como os comportamentos na fase de intervenção, dados fornecidos pelo STI e observações quanto aos erros cometidos pelos discentes nos testes de desempenho (ambas as turmas).

5 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PARA O ENSINO DO CÁLCULO DE VOLUME DE CILINDROS

As características de um STI elencadas na Seção 2.1 são de um STI ideal, ou seja, totalmente adaptável às necessidades do aluno. Porém, alguns objetivos do uso desses softwares se mostram difíceis de serem alcançadas em decorrência de limitações relativas à sua construção. Como exemplos, podem ser citados a representação de teorias de aprendizagem, a inserção de conceitos emocionais, e a modelagem do estudante (Jesus, 2009).

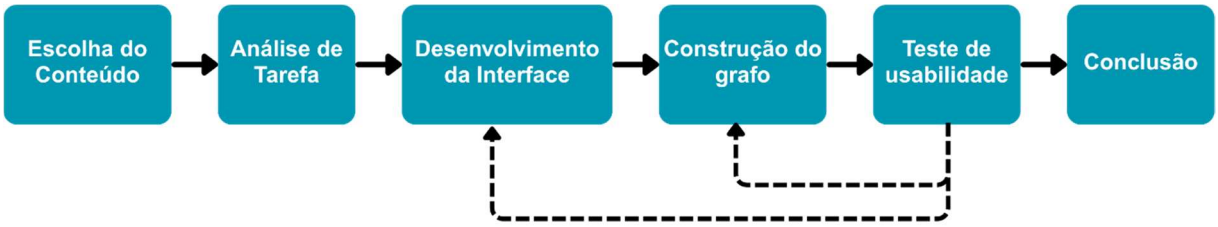
Ademais, planejar, modelar e construir um STI “do zero” é um desafio significativo, pois demanda muitas horas de trabalho para possibilitar poucos minutos de interação do aluno com o sistema. Segundo (Aleven *et al.*, 2006), estima-se que sejam necessárias entre 200 a 300 horas de desenvolvimento para cada hora de uso do STI. Além disso, são necessárias habilidades de programação e design, o que impede leigos de construir seus tutores personalizados, restringindo a criação à *experts* e desenvolvedores de *software* da área (Calo; Maclellan, 2024).

Contudo, já existem *ferramentas* que possibilitam a construção de STIs de forma mais rápida e prática por pessoas não-especialistas da área. Entre elas, está a *Cognitive Tutor Authoring Tools* (CTAT), desenvolvido por pesquisadores da Carnegie Mellon University (Pittsburgh, PA, Estados Unidos). Segundo Calo e Maclellan (2024), o propósito do CTAT é auxiliar pesquisadores em educação na criação de tutores cognitivos sem a necessidade de um conhecimento aprofundado em programação.

Os tutores desenvolvidos com CTAT, são capazes de auxiliar estudantes na resolução de problemas de uma tarefa, fornecendo dicas contextualizadas, indicando o passo a passo que deve ser seguido e fornecendo feedback imediato a cada ação, correta ou não. Desse modo, estudos que utilizaram o CTAT demostraram uma oportunidade de reduzir a complexidade do desenvolvimento de STIs ao mesmo tempo em que se mantém a adaptabilidade, especialmente na construção da interface (Indrabudhi Kusuma; Meliana; Nurjanah, 2025). Em sua versão mais recente, o CTAT funciona de forma totalmente online, sem a necessidade de instalação de qualquer software, podendo, assim, ser acessado por qualquer computador conectado à internet.

Neste ensejo, utilizou-se o CTAT para o desenvolvimento do STI usado na Fase 3 desta pesquisa. O objetivo desta seção é descrever as etapas e procedimentos utilizados no desenvolvimento do STI, conforme fluxograma da Figura 9.

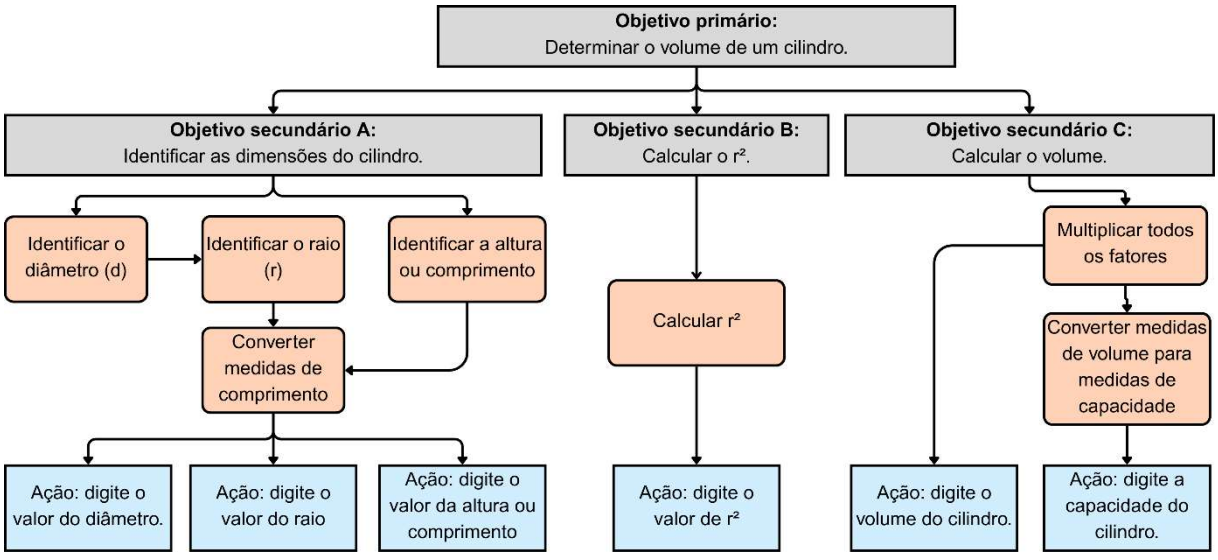
Figura 9 - Etapas do desenvolvimento do STI com *Cognite Tutor Authoring Tools*



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O conteúdo escolhido foi cálculo do volume de cilindros, pois fazia parte da ementa de matemática das turmas e seria visto pelos alunos no período da pesquisa. Realizou-se, então, a análise de tarefa, que tem o objetivo de definir as metas de aprendizagem e detalhar o passo-a-passo da tarefa, definindo os objetivos e ações que o aluno deve realizar na interface do STI para completá-la. A Figura 10 apresenta a análise de tarefa utilizada.

Figura 10 - Análise de tarefa para derterminar volume de cilindros



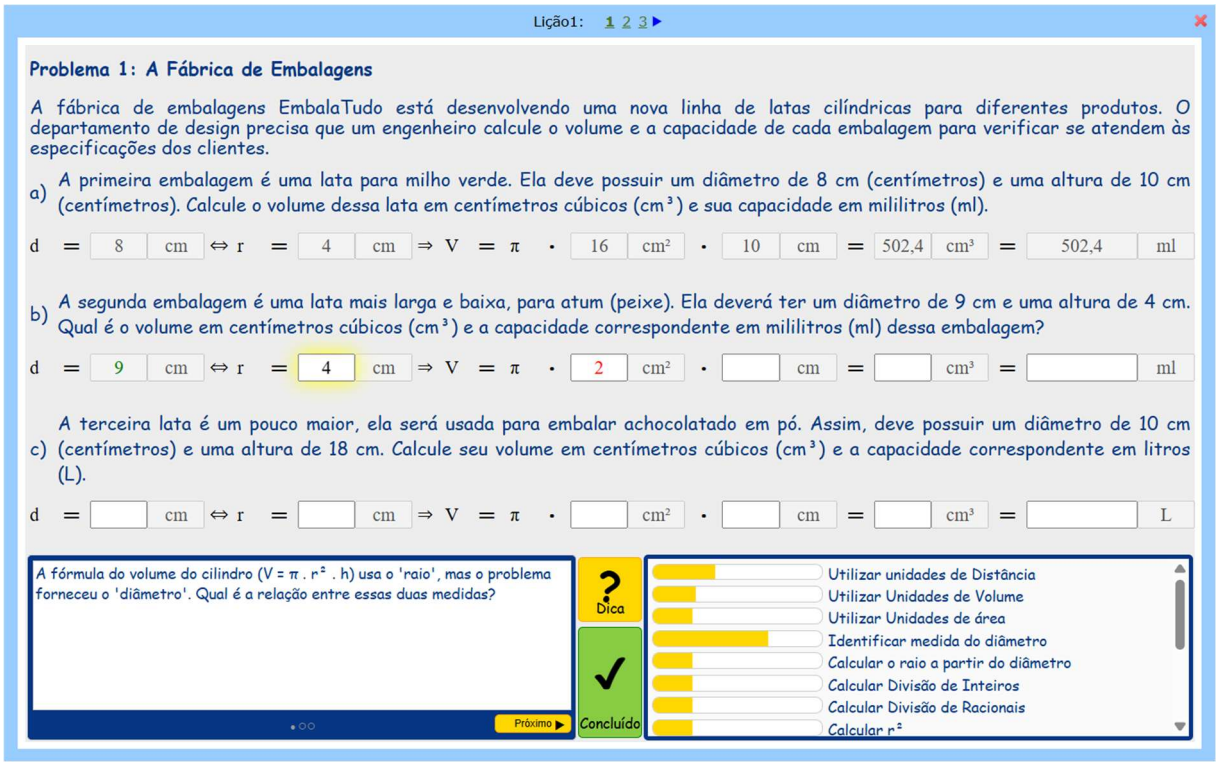
Fonte: autoria própria (2026)

Na análise de tarefa, o objetivo primário “Determinar o volume de um cilindro” foi subdivido em três objetivos secundários A, B e C que para serem atingidos,

dependem dos passos em laranja, realizados fora do STI, e depois da realização das ações em azul, que indicam ação diretas do aluno na interface do STI.

Partindo da análise de tarefa, a interface do STI foi desenvolvida utilizando o CTAT. Dada a centralidade da interface na interação com o estudante, adotou-se uma estética equilibrada, com tipografia legível, alternada entre *Comic Sans* e *Times New Roman*, e paleta de cores sóbrias em tons de azul e cinza. A organização visual foi estruturada para refletir o encadeamento lógico da tarefa, permitindo ao usuário identificar intuitivamente a progressão das etapas. Por último, elementos básicos dos tutores desenvolvidos com CTAT foram incluídos, como o botão e o painel de dicas, o botão de submissão de tarefa e o painel habilidades que corresponde ao modelo aberto do aluno discutido no referencial teórico. A interface resultante é apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Interface do Sistema Tutor Inteligente desenvolvido na pesquisa para o ensino do cálculo de volume de cilindros

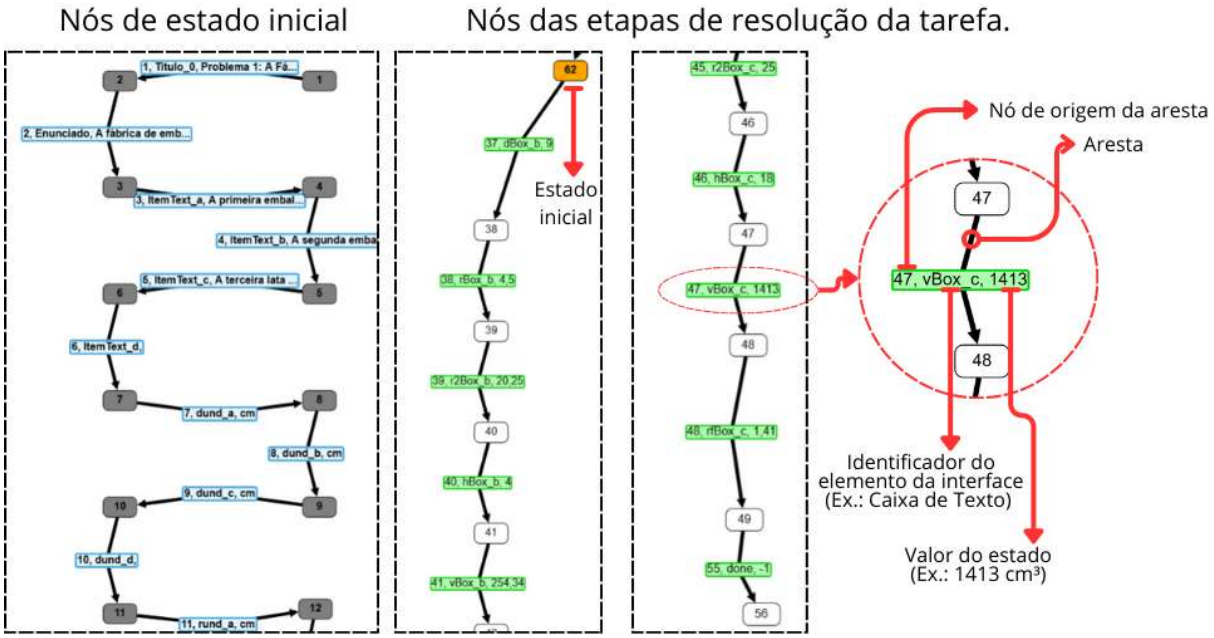


Fonte: acervo do autor (2026)

Concluída a interface, a resolução da tarefa foi estruturada com a elaboração do grafo de estados. Um grafo é uma estrutura matemática usada para representar relações entre objetos através de um conjunto de vértices (ou nós) conectados entre

si por arestas (ou ligações). No CTAT, os nós representam os estados intermediários da solução e as arestas correspondem às ações necessárias para a transição entre etapas. Em cada nó, são incorporadas dicas em múltiplos níveis de andaime (*scaffolding*), permitindo consultas graduais pelo estudante. Adicionalmente, cada etapa é vinculada a competências específicas, cujo desempenho é monitorado e reportado pelo tutor em tempo real, fornecendo o suporte pedagógico necessário à progressão da tarefa. Não é conveniente discriminar exatamente os nós do STI desenvolvido, mas um exemplo do grafo utilizado é mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Exemplo de grafo de estados do STI desenvolvido



Fonte: autoria própria (2026)

No total, foram criadas três tarefas com este STI através da ferramenta de produção em massa nativa do CTAT. O STI foi então alocado no *TutorShop* para ser testado sua usabilidade pelo pesquisador e por alunos voluntários de uma terceira turma do 2º ano (Turma C), que não participou diretamente da pesquisa. Após a correção dos erros identificados e das melhorias sugeridas pelos alunos no teste de usabilidade, o STI foi finalizado e seguiu para a etapa de aplicação, na qual a turma-controle utilizou apenas o STI, e a turma-experimento utilizou o mesmo STI, mas inserido em um desenho de aula gamificada, descrito na Seção 6.

6 PROPOSTA DE GAMIFICAÇÃO BASEADA EM INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

A presente seção dedica-se a detalhar o desenho da atividade proposta. Para tanto, o texto divide-se em duas subseções: primeiramente, descreve-se a dinâmica operacional sob a qual a atividade foi executada (Seção 6.1). Em um segundo momento, a descrição converge para os EDJs aplicados e de que maneira seu relacionamento com a Inteligência Interpessoal foi compreendido e operacionalizado no contexto do estudo (Seção 6.2).

6.1 As regras da atividade “Corrida da Engenharia”

A atividade gamificada, estruturada sob a narrativa de uma “Corrida da Engenharia”, teve como foco a resolução de três problemas matemáticos sobre o volume de cilindros. A intencionalidade pedagógica consistiu em utilizar a mecânica de competição para fomentar o engajamento ativo dos estudantes. Dessa forma, buscou-se criar um ambiente de aprendizagem estimulante, que aliasse os elementos de jogos à motivação para a construção do conhecimento matemático e desenvolvimento de habilidades interpessoais.

Após a explicação do professor das regras da atividade e de como usar o STI, os alunos dividiram-se em equipes de 3 a 5 componentes, com diferentes funções distribuídas entre eles. As equipes precisavam acumular o maior número de Pontos de Engenharia (PE) para se consagrarem como o “melhor escritório de engenharia”.

Cada equipe teve acesso a um computador com o STI, a folhas de papel sulfite para organização das funções dos membros da equipe, registro das pontuações, e realização de cálculos, visto que uso de calculadora não foi permitido.

Cada problema fornecido pelo STI foi entendido como um “Nível”, ou seja, ao finalizar o primeiro problema a equipe completa o nível 1, e seguem para os próximos até completarem todo o conjunto de problemas. Em cada nível, a equipe deveria primeiro distribuir as funções entre seus membros: o engenheiro chefe (líder), cuja função é coordenar e organizar a equipe para cumprimento das tarefas, o engenheiro operador, responsável por manipular o STI, e os Engenheiros calculistas, responsáveis por efetuarem os cálculos matemáticos. Depois, deveriam resolver os problemas, avisando ao professor quando finalizassem cada nível. Ao finalizar todas as fases, o professor conferia a pontuação total à equipe.

O progresso dos grupos foi registrado em um tabuleiro desenhado no Canva e projetado para os alunos no quadro da sala. Cada equipe tinha seu próprio peão e as casas do tabuleiro foram tematizadas com os problemas do STI, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Tabuleiro da corrida da engenharia



Fonte: autoria própria (2026)

A cada problema resolvido por uma equipe, o peão correspondente avançava uma casa e o grupo ganhava uma pontuação associada àquele nível. As três primeiras equipes a resolverem todos os problemas venciam a corrida e ganhavam uma pontuação bônus, que lhes conferia grande vantagem na competição. Além desses critérios, os Pontos de Engenharia podiam ser conquistados de 4 maneiras distintas, descritas no Quadro 6.

Quadro 6 - Critérios e pontuação da “Corrida da Engenharia”.

Critérios	**Descrição**	**Pontuação**
Formação da equipe	Equipe com amigos	- 2 PE
	Equipe com colegas aleatórios (escolhidos pelo professor)	+1 PE
	Equipe com colegas que tem pouca afinidade	+2 PE
Avançar no tabuleiro	Fase 1 - Fábrica de Embalagens	+1 PE
	Fase 2 - Projeto de Saneamento	+1 PE
	Fase 3 - Fazenda de Grãos	+2 PE
Ranking da corrida	1ª Equipe a concluir todas as fases	+3 PE
	2ª Equipe a concluir todas as fases	+2 PE
	3ª Equipe a concluir todas as fases	+1 PE
	Outras equipes:	+1 PE

Avaliação do professor	Comunicação e respeito;	-1PE, 0PE, ou +1PE
	Participação e colaboração;	-1PE, 0PE, ou +1PE.
	Gestão de papéis e rotação;	-1PE, 0PE, ou +1PE.
	Cumprimento das regras e organização;	-1PE, 0PE, ou +1PE.

Fonte: autoria própria (2026)

O desenho da atividade visava a exploração das habilidades interpessoais dos discentes. Por isso, as equipes formadas por colegas que tinham pouca afinidade, ou que costumavam interagir menos entre si diariamente, ganhavam mais pontos. Além disso, o professor atribuía uma pontuação baseada na rubrica de avaliação apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Rubrica de avaliação e conferências dos pontos de gestão

Comunicação e Respeito	O diálogo é constante, construtivo e respeitoso. Há evidência de escuta ativa e as decisões são tomadas por consenso.	A comunicação é funcional, mas dominada por 1 ou 2 membros, mas não há desrespeito evidente.	As discussões são desrespeitosas, ou inexistentes. Alguns são ignorados e o ambiente é caótico e/ou apático.
Participação e Colaboração	Todos participam das discussões, cálculos e estratégias. A carga de trabalho é visivelmente distribuída e há colaboração.	Apenas 1 ou 2 membros fazem a maior parte da atividade. Outros membros são passivos, apenas concordando ou executando tarefas sem contribuir com ideias.	Um único membro faz a maior parte do trabalho, enquanto os outros observam. Ou, o grupo como um todo está visivelmente desengajado.
Gestão de Papéis e Rotação	A rotação obrigatória de papéis é feita de forma fluida e clara. O líder da rodada facilita a transição de forma eficiente.	A rotação é feita, mas de forma mecânica ou hesitante, por vezes precisando de um lembrete. A liderança é passiva na gestão da transição.	A rotação de papéis é ignorada ou feita incorretamente. Os mesmos membros tendem a manter os papéis de maior destaque ou responsabilidade.
Cumprimento das Regras e Organização	A equipe cumpre todas as regras do jogo de forma autônoma. O Registro de Projeto é mantido de forma clara e organizada.	A equipe cumpre as regras, mas precisa de lembretes ocasionais do professor. O registro está preenchido, mas está desorganizado ou incompleto.	A equipe ignora as regras deliberadamente ou por pura desorganização. O Registro de Projeto está incorreto ou incompleto.
Pontuação	-1	+0	+1

Fonte: autoria própria (2026)

Através desses critérios os alunos eram estimulados a manterem o diálogo de forma constante, construtiva e respeitosa, além de manterem a colaboração, a rotação de tarefas e o cumprimento das regras e organização dos materiais.

Seguindo este caminho, quando todas as equipes concluíram as tarefas no STI, o professor contabilizou os pontos e anunciou a equipe vencedora, encerrando a atividade no tempo de 4h/aulas.

6.2 Elementos de Design de Jogos da “Corrida da Engenharia”

A revisão da literatura realizada sobre IM e Gamificação identificou um único mapeamento de EDJs relacionados à IM, realizado por Sajjadi e De Troyer (2020). Esses autores desenvolveram uma ferramenta online[5] para auxiliar *designers* no desenvolvimento de jogos a partir da escolha de elementos relacionados às IM dos usuários. Os autores destacaram que sua pesquisa pode ser utilizada no contexto educacional de duas formas: I - Na melhora da experiência dos alunos em atividades gamificadas, a partir da utilização de elementos relacionados ao seu perfil de inteligência; e II - No desenvolvimento das IM mais fracas, a partir da adição de elementos relacionados a elas nas atividades gamificadas.

Intuindo-se investigar se alunos com um perfil de IM específico apresentam maior engajamento e desempenho em comparação aos demais devido ao uso de EDJs voltados a este perfil de IM, delimitou-se para esta investigação os EDJs que segundo Sajjadi e De Troyer (2020) possuem relação positiva com o perfil de IM interpessoal. Dessa forma, foram utilizados os EDJs apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Descrição dos Elementos de Design de Jogos e as características presentes no design de atividade gamificada “Corrida da Engenharia”

Característica	EDJ	Descrição
Tutorial e teste do STI	Tutorial	Sequência de etapas guiadas para novos usuários.
Pontos de Engenharia	Pontos	Valor numérico somativo dado para qualquer ação única ou combinação de ações.
	Coleções	Representação em objetos virtuais de elementos de conhecimento, competências ou recompensas virtuais que podem ser coletados pelo jogador.
	Recompensas	Feedback em forma de objetos como pontos ou fichas, que um jogador recebe por uma ação realizada.
Tabuleiro	Feedback rápido	Mostra ao usuário o que ele acabou de fazer e lhe dá uma gratificação instantânea com as coisas acontecendo depois de concluir uma tarefa.
	Progressão Dinâmica	Uma dinâmica na qual o sucesso é exibido e medido gradualmente ao concluir tarefas
Pódio de equipes	Conquistas	Representação virtual ou física de ter alcançado algo. Como emblemas obtidos ao completar tarefas/missões.
Problemas matemáticos.	Níveis	Sistema pelo qual os jogadores são recompensados à medida em que avançam para níveis mais altos.
Formação de Equipes, Revezamento e Divisão de tarefas	Trabalho em equipe	Combinação de habilidades sociais que levam ao surgimento de maior competência geral.

[5] https://wise.vub.ac.be/dpl/

Fonte: autoria própria com base em Sajjadi e De Troyer (2020) e Kapp (2012)

O Tutorial busca nivelar a competência técnica básica para que todos possam usar o STI sem dificuldades, mostrando como o sistema funciona e que passos devem ser seguidos. Na atividade proposta, ele está presente nas instruções e orientações iniciais do professor, na assistência contínua ao longo da atividade, e no exemplo resolvido da primeira questão proposta (vide o exemplo resolvido no item “a” do mostrado na Figura 11). Dessa forma, os alunos não precisam se preocupar em quem sabe usar o software, focando assim na resolução dos problemas.

Os Pontos de Engenharia inserem-se como um EDJ de pontuação, coleções e recompensa para as equipes. É um importante elemento de motivação, pois adiciona propósito na realização das tarefas no cumprimento dos requisitos de avaliação - os alunos tem que cumpri-los para ganhar pontos e vencer a competição. A partir desse EDJ, os alunos devem perceber que a interação e a organização são tão importantes quanto o conhecimento matemático para o sucesso da equipe.

O tabuleiro buscou representar visualmente o ambiente de competição, adicionando progressão dinâmica e fornecendo feedback rápido em relação ao percurso das equipes. Espera-se que ao acompanharem seu progresso visualmente, as equipes busquem estratégias para superarem as demais. Dessa forma, almeja-se estimular maior agilidade no cumprimento das fases das tarefas, e consequentemente a superação de barreiras para utilização das habilidades interpessoais.

As fases da Corrida da Engenharia estruturam-se em níveis de dificuldade procedimental, pois as situações problemas passam a exigir cálculos semelhantes, mas mais extensos. No entanto, o grau efetivo de complexidade pode variar em função da gestão das relações interpessoais no âmbito da organização das equipes. Desse modo, a cada nível, os alunos são desafiados a adaptar-se e reorganizar-se para o cumprimento das tarefas.

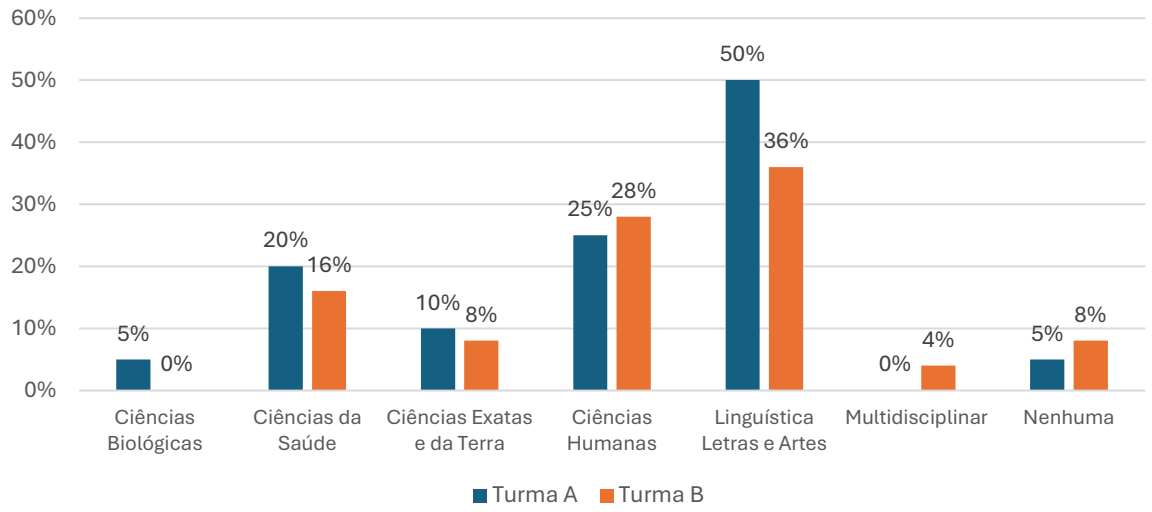
O trabalho em equipe manifesta-se na formação das equipes, no revezamento de funções e na divisão de tarefas. O êxito da equipe não depende apenas do desempenho individual, mas sim da capacidade de ensinar uns aos outros e comunicar-se de forma eficiente. Requer, ainda, a habilidade de liderança para manutenção da organização e da convivência harmônica, pautada na compreensão das intenções e dos sentimentos de todos os envolvidos.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Perspectiva discente sobre a Matemática

Inicialmente, os alunos foram perguntados sobre qual área do conhecimento mais se identificam. Nesta fase, foram coletas respostas de 20 alunos da turma A e 25 alunos da turma B. As respostas incluíram disciplinas escolares, como português, história e biologia e temas do seu interesse como investigação criminal, música e esportes. As respostas foram agrupadas conforme áreas do conhecimento estabelecidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES (Brasil, 2024). A frequência de citação dessas áreas é mostrada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Preferência dos alunos por áreas do conhecimento

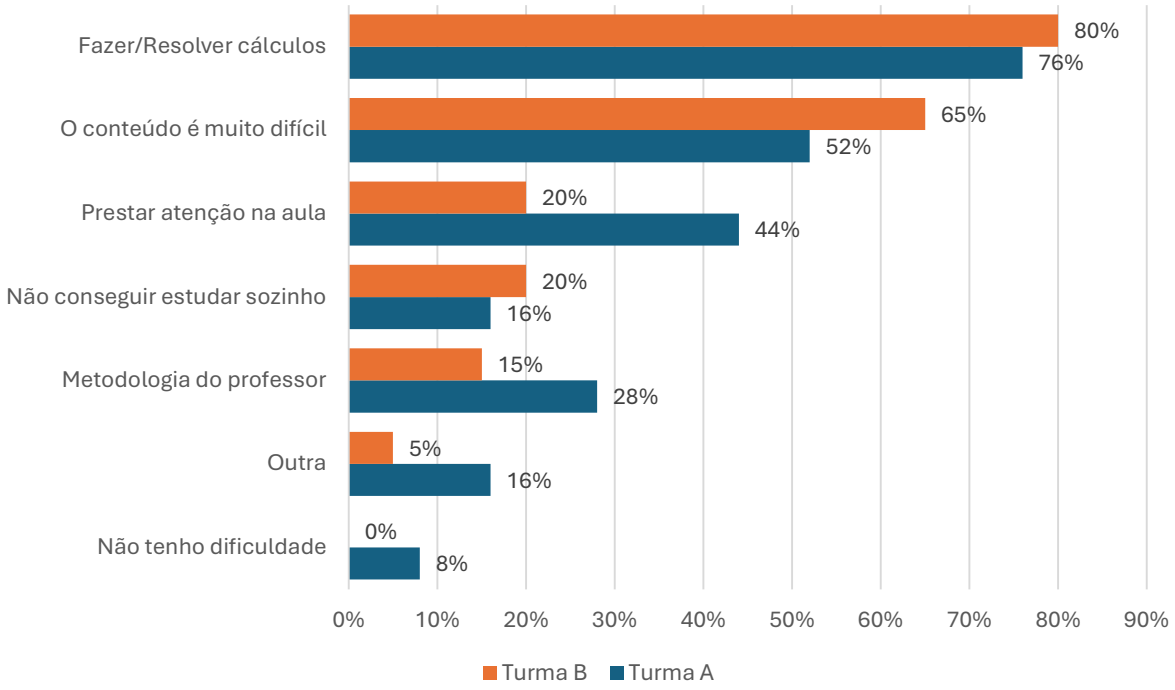


Fonte: dados da pesquisa (2026)

Observa-se que há preferência pelas áreas de Linguística, Letras e Artes, Ciências Humanas e Ciências da Saúde, enquanto as Ciências Exatas e da Terra - onde insere-se a Matemática - Ciências Biológicas e a Área multidisciplinar o estão entre as menos citadas, com percentuais bem abaixo das mais citadas. Este cenário pode refletir as habilidades que os alunos mais dominam incluindo os perfis de IM.

Todos os alunos respondentes da Turma A afirmaram sentir algum tipo de dificuldade em matemática, e na turma B apenas dois alunos disseram não ter dificuldade. O Gráfico 2 apresenta a frequência com que dificuldades algumas são sentidas pelos discentes em Matemática, também coletados com o questionário de caracterização.

Gráfico 2 - Dificuldades sentidas pelos alunos do 2º ano em aprender matemática



Fonte: dados da pesquisa (2026)

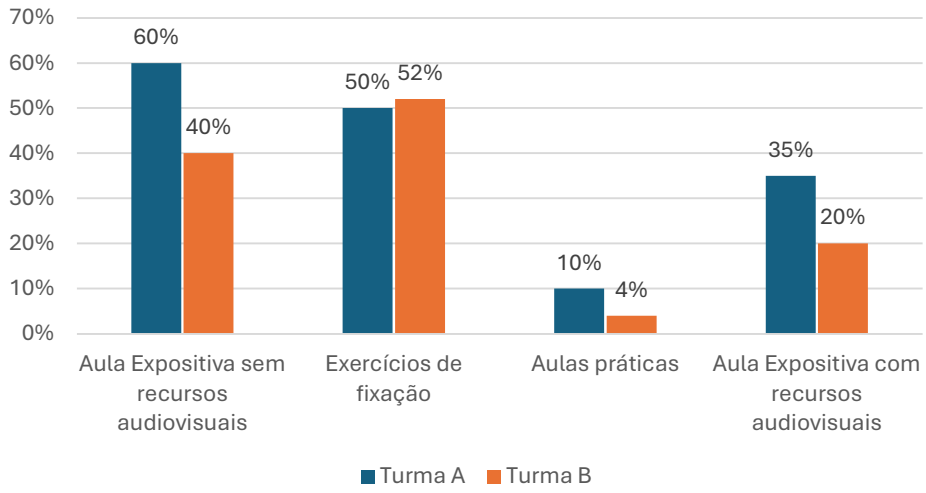
A principal dificuldade relatada é efetuar cálculos matemáticos, o que foi frequentemente observado e registrado nas Fases 2, 3 e 4 da pesquisa, quando dos testes de desempenho e atividades no STI, analisados posteriormente. O segundo ponto mais frequente é a percepção do conteúdo como algo muito difícil de aprender, o que pode estar diretamente relacionado ao primeiro ponto. Menos frequentemente, ocorrem a dificuldade em manter a atenção na aula e não conseguir estudar sozinho, além de dificuldades mais específicas, como baixa visão (A02), interpretar o enunciado das questões (B11), fixar o conteúdo (B14), dormir na aula e não ter tempo para estudar devido ao trabalho noturno (B28).

Esses dados assemelham-se aos de outras pesquisas da área de ensino e educação matemática, que convergem a cenários semelhantes. Segundo Lira, Silva e Neto (2024), ocorrem problemas de leitura, interpretação e organização de dados de situações-problema, ausência de conhecimentos não adquiridos em etapas escolares anteriores, método de ensino e aprendizagem mecânicos, falta de apoio da comunidade escolar quando metodologias não tradicionais são adotadas, e ausência do acompanhamento familiar na vida escolar do aluno, que provocam um sentimento de desinteresse nos alunos, que, de forma cíclica, agravam os problemas anteriores.

Ademais, Bernardo (2025) acrescenta a esta lista aspectos neurobiológicos e cognitivos como a Discalculia, e a formação docente insuficiente, especialmente no ensino fundamental, acompanhada de crença negativa sobre a disciplina.

Os alunos também apontaram a metodologia utilizada pelo professor como uma dificuldade. Conforme apresentado no Gráfico 3, segundo os alunos, a principal abordagem didática utilizada pelo professor é a aula expositiva sem recursos audiovisuais - e.g. vídeos, slides ou música, acompanhada de exercícios de fixação. Outros alunos relataram aulas expositivas com recursos audiovisuais, porém em menor número, indicando baixa adesão do professor a estes recursos.

Gráfico 3 - Metodologias de ensino utilizadas pelo professor de matemática



Fonte: autoria própria com dados da pesquisa (2026)

No Gráfico 3 destaca-se o baixo percentual de aulas práticas relatadas pelos alunos, onde apenas 10% disseram ter tido aulas práticas na Turma A, somando-se a apenas 4% na Turma B. Segundo o discente B28: “Ele [professor] já trabalhou das duas formas, porém tem mais aulas expositivas”. Esse cenário ocorre mesmo com a existência de um laboratório voltado especificamente para o ensino de matemática que, conforme respostas dos alunos, conclui-se ser pouco utilizado pelos professores.

Na fase 1, observou-se que a metodologia mais adotada pelo professor nas turmas foi a aula expositiva, geralmente envolvendo a resolução de situações problemas. Houve também a utilização de um filme curta metragem sobre a história da geometria e uma demonstração de um dos conceitos estudados que se

caracterizaria como uma aula prática. Adicionalmente, os alunos também resolviam exercícios extraclasse - atividades para casa. Dessa forma, demonstra-se um cenário de baixa adoção de metodologias ativas e recursos tecnológicos, audiovisuais, mesmo quando disponíveis, semelhante aos relatados por Lira, Silva e Neto (2024) e Bernardo (2025).

Quando perguntados como o ensino de matemática poderia ser melhorado, os estudantes remetem à necessidade de aulas “diferentes”, “práticas”, “criativas”, “descontraídas”, “interativas”, “dinâmicas” e “participativas”, com uso de recursos audiovisuais, tecnológicos e digitais, como vídeos, música e slides e jogos, e métodos que possam “cativar os alunos” como uso dos laboratórios, além da necessidade de o professor revisar os conteúdos estudados. Isto sugere que os estudantes reconhecem a necessidade de diversificação metodológica e valorizam experiências de aprendizagem que rompem com o modelo predominantemente expositivo, em suas próprias palavras, apreciariam “aulas menos chatas”.

Ademais, falam em “explicação melhor”, “revisar conteúdo”, “reforçar a explicação”, “ensino gradativo”, “mais exemplos”, “explicar melhor as fórmulas” “conteúdo simplificado”, sinalizando uma lacuna de aprendizagem relacionada ao tempo necessário para assimilar os conteúdos, que, para eles, poderia ser mais estendido. Ademais, expressões como “compreender os alunos” enfatizam a dimensão afetiva, sugerindo que os estudantes associam o sucesso em Matemática à forma como o professor media, escuta e se mostra sensível às dificuldades. Desse modo, as turmas convergem ao descreverem características metodológicas de um ensino mais personalizado e individualizado.

Os estudantes não atribuem as dificuldades apenas ao conteúdo e aos métodos de ensino, mas também às condições interacionais e organizacionais da sala de aula. Nas duas turmas, mas mais fortemente em B, surgem expressões como “comportamento da turma”, “mais silêncio”, “colaboração dos alunos” e “participação ativa”. Essas ocorrências indicam que os próprios estudantes identificam a indisciplina e a falta de foco coletivo como fatores que prejudicam a aprendizagem.

Quanto às impressões sobre a disciplina Matemática, há reconhecimento da relevância da Matemática acompanhado da percepção de forte dificuldade. Os alunos dizem que matemática é “importante”, “fundamental” e “essencial”, que traz conhecimentos que podem ser “levados para a vida”. No entanto, também dizem que

é uma matéria “difícil”, “complicada”, “estressante”, “problemática” que requer muita atenção” pois é “como um quebra-cabeças de 3000 peças”. Portanto, os discentes compreendem a função formativa da disciplina, mas a percebem como algo difícil de se aprender.

Há ainda aqueles que relacionam a Matemática a sentimentos negativos como “medo”, “ansiedade”, “nervosismo”. Dentre as respostas, há relatos de que o nervosismo faz o aluno esquecer o que sabe ou errar cálculos, mesmo após estudar. Isto ajuda a explicar o forte apelo por aulas mais “descontraídas”, “interativas”, “dinâmicas”.

Apesar da predominância do campo semântico da dificuldade, também emergem elementos positivos. Parte dos estudantes classifica a disciplina como “interessante” ou “incrível”, ainda que difícil. Há também um reconhecimento de que a dificuldade não impede a aprendizagem - A09: “difícil, mas não impossível de aprender” - ou que mesmo não sendo a matemática preferida, também não é desgostada - B28: “acho muito interessante, embora não seja minha matéria favorita”, B16: “não gosto, não odeio”. Essas respostas mostram que, para alguns alunos, a dificuldade não se traduz em rejeição total, permitindo identificação parcial com a disciplina, nuances que indicam que mesmo em um cenário marcado por dificuldades, há um potencial de engajamento que pode ser explorado por meio de práticas que dialoguem com os interesses e experiências dos estudantes.

Comparando as turmas, observa-se que ambas reconhecem a Matemática como conteúdo socialmente relevante, mas a experiência subjetiva com a disciplina é majoritariamente marcada por dificuldade e tensão. A Turma A explicita mais fortemente o incômodo com aulas monótonas e com o caráter “chato” da disciplina, enquanto a Turma B tende a enfatizar a complexidade do conteúdo e a importância da explicação do professor para superar as dificuldades. Em comum, as duas turmas reivindicam práticas mais ativas, contextualizadas e mediadas por recursos tecnológicos, bem como um acompanhamento mais atento às dificuldades individuais.

7.2 Relato das observações de campo

Nesta subseção, apresentam-se os resultados provenientes de seis observações de campo realizadas nas Turmas A e B, na fase 1 da pesquisa,

orientadas pelo roteiro de observação (Apêndice A). O foco da observação recaiu sobre as práticas pedagógicas adotadas pelo professor de matemática e sobre as dinâmicas de sala de aula, incluindo aspectos comportamentais, afetivos, de atenção e de engajamento dos estudantes.

Inicialmente, considerando que ambas as turmas são conduzidas pelo mesmo docente, constatou-se que as abordagens pedagógicas não diferem entre elas. Contudo, há distinções demográficas e comportamentais marcantes. A Turma A, possui menos alunos e a maioria é do sexo masculino, possui um contingente menor e demanda menos intervenções disciplinares. Em contrapartida, a Turma B apresenta maior equilíbrio de gênero, possui mais alunos e demonstra maior dispersão durante aulas, exigindo frequentes intervenções do docente para a manutenção da ordem, como pedidos de silêncio e, em um caso extremo, a retirada de cerca de dez alunos no início de uma das aulas.

Atrelado a essa dinâmica comportamental, em relação à assiduidade, notou-se um quadro de absenteísmo ao longo do período observado. A Turma A registrou uma média de 15 alunos por aula, com uma queda de 21 estudantes na primeira observação para 15 na última. Na Turma B, a média foi de 24 alunos por aula, apresentando uma redução mais acentuada: de 30 alunos na primeira aula para 18 na observação final.

No que tange à metodologia de ensino, as atividades consistiram predominantemente em aulas expositivas seguidas de resolução de listas de exercícios, incluindo a correção de tarefas extraclasse. Este dado de observação corrobora e valida as respostas fornecidas pelos próprios alunos no questionário de caracterização, evidenciando o predomínio de metodologia se ensino mais tradicionais.

Houve, contudo, duas exceções que romperam com essa dinâmica. Em ambas as turmas, o professor exibiu o curta-metragem "Donald no País da Matemágica" (1959) para contextualizar a história e as aplicações da matemática, especialmente a parte de geometria que estava sendo estudada no momento, propondo, em seguida, um questionário em duplas. Em outra ocasião, exclusivamente na Turma A, realizou-se uma aula prática no pátio da escola. O docente utilizou a medição das sombras dos alunos e de objetos do entorno para demonstrar, de forma aplicada, a regra de semelhança de triângulos.

A postura dos alunos variou significativamente de acordo com a estratégia adotada. Nas aulas tradicionais, com listas de exercícios, observou-se que parte da turma se limitava a copiar as respostas de colegas para garantir a pontuação da atividade. Durante as exposições, o professor tentava estimular a participação por meio de perguntas, mas a adesão era baixa. Frequentemente, o mesmo aluno ou grupos de alunos respondiam repetidas vezes enquanto os demais permaneciam calados, alegando desconhecimento sobre o conteúdo ou timidez. Notaram-se também comportamentos de desinteresse, como alunos deitando a cabeça sobre a carteira, conversas paralelas e ruídos que prejudicavam o andamento da aula.

Por outro lado, a aula prática realizada no pátio gerou um nítido contraste no engajamento. Os alunos participaram ativamente e chegaram a apontar variáveis que poderiam influenciar ou inviabilizar o experimento de medição de sombras, demonstrando postura crítica e maior envolvimento cognitivo com o objeto de estudo.

Por fim, no que diz respeito ao suporte estrutural para atividades que fugissem da abordagem tradicional mais expositiva, verificou-se uma subutilização dos espaços e recursos tecnológicos da instituição. Não houve registro de uso do laboratório de matemática ou de informática durante o período letivo acompanhado. Em relação ao acesso às Tecnologias Digitais, sob prerrogativa da lei nº 15.100/2025 (Brasil, 2025b) não é permitido o uso de aparelhos celulares na escola para fins não pedagógicos. Assim, os alunos não tem acesso à internet pela rede Wi-Fi da instituição. Consequentemente, a única via institucionalizada para o acesso é o laboratório de informática, o qual, segundo as observações, relatos de alunos, funcionários e da própria gestão, possui horários restritos de funcionamento e carece de um profissional designado para acompanhar e orientar os alunos.

Esse cenário mostra um ambiente educacional em que predominam métodos de ensino mais tradicionais. Considerando os aspectos comportamentais dos alunos, pode-se inferir que as aulas não estão sendo atrativas para este público. Sob a ótica da Teoria do Fluxo (Cziksentmihalyi, 2008), isto indica um descompasso entre as habilidades dos alunos e os desafios impostos pelos conteúdos apresentados. De modo complementar, à luz da Teoria das Inteligências Múltiplas (Gardner, 1994), os estudantes poderiam estar sentindo-se desestimulados pelas estratégias de ensino não se alinharem aos seus interesses ou habilidades. Essa percepção corrobora os relatos do questionário de caracterização, nos quais alguns alunos citaram a

necessidade de aulas “diferenciadas” como forma de melhorar o ensino da Matemática.

Ademais, quanto ao uso de recursos tecnológicos digitais, a subutilização do laboratório de informática indica um desconhecimento ou mesmo falta de familiaridade dos alunos, e até dos próprios docentes, quanto ao uso e às possibilidades pedagógicas desse recurso. Por outro lado, o engajamento percebido na demonstração prática dos conceitos matemáticos evidencia um claro potencial de estímulo à participação discente em atividades que fogem da rotina escolar. Diante disso, a introdução de STIs aliados à estratégia de Gamificação emerge como um caminho pedagógico capaz de despertar um maior interesse do aluno, personalizar o aprendizado, adequar os desafios matemáticos e promover a exploração ativa dos recursos disponíveis na escola.

7.3 Análises comparativas do Estado de Fluxo (H1)

Através de análises comparativas das diferenças e variações dos estados de fluxo e desempenhos das turmas buscou-se verificar a hipótese H1. Para isso, utilizou-se de uma amostra compostas por 8 alunos que participaram de todas as fases da pesquisa em cada turma, totalizando N = 16 participantes. Devido a este baixo quantitativo, optou-se pela utilização de testes não paramétricos alternativos ao Teste t de *student*. Especificamente foram utilizados o Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon para amostras pareadas e o Teste do U de Mann-Whitney para amostras independentes.

Inicialmente, analisou-se a variação no Estado de Fluxo das turmas entre as aulas convencionais e as intervenções realizadas. Na Tabela 1 e Tabela 2 são apresentados em valores e variação absolutos e variação relativa percentual entre os Estado de Fluxo 1 (FS1), percebido pelos alunos durante às aulas convencionais e o Estado de Fluxo 2 (FS2), percebido na intervenção com STI.

Tabela 1 – Estado de Fluxo percebido pelos alunos da turma A em aulas convencionais na aula com Sistema Tutor Inteligente

Aluno	FS1	FS2	Diferença Absoluta	Diferença Relativa Percentual
A02	3,11	2,56	-0,56	-18%
A03	2,78	2,89	0,11	4%
A10	3,44	4,00	0,56	16%
A12	3,56	4,00	0,44	13%
A13	3,67	4,22	0,56	15%
A14	1,67	2,56	0,89	53%
A15	3,78	3,11	-0,67	-18%
A24	3,00	3,33	0,33	11%
Média	3,13	3,33	0,208	6,64%*
Desvio-padrão	0,683	0,667	0,554	-
Mediana	3,27	3,22	0,385	

* calculado em relação à Diferença Absoluta e a média do pré-teste

Fonte: dados da pesquisa (2026)

Tabela 2 – Estado de Fluxo percebido pelos alunos da turma B em aulas convencionais e com Sistema Tutor Inteligente associado à Gamificação

Aluno	FS1	FS2	Diferença Absoluta	Diferença Relativa Percentual
B01	3.00	3,22	0.22	7%
B03	3,67	3,11	-0,56	-15%
B06	2,78	2,67	-0,11	-4%
B12	3,67	3,78	0,11	3%
B17	3,22	2,88	-0,35	-11%
B22	4,22	4,11	-0,11	-3%
B25	3,00	3,89	0,89	30%
B35	2,67	2,78	0,11	4%
Média	3,28	3,31	0,0250	0,76%*
Desvio-padrão	0,531	0,550	0,434	-
Mediana	3,11	3,17	0,00	

* calculado em relação à Diferença Absoluta e a média do pré-teste

Fonte: dados da pesquisa (2026)S

Os dados da Turma A indicam um aumento percentual médio de 6,64% no Estado de Fluxo da amostra, enquanto na Turma B esse percentual foi de apenas 0,76%. Apesar desses percentuais sugerirem que os alunos se sentiram mais engajados com as propostas de intervenções, a realização de um teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas, apresentado na Tabela 3, demonstrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os estados de fluxo FS1 e FS2 medidos nas Turmas Controle e Experimental. Portanto, as turmas experienciaram estados de

fluxo equivalentes entre as aulas convencionais e as propostas de intervenção, conforme pode ser interpretado visualmente no Gráfico 4 e Gráfico 5.

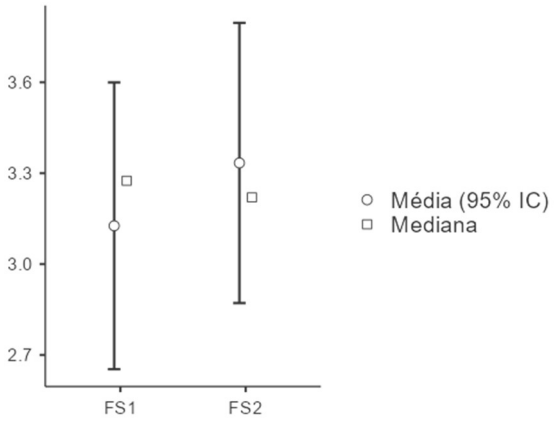
Tabela 3 – Teste de Wilcoxon para variação no Estado de Fluxo por turma

Turma			Estatística	p
A	FS1 - FS2	W de Wilcoxon	11,5	0,200
B	FS1 - FS2	W de Wilcoxon	17,0	0,472

Nota: H_a = FS1 < FS2

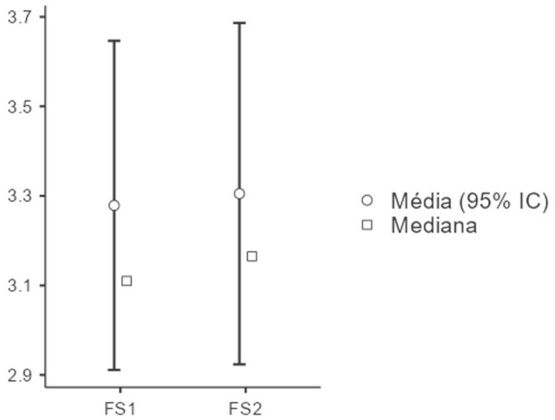
Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Gráfico 4 – Intervalos de distribuição dos valores absolutos de Estado de Fluxo entre amostras pareadas da Turma A



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Gráfico 5 – Intervalos de distribuição dos valores absolutos de Estado de Fluxo entre amostras pareadas da Turma B



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

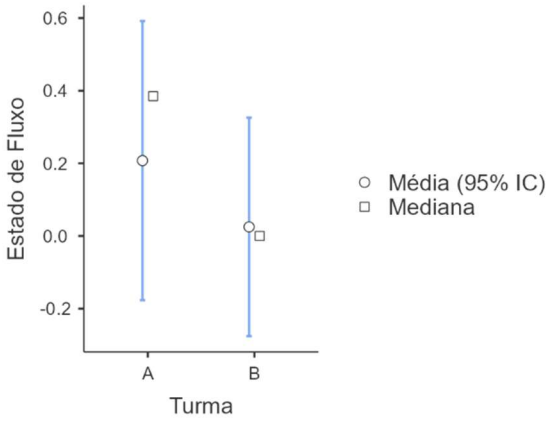
Ao comparar os valores da diferença absoluta do Estado de Fluxo das turmas, nota-se que não houve variação estatisticamente significativa entre A e B, rejeitando-se a hipótese nula $H_0 = \mu A \neq \mu B$. O resultado do teste é apresentado na Tabela 4 e pode ser verificado visualmente através do Gráfico 6 que mostra os intervalos de distribuição dos valores das variações do Estado de Fluxo dos alunos de cada turma.

Tabela 4 – Teste U de Mann-Whitney para diferenças absolutas de Estado de Fluxo entre turmas

		Estatística	p
Diferença absoluta do Estado de Fluxo	U de Mann-Whitney	23,0	0,369

Fonte: elaborado com Jamovi Sa partir dos dados da pesquisa (2026)

Gráfico 6 – Intervalos de distribuição das variações absolutas no Estado de Fluxo



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Portanto, as turmas experienciaram estados de fluxo equivalentes, ou seja, a estratégia com Gamificação gerou engajamento equivalente ao uso isolado do STI, e as duas estratégias geraram engajamento equivalente às aulas convencionais. Logo, rejeita-se estatisticamente a Hipótese H1.

7.4 Análises comparativas do desempenho (H2)

Para verificar a hipótese H2 também foram utilizados o Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon para amostras pareadas e o Teste do U de Mann-Whitney para amostras independentes, entre os desempenhos dos alunos no pré-teste e pós-teste. Os valores de desempenho no pré-teste e pós-teste o das turmas A e B são apresentados, respectivamente, nas Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 - Desempenhos da turma A pré e pós intervenção com STI

Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Diferença Absoluta	Diferença Relativa Percentual
A02	0,78	3,33	2,56	329%
A03	4,00	4,00	0,00	0%
A10	6,11	8,33	2,22	36%
A12	5,78	6,44	0,67	12%
A13	7,00	8,11	1,11	16%
A14	2,67	6,22	3,56	133%
A15	5,78	6,56	0,78	14%
A24	4,00	7,00	3,00	75%
Média	4,51	6,25	1,74	38,60%*
Desvio-padrão	2,06	1,78	1,27	-
Mediana	4,89	6,50	1,67	-

* calculado em relação à Diferença Absoluta e a média do pré-teste

Fonte: dados da pesquisa (2026)

Tabela 6 - Desempenhos da turma B pré e pós intervenção com STI

Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Diferença Absoluta	Diferença Relativa Percentual
B01	3,00	8,11	5,11	170%
B03	6,11	9,22	3,11	51%
B06	4,67	6,89	2,22	48%
B12	0,00	1,67	1,67	-
B17	4,89	7,33	2,44	50%
B22	3,56	5,88	2,32	65%
B25	3,22	5,00	1,78	55%
B35	5,89	6,67	0,78	13%
Média	4,04	6,35	2,43	60,14%*
Desvio-padrão	1,69	2,29	1,28	-
Mediana	4,12	6,78	2,27	-

* calculado em relação à Diferença Absoluta e a média do pré-teste

Fonte: dados da pesquisa (2026)

Conforme estes dados, houve um aumento 38,60% na média de desempenho na Turma A, enquanto na Turma B esse valor foi 60,14%. Esses resultados apontam para uma variação significativa no desempenho após as intervenções. Isto foi confirmado a partir do Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para amostras emparelhadas, apresentado na Tabela 7, considerando a hipótese alternativa $H_a = \mu_{Pré\text{-}Teste} < \mu_{Pós\text{-}teste}$.

Tabela 7 - Teste de Wilcoxon para pré-teste e pós-teste por turma

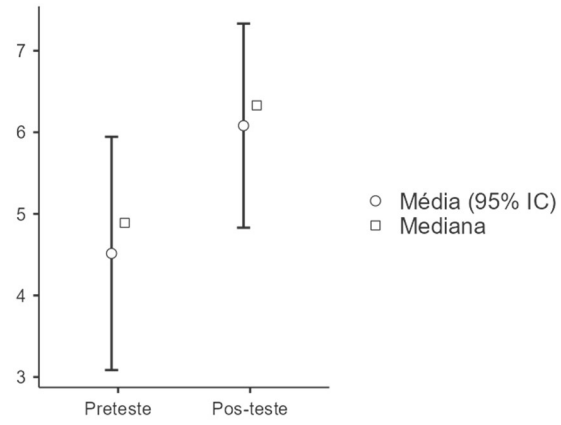
Turma			Estatística	p
A	**Pré-teste - Pós-teste**	W de Wilcoxon	1.00*	0,017
B	**Pré-teste - Pós-teste**	W de Wilcoxon	3,00	0,004

Nota: $H_a = \mu_{Pré\text{-}Teste} < \mu_{Pós\text{-}teste}$
* 1 par de valores empatados

Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

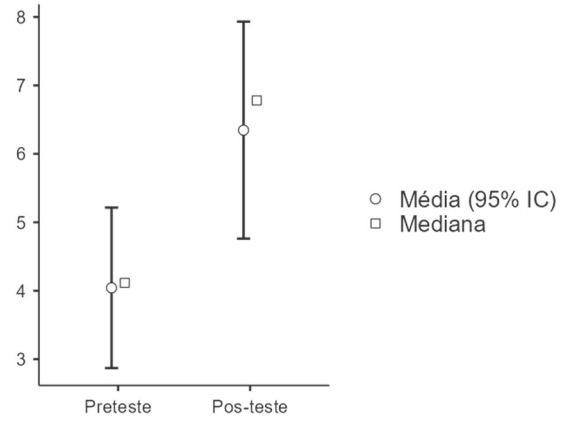
Esse resultado pode também ser verificado na distribuição das pontuações de desempenho apresentada nos Gráficos 7 e 8

Gráfico 7 - Intervalos de distribuição dos valores absolutos de desempenho entre amostras pareadas da Turma A



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Gráfico 8 - Intervalos de distribuição dos valores absolutos de desempenho entre amostras pareadas da Turma B



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

As turmas apresentaram resultados de desempenho heterogêneos entre seus próprios alunos, observáveis pelos valores do desvio-padrão na Tabela 5 e Tabela 6. No caso da Turma-controle os valores de desvio-padrão caem de 2,06 no pre-teste para 1,78 no pos-teste, uma diferença de -13,60%, enquanto na Turma-experimento o inverso ocorreu, o desvio-padrão passou de 1,69 no pré-teste para 2,29 no Pós-teste. Isto sugere que as diferenças entre alunos da Turma A se tornaram menos marcadas após a intervenção, enquanto na Turma B essa diferença aumentou.

Testou-se ainda a variação das diferenças absolutas de desempenho entre as turmas com $H_a = \mu A < \mu B$. Esse resultado é apresentado na Tabela 8 e indica que não houve diferença entre as variações de desempenho das Turmas controle e experimento, com p = 0,225 indicando uma probabilidade de 22,5% da hipótese H2 está incorreta. Logo, os desempenhos das turmas variaram dentro de um intervalo semelhante, conforme pode ser verficado visualmente no Gráfico 9.

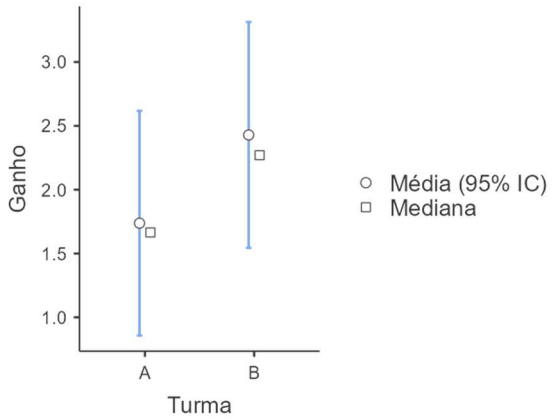
Tabela 8 - Diferenças absolutas de desempenho entre as turmas

		Estatística	p
Diferença absoluta no Desempenho	U de Mann-Whitney	24,0	0.225

Nota. $H_a = \mu_A < \mu_B$

Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Gráfico 9 - Intervalos de distribuição das variações absolutas no desempenho



Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Adicionalmente, um teste U de Mann-Whitney para amostras independentes do pré-teste e pós-teste, com $H_a = \mu_B \neq \mu_A$, apresentado na Tabela 9, mostra que não

houve diferença estatisticamente significativa entre as notas do pré-teste e as do pós-teste comparativamente entre as turmas, ou seja, as turmas estavam niveladas quanto ao desempenho.

Tabela 9 - Teste U de Mann-Whitney para escores pré e pós teste entre turmas.

		Estatística	p
Pré-teste	U de Mann-Whitney	27,5	0,701
Pós-teste	U de Mann-Whitney	29,5	0.417

Nota. $\mathbf{H_a = \mu_B \neq \mu_A}$

Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Diante dos resultados apresentados, confirma-se parcialmente a Hipótese H2, pois o desempenho dos alunos variou positivamente após as intervenções, indicando um ganho em relação às aulas convencionais (pré-teste). Porém, não verificou-se uma diferença estatisticamente significativa na comparação entre essa variação nas turmas controle e experimental. Portanto, tanto a estratégia de uso isolado do STI quanto sua utilização junto ao design gamificado apresentaram resultados igualmente positivos de desempenho, equivalentes, e superiores aos das aulas convencionais.

7.5 Perfil de Inteligências múltiplas, desempenho e engajamento (H3)

A Tabela 10 apresenta as pontuações médias obtidas com MIPQ nas turmas.

Tabela 10 - Comparação entre o perfil de Inteligências Múltiplas das turmas

	Turma	VL	LM	VE	CC	RM	Inter.	Intra.
Média	A	3,53	2,47	3,09	2,91	2,88	3,16	4,09
	B	3,34	2,63	3,06	3,16	2,88	3,09	3,84
Mediana	A	3,38	2,75	2,88	3,00	3,00	3,13	4,00
	B	3,38	2,63	2,75	3,00	2,88	3,00	4,13
Desvio-padrão	A	0,828	0,725	0,667	0,876	1,16	0,566	0,533
	B	0,731	1,19	0,665	0,731	0,681	0,582	0,767
Mínimo	A	2,50	1,25	2,50	1,25	1,25	2,50	3,50
	B	2,50	1,00	2,50	2,50	2,00	2,50	2,75
Máximo	A	5,00	3,25	4,50	4,25	5,00	4,00	5,00
	B	4,50	5,00	4,00	4,25	4,00	4,25	5,00

Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Observa-se, a partir da Tabela 10, que a dimensão intrapessoal registrou a maior média, enquanto a dimensão lógico-matemática apresentou a menor média nas turmas. Ademais, os dados indicam que as turmas possuem perfis de IM semelhantes

entre si e entre seus alunos, com o maior desvio ocorrendo no perfil Rítmico-Musical da Turma A e Lógico-Matemático da Turma B, com desvios-padrão iguais a 1,16 e 1,19, respectivamente. Esta semelhança é confirmada pelo teste U de Mann-Whitney, apresentado na Tabela 11, que resultou em $p > 0,05$ para todas as dimensões, assumindo a hipótese alternativa $H_a = \mu_A \neq \mu_B$.

Tabela 11 - Teste U de Mann Whitney para escores de IM entre turmas

		Estatística	p
VL	U de Mann-Whitney	29,0	0,791
LM	U de Mann-Whitney	31,0	0,957
VE	U de Mann-Whitney	29,5	0,830
CC	U de Mann-Whitney	29,0	0,786
RM	U de Mann-Whitney	31,5	1,000
Inter.	U de Mann-Whitney	29,5	0,832
Intra.	U de Mann-Whitney	26,5	0,597

Nota. $\mathbf{H_a\ \mu_A \neq \mu_B}$

Fonte: elaborado com Jamovi a partir dos dados da pesquisa (2026)

Ao buscar padrões ou possíveis relações entre os perfis de IM, o desempenho e a variação do Estado de Fluxo, não foi viável a utilização de testes estatísticos como aos adotados anteriormente, sobretudo devido ao tamanho restrito da amostra e à heterogeneidade dos dados. Como pode ser observado na Tabela 12, os alunos A03, A24 e B01, com IM interpessoal como dominante, apresentaram variação positiva tanto no Estado de Fluxo quanto no desempenho da atividade. No entanto, este mesmo comportamento ocorreu para discente com outros perfis de IM dominantes, como A10, A12, A13, A14, B12, B25, B35. Não obstante, um número relevante de discentes apresentou variação positiva no desempenho, mas com valor negativo no Estado de Fluxo.

Tabela 12 – Pontuações de IM, Variação de Estado de Fluxo e desempenhos

Turma	Aluno	VL	LM	VE	CC	RM	Inter.	Intra.	Variação de Desempenho	Variação de Fluxo
A	A02	5,00	2,75	4,50	3,00	3,50	3,75	5,00	329%	-18%
	A03	3,25	1,25	2,75	3,00	3,25	4,00	3,75	0%	4%
	A10	3,00	2,75	2,50	1,25	1,25	2,75	3,50	36%	16%
	A12	4,50	3,25	3,25	3,50	5,00	3,00	4,50	12%	13%
	A13	2,50	2,75	2,50	2,25	2,00	2,50	4,00	16%	15%
	A14	3,50	1,75	3,00	4,25	2,75	2,50	4,00	133%	53%
	A15	3,50	3,25	3,50	3,00	2,00	3,25	4,50	14%	-18%
	A24	3,00	2,00	2,75	3,00	3,25	3,50	3,50	75%	11%
B	B01	3,25	1,75	2,50	2,50	3,00	3,25	3,25	170%	7%
	B03	4,00	2,75	2,75	3,00	2,75	2,50	2,75	51%	-15%
	B06	2,50	1,00	2,50	3,00	2,00	2,50	3,00	48%	-4%
	B12	4,50	2,00	3,50	4,25	2,75	4,25	4,25	+*	3%
	B17	2,75	2,75	2,50	2,50	2,00	3,00	4,00	50%	-11%
	B22	3,50	3,25	4,00	4,25	4,00	3,00	4,25	65%	-3%
	B25	2,50	5,00	4,00	2,50	3,50	2,75	4,25	55%	30%
	B35	3,75	2,50	2,75	3,25	3,00	3,50	5,00	13%	4%

*** ocorreu variação positiva, mas com valor inicial igual a 0,0.**

Fonte: dados da pesquisa (2026)

Dessa forma, não se verifica uma relação lógica, direta e exclusiva entre o perfil de inteligência interpessoal, ou qualquer outro perfil de IM, e os dados de desempenho e Estado de Fluxo relatados. Consequentemente, descarta-se a hipótese H3, a qual previa que a utilização de elementos relacionados à inteligência interpessoal na dinâmica proposta geraria resultados observáveis de maior engajamento e desempenho especificamente para os alunos com este perfil dominante.

Constata-se, assim, que é incorreto analisar as habilidades de cada IM de forma isolada. Segundo esta teoria, as Inteligências Múltiplas trabalham em associação, podendo se somar, se complementar, se catalisar ou se restringir, dependendo das habilidades requeridas em uma determinada situação, conforme explicam Mattos e Zanotello (2023). Por conta dessa interdependência, não se mostrou viável isolar os elementos de jogos e inseri-los em uma atividade na expectativa de que apenas os alunos com um perfil específico de IM fossem beneficiados (ou prejudicados). Indica-se, portanto, que a aplicação da Teoria das Inteligências Múltiplas deve abranger aspectos mais amplos, baseando-se no currículo escolar e na organização sistemática da metodologia utilizada, e não se restringir a características pontuais limitadas a uma única atividade.

Ademais, sob a perspectiva estrita da classificação de perfis, esperava-se que os discentes com pontuações mais baixas na IM Lógico-Matemática apresentassem

resultados de desempenho inferiores em comparação àqueles com esta inteligência mais aguçada, o que não se confirmou. Diante dessa ausência de padrões quantitativos diretos, torna-se imprescindível ultrapassar a mera categorização dos perfis.

Para subsidiar uma discussão mais aprofundada sobre a experiência dos alunos e compreender os múltiplos fatores qualitativos, como as dificuldades individuais, que explicam essas aparentes contradições, a seção seguinte apresenta uma análise qualitativa detalhando o percurso dos discentes ao longo das intervenções.

7.6 Análise e discussão qualitativa das intervenções diante da experiência discente

Para maior suporte e compreensão dos perfis dos discentes da amostra, primeiramente foram elaborados textos descritivos (Apêndice E), que englobam todas as informações coletadas desde a primeira fase da pesquisa, relativas a cada discente. Estas descrições estabelecem uma posição mais abrangente para o observador em relação ao percurso dos discentes nas fases da pesquisa. Desse modo, busca-se intuitivamente a compreensão qualitativa dos comportamentos observados nas análises quantitativas.

Ademais, organizam-se o Apêndice F para a turma A e o Apêndice G para a turma B. Nestes quadros, foram incluídas ainda proporções percentuais relativas ao uso do STI, fornecidas pela plataforma *TutorShop*, que permitem entender qual comportamento os alunos adotaram em relação à usabilidade do sistema: etapas respondidas corretamente na primeira tentativa, etapas com pedidos de dicas, mas sem respostas incorretas, etapas com respostas incorretas, mas sem pedidos de dicas e etapas com respostas incorretas e pedidos de dicas.

Na turma-controle, com exceção de A03 que não teve variação, todos os alunos apresentaram aumento no desempenho no pós-teste. Aqueles com pontuações mais baixas no primeiro teste como A02, A14 e A24, apresentaram maiores variações absolutas e percentuais no pós-teste em comparação àqueles que obtiveram as notas mais altas anteriormente, como A10, A13, A15 e A12. Houve, então, diminuição da distância entre as notas da turma, o que, apesar de discreto, indica um movimento de nivelamento entre os alunos.

Ainda sobre os discentes A02 e A14, mesmo apresentando um volume de menor de problemas respondidos no STI em relação aos colegas, tiveram as maiores evoluções em relação à própria taxa de resolução de problemas. Atribui-se a isto o fato de que o número de questões respondidas no STI foi maior em comparação aos testes escritos. Portanto, a resolução das questões no STI mostrou-se significativa para aqueles com desempenho mais baixo, pois fez com que estes alunos prosseguissem na resolução de mais questões.

Ademais, A02, A14 e A24 apresentaram perfis Lógico-Matemáticos mais baixos dentro da turma (A2 = 2,75, A14 = 1,75, A24 = 2,00), citando como principal dificuldade em matemática a realização de cálculos e o nível de dificuldade do conteúdo. Como refletido na nota do pós-teste, sob a perspectiva dos erros analisados, esses alunos conseguiram superar as dificuldades citadas, além de responderem a mais questões. Logo, os discentes com menor proficiência inicial apresentaram o maior de desempenho, indicando que se beneficiaram mais em relação àqueles com proficiência matemática mais alta, caracterizando o nivelamento do desempenho na turma.

Ainda considerando o perfil LM, observou-se, de modo geral, que aqueles com maiores pontuações apresentaram as maiores notas no pré-teste, já os perfis com pontuações mais moderadas, como A13 e A10, tiveram as notas mais altas nos dois testes. Estes últimos declararam que o ensino poderia ser aprimorado com metodologias que utilizassem outros recursos além do quadro, como aulas "mais práticas" e "criativas". De fato, esses alunos apresentaram variação positiva no Estado de Fluxo na aula com STI (+0,56 em ambos os casos), indicando que a estratégia com o STI atendeu às suas expectativas e demonstra ser uma alternativa válida às aulas tradicionais, mas não demonstrou uma relação íntima com o perfil de LM, visto que aqueles com menores pontuações tiveram maior desempenho.

Pondera-se, ainda o caso de A02, que concordou com a adoção de aulas “diferenciadas”, assim como A13 e A10, mas que, ao contrário dos colegas, teve variação negativa no fluxo (-0,56) com o uso do STI. O discente relatou possuir baixa visão, o que pode ter impactado negativamente a experiência de usabilidade do STI. Assim, aponta-se um ponto de possível melhoria quanto à acessibilidade do STI, mas também a necessidade de observação das necessidades específicas dos alunos quando das implementações de novas metodologias.

Alunos com perfil LM mais baixo (A03, A14, A24) apresentaram menor Estado de Fluxo inicial com aumento na intervenção. Eles relataram ter dificuldade em efetuar cálculos e percebem a matemática como uma disciplina importante, porém “muito difícil”, “chata, insuportável, estressante e problemática”. Isto indica que alunos com menos habilidades lógico-matemáticas se sentem menos engajados em aulas tradicionais que oferecem menos suporte individual, pois percebem um nível de dificuldade maior em relação àqueles com habilidades mais desenvolvidas, gerando sentimentos que influenciam negativamente sua percepção sobre a Matemática. Assim, a aula com STI forneceu o suporte necessário e ajudou os alunos a superarem suas dificuldades inicias, promovendo um engajamento maior, mesmo discreto, com esta metodologia. Ademais, se uma única aula foi capaz de variar positivamente o fluxo, pressupõe-se que uma intervenção mais duradoura poderia influenciar o engajamento desses alunos de forma mais expressiva.

Por último, alunos com Perfil Interpessoal menos acentuado, como A10, A14 e A13, foram os únicos a apresentar maiores variações no Estado de Fluxo atreladas a uma alta variação no desempenho. Considerando que relataram dificuldades com o conteúdo e com a metodologia predominantemente expositiva, estas variações positivas nos escores indicam que eles se beneficiaram da estratégia de suporte individualizado do STI.

Na Turma-experimento, submetida à intervenção com Gamificação, o Estado de Fluxo variou negativamente em metade dos casos (B03, B06, B17 e B22). Contudo, esses mesmos alunos figuram entre os cinco que tiveram maior variação de desempenho. Apesar da queda no Estado de Fluxo, o desempenho aumentou consideravelmente, e a variação foi superior à dos alunos que tiveram variação de Estado de Fluxo positiva (B12, B25 e B35). Nestes casos, os elementos da Gamificação como a pressão imposta pela competição pode ter influenciado negativamente o Estado de Fluxo dos alunos.

O desempenho geral desta turma foi maior após a intervenção, excetuando-se B35, que respondeu o mesmo número de questões nos dois testes. A turma respondeu mais questões após a intervenção, o que refletiu em uma média de desempenho mais elevada. Infere-se, portanto, que a intervenção do STI aliado à Gamificação foi eficaz - assim como o STI isolado - em encorajar os alunos na resolução do segundo teste.

Quanto à utilização do STI na atividade gamificada, a divisão em equipes impede a análise isolada das métricas de cada aluno, mas fornece o comportamento dos grupos. Uma métrica importante é a proporção de acertos dos passos na primeira tentativa, isto é, a porcentagem de vezes em que os alunos acertaram uma etapa da resolução as situações problema na primeira tentativa. Na turma-controle, a média ponderada dessas porcentagens foi de 73,34%, enquanto na turma-experimento, considerando as equipes B3, B4, B7 e B8 contidas na amostra, esse índice foi de 47,8%. Este valor consideravelmente menor em relação à turma-controle, indica um processo consistente de tentativa e erro pelas equipes da turma-experimento, sugerindo que a pressão da estratégia gamificada instigou o uso do recurso de feedback imediato com maior frequência.

Ao analisar os perfis de Inteligências Múltiplas, nota-se que a equipe B4 reuniu as duas alunas com os maiores escores Lógico-Matemáticos da amostra: B22 (3,25) e B25 (5,00). Neste cenário, surgem contradições, pois mesmo com pontuações lógico-matemáticas proeminentes, a equipe B4 teve o menor desempenho na atividade gamificada. A equipe não finalizou todas as questões, errou muitos passos mesmo com dicas e registrou a menor proporção de acertos por primeira tentativa. Assim, os escores LM não significaram uma vantagem competitiva, tampouco significou a ausência de dificuldades individuais em matemática, que se refletiram no Estado de Fluxo, mas também no desempenho da equipe.

Ambas as discentes apontaram dificuldades semelhantes, mas B25 destacou estudar sozinha como um obstáculo. Observa-se que, enquanto B22 evoluiu em desempenho, mas não reduziu a incidência de erros e teve queda no fluxo, B25 apresentou o segundo maior escore geral, a maior variação positiva de fluxo e evolução em todos os aspectos do pós-teste. A partir disso, supõe-se que as necessidades individuais provocaram efeitos de engajamento distintos. É plausível que a dificuldade de B25 tenha sido minimizada pelo elemento de trabalho em equipe. Isso corrobora com Li, Hew e Du et al. (2023), que indicam que as interações e a troca de ideias podem satisfazer necessidades de relacionamento, sendo catalisadas pelo elemento competitivo que potencializa o senso de pertencimento à comunidade.

A referida queda no fluxo de B22 pode ser explicada pela dinâmica adotada durante "A Corrida da Engenharia". A aluna assumiu duas vezes o papel de "Engenheira Calculista", em habilidades matemáticas operacionais eram mais

necessárias e onde a aluna relatou sentir mais dificuldade. Assim, a aluna deparou-se com um desafio superior às suas habilidades, o que pode ter ocasionado queda no Estado de Fluxo. Esse efeito repetiu-se nos alunos B06, B17 e B22, que exerceram apenas o papel de calculista. Ao omitirem a rotação de funções recomendada, limitaram sua experiência a um modelo próximo das estratégias tradicionais de ensino, focando apenas na resolução mecânica dos problemas, mantendo o desempenho, mas reduzindo o Estado de Fluxo percebido. Em contraste, nas equipes B3 e B7, onde a rotação de papéis ocorreu de fato, a variação de fluxo foi majoritariamente positiva.

Ressalta-se ainda quanto aos EDJs utilizados, que a equipe B8, que incluía os discentes B06 e B17, não resolveu todas as situações-problemas, pois perceberam que não conseguiriam "vencer a corrida" contra as outras equipes. Este fato sugere que a Gamificação, especificamente o elemento de competição, foi significativo para esta equipe, mas criou um ponto de desistência.

Para além das métricas utilizadas, a análise das resoluções nos testes de desempenho revelou dificuldades específicas quanto aos tipos de erros analisados. Os erros de processo e codificação ocorreram com maior frequência tanto no pré-teste quanto no pós-teste entre a maioria dos alunos e em ambas as turmas. Na prática, essa deficiência se manifestou na realização de cálculos multiplicativos envolvendo números com casas decimais. Esta era a habilidade matemática mais requerida nas atividades, visto que em todas as questões era necessário realizar a multiplicação das variáveis por $\pi = 3,14$.

Erros de leitura ocorreram com a menor incidência, apareceram de forma pontual no pré-teste e tiveram sua frequência ainda mais reduzida no pós-teste, demonstrando que a leitura inicial dos dados não era o principal obstáculo para os estudantes. Contudo, associado à compreensão, foi recorrente a substituição direta do valor do raio pelo valor diâmetro. Diferente da primeira questão, as subsequentes exigiam a divisão do diâmetro por dois. Assim, muitos alunos não se atentaram à diferença conceitual, substituindo o valor diretamente na equação do volume. No pós-teste, embora a frequência tenha diminuído, o erro persistiu. O mesmo ocorreu com a conversão de unidades de medida, muitas vezes ignorada antes da substituição na fórmula. Estes dois últimos erros podem decorrer do não conhecimento, da não assimilação ou ainda da desatenção ao ler os enunciados das questões. Neste sentido, importa dizer que tanto na aula ministrada na Fase 2, quanto nos problemas

propostos no STI, esses conceitos, definições e procedimentos matemáticos foram abordados.

Quanto aos erros de Transformação, correspondente aos modelos matemáticos utilizados, notou-se que a maioria dos alunos conheciam a fórmula do volume do cilindro. No entanto, alguns omitiam o registro algébrico da fórmula em suas resoluções, partindo diretamente para as multiplicações. Outros, apesar de não resolverem completamente a questão, demonstravam compreender a situação problema através de desenhos que às representavam. Por último, persistiram dúvidas quanto ao arredondamento dos resultados para duas casas decimais, o que foi requerido tanto nos testes quanto nas intervenções com STI.

Diante dessas observações, ressalta-se que o STI foi projetado para ensinar cálculo do volume de cilindros, não abrangendo métodos de cálculos multiplicativos básicos. Da mesma forma, os testes de desempenho voltaram-se à verificação dos conhecimentos prévios relacionados a este conteúdo específico, sem medir lacunas de unidades temáticas muito anteriores, como, por exemplo, a unidade temática álgebra, na habilidade EF06MA15 da BNCC para o 6ª ano do ensino fundamental (BRASIL, 2018). Assim, evidencia-se que a carência de conhecimentos matemáticos prévios foi um fator determinante para explicar os resultados de desempenho, os erros procedimentais e o nível de engajamento observados.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ensejo de propor métodos alternativos para auxiliar o aluno na construção do conhecimento matemático, a presente pesquisa buscou entender como a adoção de um Sistema Tutor Inteligente associado à Gamificação baseada em Inteligências Múltiplas pode impactar o desempenho e engajamento de estudantes em Matemática. Para isso, uma atividade gamificada com Elementos de Design de Jogos voltados à Inteligência Múltipla Interpessoal foi proposta e testada experimentalmente tendo como ferramenta central um STI para o ensino de cálculo do volume de cilindros. O STI foi utilizado em conjunto e dissociado à atividade gamificada, em duas turmas, separadas em turma-controle e turma-experimental, do 2 º ano do ensino médio de uma escola pública urbana de Martins, Rio Grande do Norte. Assim, buscou-se avaliar os impactos da proposta gamificada no engajamento e desempenho desses alunos, analisando os dados obtidos de forma quantitativa e qualitativa.

As escalas de Estado de Fluxo foram utilizadas como instrumento para medir de forma classificatória o engajamento dos alunos nas aulas convencionais e nas propostas de intervenção. As análises estatísticas não apontaram diferença significativa entre o uso isolado do STI, a abordagem gamificada, e as aulas convencionais; ao considerar a variação do estado de fluxo em termos absolutos entre as etapas, a Gamificação gerou mais variações negativas (i.e. queda no valor de fluxo) em comparação ao controle.

Atribui-se a este resultado as dificuldades relacionadas aos conhecimentos matemáticos prévios dos alunos, visto que estes demonstraram compreender as situações-problema e conhecer o método para resolvê-las, mas careciam de habilidades específicas como efetuar multiplicação de números inteiros e/ou decimais, converter unidades de medida e diferenciar conceitos de raio e diâmetro. Desse modo, o nível de dificuldade da tarefa proposta se tornou superior às habilidades dos alunos, reduzindo a motivação e refletindo-se em um engajamento (i. e. Estado de Fluxo) menor que o esperado, não suportando a hipótese inicial H1.

Ademais, nas duas turmas, alunos com menor desempenho inicial apresentaram maior variação de desempenho, indicando que se beneficiaram mais das atividades. No pós-teste, houve mais tentativas de responder questões e a maioria evoluiu quanto aos erros analisados. Assim, mesmo não existindo diferença significativa no Estado de Fluxo percebido nas atividades, os alunos obtiveram um

maior desempenho, indicando que este fator pode não ter sido determinante para os resultados obtidos.

Ambas as turmas tiveram aumento no desempenho, mas a turma-experimento teve maior variação, constatando-se o enunciado na hipótese H2. No entanto, com base nos desvios-padrão, a turma controle teve menor diferença entre as notas individuais, enquanto o oposto ocorreu na turma-experimento. Dessa forma, houve um discreto movimento de nivelamento entre o desempenho da turma-controle, enquanto as diferenças se acentuaram com a proposta gamificada na outra turma.

Quanto ao perfil de Inteligências Múltiplas, não foram constatados efeitos diretos da proposta gamificada, bem como dos elementos de design de jogos utilizados, sobre engajamento ou desempenho dos alunos com perfil de IM preponderantemente interpessoal, descartando-se, assim, a hipótese H3. Neste caso, pondera-se que o método utilizado se baseou em um escopo bibliográfico reduzido que, por sua vez, propõe uma aplicação que reduz a teoria das IM a uma forma de classificar pessoas de acordo com características comportamentais, predileções individuais e habilidades, e associar a elas características e preferências específicas, como os Elementos de Design de Jogos.

Limitações metodológicas devem ser consideradas na interpretação desses resultados: a abstenção escolar e a exclusão daqueles que não participaram de todas as etapas da pesquisa reduziram a amostra para 16 sujeitos, o que dificultou análises estatísticas e a identificação de padrões qualitativos de comportamento e experiências mais consistentes; não houve grupo controle submetido exclusivamente à metodologias de ensino convencionais, que daria mais precisão às comparações sobre os níveis de engajamento e desempenho; as intervenções limitaram-se a uma ocasião única, não permitindo a avaliação dos efeitos a longo prazo; a pesquisa esbarrou na escassez de literatura prévia que correlacionasse Gamificação e Teoria das Inteligências Múltiplas, propondo-se a testar uma abordagem não explorada anteriormente.

Por fim, apesar das limitações apresentadas, conclui-se que as intervenções demonstraram potenciais efeitos positivos sobre o engajamento e o desempenho discente, podendo servir como ponto de partida para investigações futuras. Neste intuito, surgem apontamentos que podem contribuir para este fim: utilizar amostras maiores e diversificadas entre diferentes níveis de ensino ou instituições; analisar a

experiência dos alunos através de outras lentes teóricas; avaliar os impactos à longo prazo sobre o processo de ensino-aprendizagem; adotar intervenções mais frequentes, distribuídas ao longo do período letivo; explorar outros dados fornecidos pelo modelo aberto do aluno do TutorShop, como as habilidades relacionadas às componentes de conhecimento; e investigar o impacto da utilização dessa metodologia sobre a carga de trabalho do professor.

REFERÊNCIAS

ALEVEN, Vincent; MCLAREN, Bruce M. SEWALL, Jonathan; KOEDINGER, Kenneth R. The Cognitive Tutor Authoring Tools (CTAT): Preliminary Evaluation of Efficiency Gains. In: IKEDA, Mitsuru; ASHLEY, Kevin D. CHAN, Tak-Wai (orgs.). **Intelligent Tutoring Systems**. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, v. 4053, p. 61–70, 2006. DOI: 10.1007/11774303_7.

ALVES, Lynn Rosalina Gama. MINHO, Marcelle Rose da Silva. DINIZ, Marcelo Vera Cruz. Gamificação: diálogos com a educação. *In*: VANZIN, Tarcísio; BUSARELLO, Raul Inácio; ULBRICHT, Vania Ribas; FADEL, Luciane Maria (orgs.). **Gamificação na educação**, São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 74–97.

ARMSTRONG, Thomas. **Sete tipos de inteligência**. Rio de Janeiro: Record, 2007.

ASARE, Bright; ARTHUR, Yarhands Dissou; OBENG, Benjamin Adu; ALIJA, Sadri; ORHANI, Senad. Mann-Whitney Test for Two Independent Groups. **Journal of Research in Didactical Sciences**, [*S.l.*], v. 5, n. 1, p. 13–31, 15 dez. 2026. Disponível em: https://doi.org/10.51853/jorids/512.

BACH JUNIOR, Jonas; MARTINS, Tiago Caetano. Inteligências múltiplas na prática escolar: a teoria e as suas primeiras aplicações na educação. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 9, p. 1–29, 2022.

BERNARDO, Shirlene de Souza Aragão. As dificuldades de aprendizagem matemática no ensino médio: uma investigação multifatorial de causas e abordagem. **Revista Acadêmica Online**, *[S. l.]*, v. 11, n. 59, p. e1730, 2025. DOI: 10.36238/2359-5787.2025.V11N59.1730.

BITTENCOURT, Ig Ibert. FREIRES, Leogildo. LU, Yu. CHALLCO, Geiser Chalco. FERNANDES, Sheyla. COELHO, Jorge. COSTA, Júlio. PIAN, Yang. MARINHO, Alexandre. ISOTANI, Seiji. Validation and psychometric properties of the Brazilian-Portuguese dispositional flow scale 2 (DFS-BR). **PLOS ONE**, v. 16, n. 7, p. e0253044, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0253044.

BITTENCOURT, Ig Ibert. FREIRES, Leogildo. LU, Yu; CHALLCO, Geiser Chalco; FERNANDES, Sheyla. COELHO, Jorge; COSTA, Julio. PIAN, Yang; MARINHO, Alexandre. ISOTANI, Seiji. Psychometric properties of the Brazilian-Portuguese Flow State Scale Short (FSS-BR-S). **PLOS ONE**, v. 19, n. 2, p. e0286639, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0286639.

BOZKURT, Aras. DURAK, Gürhan. A Systematic Review of Gamification Research: In Pursuit of Homo Ludens. **International Journal of Game-Based Learning**, v. 8, n. 3, p. 15–33, 2018. DOI: 10.4018/IJGBL.2018070102.

BRASIL, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Tabela de Áreas de Conhecimento/Avaliação. 2024. Disponível em; https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao. Acesso em: 15 Janeiro 2026.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE cidades: Panorama de Martins - Rio Grande do Norte. 2010, 2021, 2022, 2023, 2024. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/martins/panorama. Acesso em: 01 Março 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Notas sobre o Brasil no Pisa 2022. Brasília, DF: Inep, 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Relatório de resultados do Saeb 2023**: volume 1: 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e séries finais do Ensino Médio – Versão Preliminar. Brasília, DF: Inep, 2025a.

BRASIL. **Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2025b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.

CALO, Tommaso; MACLELLAN, Christopher. Towards Educator-Driven Tutor Authoring: Generative AI Approaches for Creating Intelligent Tutor Interfaces. **In: L@S '24: Eleventh ACM Conference on Learning @ Scale**, 9 jul. 2024. ACM, Atlanta, p. 305–309, 9 jul. 2024. DOI: 10.1145/3657604.3664694.

CAMPOS, Ana Maria Antunes De. A Teoria do Flow como promotora motivacional para estudantes com ansiedade matemática. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, *[S.l.],* v. 8, n. 23, p. 1314–1324, 17 jun. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.30938/bocehm.v8i23.4781.

CARVALHO, Denilson Gabriel Freitas de; CHALLCO, Geiser Chalco; OLIVEIRA, Glaydson Francisco Barros de. Intelligent tutoring systems based on the theory of multiple intelligences: a Systematic Literature Review. **Interactive Learning Environments**, p. 1–10, 2025.

CASTEJON, Juan; PEREZ, Antonio; GILAR, Raquel. Confirmatory factor analysis of Project Spectrum activities: a second-order g factor or multiple intelligences? **Intelligence**, v. 38, n. 5, p. 481–496, 2010. DOI: 10.1016/j.intell.2010.07.002.

CHALLCO, Geiser Chalco; FERNANDO R. H. ANDRADE; SIMONE S. BORGES; IG I. BITTENCOURT; SEIJI ISOTANI. Toward a Unified Modeling of Learner's Growth Process and Flow Theory. **Educational Technology & Society**, v. 19, n. 2 p 215-227, 2016.

CHICCO, Davide; SICHENZE, Andrea; JURMAN, Giuseppe. A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics. **BioData Mining**, [*S.l.*], v. 18, n. 1, p. 56, 20 ago. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s13040-025-00465-6.

CRESWELL, John Ward. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre (RS): Artmed, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow**: The Psychology of Optimal Experience. New York, Harper Perennial Modern Classics, 2008.

DERMEVAL, Diego; ALBUQUERQUE, Josmário; BITTENCOURT, Ig Ibert; ISOTANI Seiji; SILVA, Alan Pedro; VASSILEVA, Julita. GaTO: An Ontological Model to Apply Gamification in Intelligent Tutoring Systems. **Frontiers in Artificial intelligence**, *[S. l.],* 2019, v. 2, n. 13. DOI: 10.3389/frai.2019.00013

DETERDING, Sebastian. DIXON, Dan. KHALED, Rilla. NACKE, Lennart. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In*: MINDTREK '11: ACADEMIC MINDTREK 2011, 28 set. 2011. **In: 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments** [...]. Tampere Finland: ACM, p. 9–15, 2011. DOI: 10.1145/2181037.2181040.

DONALD no País da Matemágica. Direção: Hamilton Luske e Les Clark. Produção: **Walt Disney Productions**. Burbank: Buena Vista Distribution, 1959. Filme (27 min).

FERRERO, Marta; VADILLO, Miguel A.; LEÓN, Samuel P. A valid evaluation of the theory of multiple intelligences is not yet possible: Problems of methodological quality for intervention studies. Intelligence, *[S.l.],* v. 88, p. 101566, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101566.

GARDNER, Howard. **A Resurgence of Interest in Existential Intelligence**: Why Now? 8 jul. 2020. Website of Howard Gardner. [Blog]. Disponível em: https://www.howardgardner.com/howards-blog/a-resurgence-of-interest-in-existential-intelligence-why-now. Acesso em: 14 maio 2025.

GARDNER, Howard. **Estruturas Da Mente: A Teoria Das Inteligências Múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRITTI, Patrícia. PREDEBON, Flaviane. O que desmotiva os alunos para aprender matemática? Contraponto, Porto Alegre: v. 1, n. 1, p. 1–16, 15 dez. 2020.

HAFIDI, Mohamed; BENSEBAA, Taher. Architecture for an Adaptive and Intelligent Tutoring System that Considers the Learner's Multiple Intelligences. **International Journal of Distance Education Technologies**, v. 13, n. 1, p. 1–21, 2015. DOI: 10.4018/ijdet.2015010101.

HAFIDI, Mohamed; BENSEBAA, Taher. Developing Adaptive and Intelligent Tutoring Systems (AITS): A General Framework and Its Implementations. **International Journal of Information and Communication Technology Education**, *[s. l.]* v. 10, n. 4, p. 70–85. DOI: 10.4018/ijicte.2014100106

HAFIDI, Mohamed; BENSEBAA, Taher. Development of an adaptive and intelligent tutoring system by expert system. **International Journal of Computer Applications in Technology**, v. 48, n. 4, p. 353-365, 2013. DOI: 10.1504/IJCAT.2013.058357

HERMAWAN, Faried. Using Intelligent Tutoring Systems Through Cognitive Tutor Authoring Tools to Solve Filling Slot Problems. **Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)**, v. 5, n. 1, p. 93, 2022. DOI: 10.21043/jpmk.v5i1.14484.

HERNÁNDEZ, Jairo Andrés Durango; RENGIFO, Yois Smith Pascuas. Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la educación. **Horizontes pedagógicos**, v. 17, n. 2, p. 104–116, 2015.

HILDEBRAND, Hermes Renato; CAMPOS, Ana Maria Antunes De. Teoria do Flow e a Autoeficácia: contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da matemática. **Educação & Linguagem**, [*S.l.*], v. 24, n. 2, p. 431–447, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.15603/2176-1043/el.v24n2p431-447.

HOLMES, Wayne; LUCKIN, Rose. **A brief introduction to Artificial Intelligence in Education (AIEd)**. Intelligence unleashed: an argument for AI in education. London: Pearson: UCL Knowledge Lab, p. 17–22, 2016.

JESUS, Andreia De. Sistemas Tutores Inteligentes uma Visão Geral. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 2, n. 2, 2009. DOI: 10.21529/RESI.2003.0202006

JINMIN, Zhang; QI, Fang. Relationship between learning flow and academic performance among students: a systematic evaluation and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, v. 14, p. 1270642, 6 nov. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1270642.

JOHNSON, Burke. ONWUEGBUZIE, Anthony. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. **Educational Researcher**, v. 33, n. 7 p. 14-26, 2004. DOI: 10.3102/0013189X033007014

KAPP, Karl. **The gamification of learning and instruction:** game-based methods and strategies for training and education. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.

KELLY, Declan; TANGNEY, Brendan. Adapting to intelligence profile in an adaptive educational system. **Interacting with Computers**, v. 18, n. 3, p. 385–409, 2006. DOI: 10.1016/j.intcom.2005.11.009.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. v. 2, 2007.

KUSUMA, Ida Bagus Indrabudhi; MELIANA, Selly; NURJANAH, Dade. Utilizing CTAT Cognitive Tutor for Learning Fraction Multiplication and Division with Adaptive Feedback. In: **2025 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCEMENT IN DATA SCIENCE, E-LEARNING AND INFORMATION SYSTEM (ICADEIS)**, 3 fev. 2025. Bandung, Indonesia: IEEE, p. 1–6, 2025. DOI: 10.1109/ICADEIS65852.2025.10933479.

KUYVEN, Neiva Larisane. **Proposta de modelagem da avaliação da aprendizagem em Sistemas Tutores Inteligentes através da Teoria das Inteligências Múltiplas**. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 120, 2003. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86321. Acesso em: 03 set. 2024.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina De Andrade. **Fundamentos De Metodologia Cientifica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, Walter L.; ZHANG, Huibin; RANA, Shibani; HAO, Yide; HATCH, Amber D.; KONG, Lingchen; KUANG, Huan. Do intelligent tutoring systems benefit K-12 students? A meta-analysis and evaluation of heterogeneity of treatment effects in the U.S. **arXiv**, v.1, 2025. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2511.04997.

LI, Liuyufeng; HEW, Khe Foon; DU, Jiahui. Gamification enhances student intrinsic motivation, perceptions of autonomy and relatedness, but minimal impact on competency: a meta-analysis and systematic review. **Education Technology Research & Development,** v. 64, n.1, p.765-796, 2024. DOI: 10.1007/s11423-023-10337-7

LIRA, João Victor Dantas; SILVA, Maria Vitória Ramalho da; NETO, João Ferreira da Silva. Dificuldades de aprendizagem matemática: o que dizem as pesquisas recentes. **Educação Matemática em Revista**, v. 1, n. 25, 2024. DOI: 10.37001/EMR-RS.v.1.n.25.2024.p.54-61.

MA, W.; ADESOPE, O. O.; NESBIT, J. C.; LIU, Q. Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. **Journal of Educational Psychology**, v. 106, n. 4, p. 901–918, 2014. DOI: doi.org/10.1037/a0037123

MANN, H. B.; WHITNEY, D. R. On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. **The Annals of Mathematical Statistics**, [*S.l.*], v. 18, n. 1, p. 50–60, mar. 1947. Disponível em: https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491.

MATTOS, Nicolas Bernardo; ZANOTELLO, Marcelo. A Teoria das Inteligências Múltiplas e o processo de ensino-aprendizagem na educação básica: uma análise bibliográfica do período 2010-2020. **Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, SP, v. 34, n.67, 2024. DOI: 10.18675/1981-8106.v34.n.67.s17498

MORAN, José. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, v. 1, p. 41–71, 2018.

MORENO, Douglas Aquino; ARAÚJO, Gustavo Cunha de; GOMES, Jayanne Xavier. Uma Revisão Sistemática dos benefícios da Gamificação no Ensino Básico. **Singular. Sociais e Humanidades**, v. 1, n. 6, p. 249–265, 2024. DOI: 10.33911/singularsh.v1i6.227.

NACHAR, Nadim. The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. **Tutorials in Quantitative**

Methods for Psychology, [*S.l.*], v. 4, n. 1, p. 13–20, 1 mar. 2008. Disponível em: https://doi.org/10.20982/tqmp.04.1.p013.

OYEKA, Ikewelugo Cyprian Anaene; EBUH, Godday Uwawunkonye. Modified Wilcoxon Signed-Rank Test. **Open Journal of Statistics**, [*S.l.*], v. 02, n. 02, p. 172–176, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.4236/ojs.2012.22019.

PARANHOS, Ranulfo; FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; ROCHA, Enivaldo Carvalho Da; SILVA JÚNIOR, José Alexandre Da; FREITAS, Diego. Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, v. 18, n. 42, p. 384–411, 2016. DOI: 10.1590/15174522-018004221.

PERES, Fernanda Fiel. Effect sizes for nonparametric tests. **Biochemia medica**, [*S.l.*], v. 36, n. 1, p. 5–16, 15 fev. 2026. Disponível em: https://doi.org/10.11613/BM.2026.010101.

PINHEIRO FILHO, I. S.; SANTOS , F. D. V. dos; JECKEL, L. G. B. da C.; SILVA, J. A. P. da; SILVA, I. C. M. da; NASCIMENTO, G. H. S.; OLIVEIRA , L. T. S. de; BARRETO, R. C. L.; COSTA , C. M. da; CARVALHO, L. S.; VERAS , A. S. do N.; SOARES, P. F. C.; GAMA, G. O. da; GAMA , C. O. da; XAVIER, F. J. Desigualdade social e educação: desafios para a inclusão e a justiça social no Brasil. **Caderno Pedagógico**, *[S. l.]*, v. 21, n. 9, p. e8167, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n9-249.

R CORE TEAM. R: **A Language and environment for statistical computing**. Versão 4.4*. [s.l.]: R Core Team, 2024*. Disponível em: https://cran.r-project.org. Acesso em: 09 de Dezembro de 2025.

RAMÍREZ, Pablo; RAMÍREZ, Hector; INFANTE, Luis Díaz; LÓPEZ, Jose Manuel; ROSQUILLAS, Jordi; VILLEGAS, Ana Lucia; SANTANA, Diana; DE LA VEGA, Diego. Explora México: A Mobile Application to Learn Mexico's Geography. **Procedia Computer Science**, v. 25, p. 194–200, 2013. DOI: 10.1016/j.procs.2013.11.024.

ROHMAH, M.; SUTIARSO, S. Analysis Problem Solving in Mathematical Using Theory *Newman*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, v. 14* n. 2, p. 671-681, 2018. 10.12973/ejmste/80630

SAJJADI, Pejman; DE TROYER, Olga. Multiple Intelligences and Digital Learning Game Design: How to Consider the Intelligences of Players? In: ZHENG, Robert Z. (org.). **Examining Multiple Intelligences and Digital Technologies for Enhanced Learning Opportunities: Advances in Educational Technologies and Instructional Design**. [S. l.]: IGI Global, 2020. DOI: 10.4018/978-1-7998-0249-5.

SAJJADI, Pejman; LO-A-NJOE, Andreas; VLIEGHE, Joachim; DE TROYER, Olga. Exploring the Relation Between Game Experience and Game Mechanics for Bodily-Kinesthetic Players. In: BOTTINO, Rosa; JEURING, Johan; VELTKAMP, Remco C. (orgs.). Games and Learning Alliance. **Lecture Notes in Computer Science**. Cham: Springer International Publishing, v. 10056, p. 354–364, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-50182-6_32.

SAJJADI, Pejman; VLIEGHE, Joachim; DE TROYER, Olga. Evidence-Based Mapping between the Theory of Multiple Intelligences and Game Mechanics for the

Purpose of Player-Centered Serious Game Design. In: **2016 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS (VS-GAMES)**, Barcelona, Espanha: IEEE, p. 1–8, 2016a. DOI: 10.1109/VS-GAMES.2016.7590348.

SAJJADI, Pejman; VLIEGHE, Joachim; DE TROYER, Olga. Exploring the Relation between the Theory of Multiple Intelligences and Games For the Purpose of Player-Centred Game Design. **The Electronic Journal of e-Learning**, v. 15, n. 4, p.320-334, 2017.

SAJJADI, Pejman; VLIEGHE, Joachim; DE TROYER, Olga. Relation Between Multiple Intelligences and Game Preferences: an Evidence-Based Approach. In: T. Connolly, & L. Boyle (Eds.), **The 10th European Conference on Games Based Learning**, [s. l.: s. n.], p. 565-574, 2016b.

SOUZA, Lívia Barbosa Pacheco; SILVA, Gilmara Dos Santos. Metodologia de Ensino como Influenciadora Direta do Desinteresse, Indisciplina e Repetência na Disciplina de Matemática. **Revista Científica Educ@ção**, v. 9, n. 14, 2024. DOI: 10.46616/rce.v9i14.107.

STARKS, Katryna. Cognitive behavioral game design: a unified model for designing serious games. **Frontiers in Psychology**, v. 5, 2014. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00028.

THE JAMOVI PROJECT. Jamovi. Versão 2.6. [S. l.]: The Jamovi project, 2024. Disponível em: https://www.jamovi.org. Acesso em: 09 de Dezembro de 2025.

TIRRI, Kirsi; NOKELAINEN, Petri. Multiple Intelligences Profiling Questionnaire. In: TIRRI, Kirsi; NOKELAINEN, Petri (orgs.). **Measuring Multiple Intelligences and Moral Sensitivities in Education**. SensePublishers, Rotterdam, p. 1–13, 2011. DOI: 10.1007/978-94-6091-758-5_1.

WATERHOUSE, Lynn. Why multiple intelligences theory is a neuromyth. **Frontiers in Psychology**, *[S.l.]*, v. 14, p. 1217288, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1217288.

WILCOXON, Frank. Individual Comparisons by Ranking Methods. **Biometrics Bulletin**, [*S.l.*], v. 1, n. 6, p. 80, dez. 1945. Disponível em: https://doi.org/10.2307/3001968.

WOOLF, Beverly Park. **Building intelligent interactive tutors:** student-centered strategies for revolutionizing e-learning. *[s. l.]:* Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier, 2009.

YIN, Robert. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZAMBOTTO, Lorenzo; BASSANELLI, Simone; MANZONI, Federico; BUCCHIARONE, Antonio; MARCONI, Annapaola. How Game Elements Structure Educational Learning Paths: A Literature Review. In: **GAMIFIN 2026**: 10TH ANNUAL INTERNATIONAL GAMIFIN CONFERENCE 2026. 23 mar. 2026. Proceedings of the 10th Annual International GamiFIN Conference 2026. Saariselkä Finland: ACM, 23

mar. 2026. p. 1–13. DOI: https://doi.org/10.1145/3789624.3789648. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3789624.3789648. Acesso em: 24 mar. 2026.

ZATARAIN-CABADA, Ramon; BARRÓN-ESTRADA, M. L. OSORIO-VELÁSQUEZ, J. Moisés; ZEPEDA-SÁNCHEZ, L. REYES-GARCÍA, Carlos A. L2Code: An Author Environment for Hybrid and Personalized Programming Learning. In: FONG, Joseph; KWAN, Reggie; WANG, Fu Lee (orgs.). Hybrid Learning and Education. **Lecture Notes in Computer Science**. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, v. 5169, p. 338–347, 2008. DOI: 10.1007/978-3-540-85170-7_30.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO

Aula Nº	Turma	Data	Qtd. Alunos Presentes

Q1 - Quais atividades foram desenvolvidas na aula?

_____

_____

Q2 - Os alunos parecem engajados nas atividades propostas pelo professor?

_____

_____

Q3 - Os alunos parecem estar gostando da aula?

_____

_____

Q4 - Os alunos parecem estar atentos à aula?

_____

_____

Q5 - Os alunos participam ativamente da aula?

_____

_____

Q6 - Espaço para outras anotações:

_____

_____

_____

_____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA TURMA

Código do Aluno: ____

Informações pessoais: Idade: ___ Sexo biológico: ( ) Masculino ( ) Feminino

Percepções sobre a disciplina de Matemática
I01 - Qual área do conhecimento você mais se identifica?

I02 - Você sente dificuldades na disciplina de Matemática? ( ) Sim ( ) Não

I03 – Se houver, quais são as suas principais dificuldades em aprender Matemática?
( ) Fazer/resolver cálculos
( ) Prestar atenção nas aulas
( ) Acho o conteúdo muito difícil
( ) Não consigo estudar sozinho
( ) Metodologia do professor
( ) Não tenho dificuldade
( ) Outra (s) (Descreva-as):
_____

I04 - Qual a abordagem didática que é **mais utilizada** pelo seu(s) professor(es) no ensino de Matemática?
( ) Aula expositiva (apenas explicação do conteúdo no quadro) **sem** recursos audiovisuais como vídeos, slides, música.
( ) Exercícios de Fixação (ex.: Listas de exercícios, atividades do livro)
( ) Aulas práticas (ex.: em laboratório, projetos de pesquisa, seminários temáticos)
( ) Aula expositiva **com** recursos audiovisuais (ex.: vídeos, slides, música, etc.)
( ) Outra (s) (Descreva-as):
_____
_____

I05 - Em sua opinião, existe algum jeito de melhorar o ensino de Matemática na sua turma? Justifique.
_____
_____
_____
_____
I06 – De forma geral, quais são suas impressões sobre a disciplina de Matemática?
_____
_____
_____

Conhecimento sobre Sistemas Tutores Inteligentes, Gamificação e Teoria das Inteligências Múltiplas
I07 - Você já ouviu falar sobre Sistemas Tutores Inteligentes (STIs)? ( ) Sim ( ) Não
I08 - Você já ouviu falar sobre Gamificação? ( ) Sim ( ) Não
I09 - Você já ouviu falar sobre a Teoria das Inteligências Múltiplas? ( ) Sim ( ) Não

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE

Nº da chamada:_____ Turma: _____

Objetivo: Esta atividade serve para verificar o que você aprendeu sobre o cálculo de volume de cilindros antes da nossa atividade com o STI.

INSTRUÇÕES:

- Leia cada problema com atenção.
- O objetivo desta atividade é verificar seu conhecimento atual sobre o cálculo de volume de cilindros, conversão de unidades de medida e arredondamento de números decimais.
- **Todos os cálculos** devem constar na folha de resposta.
- Considere **π = 3,14.**

Questão 1: Uma caixa d'água cilíndrica tem uma base circular com raio de 4 m. Sabendo que a altura da caixa d'agua é de 10 m. Calcule o volume de água, em m³ que cabe na caixa.

Questão 2: Um copo cilíndrico tem um diâmetro de 7 cm e uma altura de 10 cm. Qual é o volume máximo de líquido, em cm³, que este copo pode conter?

Questão 3: Um pilar de concreto que sustenta uma ponte tem formato cilíndrico. Ele possui um raio de 0,5 m (meio metro) e uma altura de 400 cm. Qual é o volume de concreto, em metros cúbicos m³, usado neste pilar?

Questão 4: Uma lata de refrigerante comum tem um diâmetro de 6 cm e uma altura de 12 cm. Qual é a capacidade desta lata em mililitros (ml)?

Questão 5: Um fazendeiro instala um cano de irrigação. O cano tem um diâmetro de 100 mm (milímetros) e um comprimento de 5 m (metros). Qual é a capacidade total de água, em Litros (L), que cabe dentro deste cano?

Questão 6: Um tambor cilíndrico deve ser projetado para ter uma capacidade exata de 157 Litros. O departamento de engenharia já definiu que o diâmetro da base será de 100 cm. Qual deve ser a altura (em cm) deste tambor para que ele tenha a capacidade desejada?

APÊNDICE D – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE

Número da chamada: _____ Turma: _____

Objetivo: Esta atividade serve para verificar o que você aprendeu sobre o cálculo de volume de cilindros após nossa atividade com o STI.

INSTRUÇÕES:

- Leia cada problema com atenção.
- O objetivo desta atividade é verificar seu conhecimento atual sobre o cálculo de volume de cilindros, conversão de unidades de medida e arredondamento de números decimais.
- **Todos os cálculos** devem constar na folha de resposta.
- Considere **π = 3,14**.

Questão 1: Um doce de paçoca de amendoim tem formato cilíndrico. Ele possui um raio de 1 cm e uma altura de 2 cm. Qual é o volume, em centímetros cúbicos (cm^3), deste doce?

Questão 2: Uma caneca de café tem formato cilíndrico, com diâmetro de 9 cm e altura de 11 cm. Qual é o volume máximo de líquido, em cm^3, que esta caneca pode conter?

Questão 3: Um poste de iluminação tem uma base cilíndrica de concreto. A base possui raio de 20 cm e altura de 2,5 m (metros). Qual é o volume de concreto, em metros cúbicos (m^3), usado nesta base?

Questão 4: Um frasco de perfume cilíndrico tem diâmetro de 4 cm e altura de 8,5 cm. Qual é a capacidade de perfume, em mililitros (ml), que este frasco comporta?

Questão 5: Um poço foi perfurado em formato cilíndrico. Ele tem um diâmetro de 1500 mm (milímetros) e uma profundidade (altura) de 30 m (metros). Qual é a capacidade total de água, em Litros (L), que este poço pode armazenar?

Questão 6: Um químico precisa de um béquer (copo de laboratório) que contenha exatamente 500 ml de uma substância. Ele mediu a base do béquer e descobriu que ele tem um diâmetro de 10 cm. Qual deve ser a altura (em cm) que o líquido atingirá dentro do béquer?

APÊNDICE E – PERFIS INDIVIDUAIS DOS DISCENTES

ID	Descrição do perfil e desenvolvimento nas tarefas
A02	Masculino, 16 anos, se identifica com a área de humanas, escrita, linguagens e estudo da sociedade no geral (área de ciências humanas, linguística letras e artes). Suas maiores pontuações de IM são VL (5,00), VE (4,50) e Intra (5,00), com escore LM = 2,75. Suas principais dificuldades são: o nível de dificuldade do conteúdo e efetuar cálculos, além de ter baixa visão. Acredita que Matemática exige concentração e raciocínio lógico, “o que é difícil de adquirir de certos alunos”. O ensino poderia ser melhorado através de aulas “diferenciadas”, não limitadas a explicações e atividades diárias e que considerem as diferentes formas de pensar dos alunos. No pré-teste, respondeu 1 de 6 questões, onde soube identificar as informações e modelos matemático corretamente, mas não soube desenvolvê-lo (erros de compreensão, transformação, processo e codificação). No STI, respondeu 3 de 9 questões. No pós-teste, seu desempenho foi 3 vezes maior, resolveu mais questões (3 de 6), melhorou em Compreensão e Transformação, mas manteve erros de Processo e Codificação, não soube realizar os cálculos, organizar a solução do problema e na ordem adequada. Teve variação negativa no Estado de Fluxo. Escreveu anotações negativas no pré-teste: “sou muito ruim, tem como não”, “essa me parecia fácil, mas não sou bom com números e fórmulas”. No pós-teste isso se repetiu ao não conseguir resolver questões completas: “falhei como matemático”.
A03	Feminino, 16 anos. Se identifica com Língua Portuguesa (área de Linguística, Letras e Artes). Suas maiores pontuações de IM são Inter (4,00), Intra (3,75), RM (3,25) e Vl (3,25), com escore LM = 1,25. Suas principais dificuldades são efetuar cálculos, manter a atenção nas aulas, a nível de dificuldade do conteúdo e não conseguir estudar sozinha. Sua percepção sobre a matemática é: chata, difícil, insuportável, estressante e problemática. O ensino de matemática poderia ser melhorado com aulas mais descontraídas. No pré-teste respondeu 3 de 6 questões, destacando-se erros de leitura e codificação, relacionados a não identificação correta de informações, e a cálculos multiplicativos incorretos. No STI, respondeu 9 de 9 questões. No pós-teste, manteve desempenho estável, respondeu 3 de 6 questões, com menos erros de Leitura, Compreensão, Transformação e Processo, e mais erros em codificação, pois não efetuou o cálculo multiplicativo final de duas questões, escrevendo: “não estou conseguindo resolver”. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
A10	Feminino, 17 anos, se identifica com química (área de ciências Exatas e da Terra). Suas maiores pontuações de IM são Intra (3,50), VL (3,00), com escore LM = 2,75. Suas principais dificuldades são: O nível de dificuldade do conteúdo e efetuar cálculos. Acha a matemática difícil e tem muita dificuldade. Acredita que o ensino pode melhorar com aulas práticas ou “mais criativas”. No pré-teste respondeu 4 de 6 questões e errou apenas Codificação (multiplicação com posição incorreta das casas decimais). No STI respondeu 9 de 9 questões. No pós-teste, o desempenho aumentou (+2,22), com erros de codificação (multiplicação, conversão de unidades), descreveu dificuldade em conversões de milímetros e que não deu tempo resolver a questão 6. No pós-teste respondeu 6 de 6 questões, com menos erros de codificação, dessa vez relacionados à arredondamentos sucessivos e provocaram alteração no valor final. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
A12	Masculino, 16 anos, se identifica com música (área de Linguística Letras e Artes), perfil de IM é RM (5,00), VL (4,50) e Intra (4,50), com LM = 3,25. Suas principais dificuldades são: efetuar cálculos e a metodologia do professor, predominantemente expositiva, sem recursos audiovisuais. Sua percepção é que a matemática é uma matéria interessante, mesmo sentindo dificuldade. Sobre o ensino de matemática, acredita que “está bom, mas cabe a cada aluno prestar atenção nas aulas e estudar aquilo que tem mais dificuldade”. No pré-teste, respondeu 5 de 6, destacando-se erros de compreensão e codificação (diferença entre raio e diâmetro, multiplicação de decimais), descreveu: “não consegui finalizar por causa dos números com zero, como o 0,5 e 0,25”. No STI, respondeu 9 de 9 questões. No pós-teste, o desempenhou aumentou (+0,67), respondeu 5 de 6, melhorou em leitura e transformação, mas persistiram erros relacionados à compreensão, como não perceber diferença entre raio e diâmetro, e a codificação, ao errar a resposta final geralmente devido à conversão de unidades ou erros nas multiplicações. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
A13	Masculino, 17 anos, se identifica com matemática, inglês e português (área de Ciências Exatas e da Terra, Linguística Letras e Artes). Suas maiores pontuações de IM são Intra (4,00), com

	LM (2,75 - Moderado). Considera a matemática importante, pois percebe a aplicação dos seus conceitos na vida real. Suas principais dificuldades são: efetuar cálculos e a metodologia do professor (expositiva, sem recursos audiovisuais; exercícios de fixação). Uma forma de melhorar o ensino de matemática é mudar a didática, utilizando outros recursos além do quadro. No pré-teste respondeu 5 de 6 questões, teve erro de compreensão (diferença entre diâmetro e raio), processo e codificação (conversão de unidades e cálculos multiplicativos). No STI, respondeu 9 de 9 questões. No pós-teste, aumentou o desempenho (+1,11), respondeu 6 de 6 questões, melhorou no aspecto de compreensão, permaneceu estável nos demais, e relatou não concluir a questão 6 por não saber efetuar a divisão $\frac{500}{78,5}$. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
A14	Masculino, 17 anos, identifica-se com a Educação Física (área de Ciências da Saúde). Suas maiores pontuações de IM são CC (4,25) e Intra (4,00), com escore LM = 1,75. Suas principais dificuldades são: Dificuldade com conteúdo e efetuar cálculos. O ensino poderia ser melhorado com uso de tecnologia. Considera matemática importante e acredita que é fundamental que todos saibam o básico. No pré-teste respondeu 2 de 6 questões e escreveu: “sou lento”; Q1 estava correta e Q2 com erros de Transformação (modelo matemático incorreto) que ocasionou erros de Processo e Codificação; Descreveu: “sou lento”. Na intervenção com STI respondeu 7 de 9, com TADE = 60%, em 3h04min. No pós-teste, respondeu 5 de 6 questões, e seu desempenho aumentou mais de duas vezes, ocorrendo principalmente erros de processo e codificação, pois não obteve o raio a partir do diâmetro, errou conversões de unidades e algumas multiplicações. Em ambos os testes, fez desenhos representando os problemas. Teve variação positiva no Estado de Fluxo - seu escore aumentou mais da metade com o uso do STI.
A15	Masculino, 16 anos, se identifica com línguas estrangeiras (área de Linguística, Letras e Artes). Suas maiores pontuações de IM são Intra (4,50), VL (3,50) e VE (3,50), com LM = 3,25. Sua maior dificuldade em matemática é efetuar cálculos. Acredita que uma forma de melhorar o ensino seria exemplificar mais o conteúdo. Considera a matemática como conhecimento importante para várias áreas do conhecimento. No pré-teste respondeu 6 de 6 questões, com desempenho especialmente baixo nas questões 4, 5 e 6, onde obteve as menores pontuações em todos os critérios, apresentando erros como não diferenciação entre raio e diâmetro e conversão de unidades. Respondeu 9 de 9 questões. No pós-teste também respondeu todas as questões, com erros de leitura, Transformação e processo menos frequentes, dessa forma alcançou desempenho superior ao pré-teste. Teve variação negativa no Estado de Fluxo.
A24	Masculino, 16 anos, se identifica com educação Física (área de Ciências da Saúde). Suas maiores pontuações de IM são Intra (3,50) e Inter (3,50), com LM = 2,00. Sua principal dificuldade em matemática o conteúdo e efetuar cálculos. Acredita que o ensino de matemática poderia ser melhor com o uso de tecnologia. Percebe a matemática como algo muito difícil. No Pré-teste respondeu 3 de 6 questões, predominando erro de codificação relacionado a realização incorreta de multiplicações com decimais. No STI, resolveu 9 de 9 questões. No pós-teste, respondeu 6 de 6 questões, com presença de erros de Transformação e Processo (distinção diâmetro e raio), persistindo os mesmos erros de codificação. Houve aumento significativo no desempenho, o aluno quase dobrou sua pontuação inicial, que passou de 4,00 no pré-teste para 7,00 no pós-teste. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
B01	Feminino, 17 anos. Não se identifica com uma área específica, mas gosta das aulas de português (área de Linguística Letras e Artes. Suas maiores pontuações de IM são Intra (3,50), Inter (3,50) e VL (3,50), com escore LM (1,75). Sua principal dificuldade em matemática é a metodologia do professor, que segundo a aluna consiste majoritariamente em exercícios de Fixação (listas de exercícios e atividades do livro didático). Acredita que o ensino de matemática pode ser melhorado com aulas práticas ou mais dinâmicas. Percebe a matemática como algo legal, sempre gostou um pouco, mas diz não é tão boa nessa matéria. No pré-teste respondeu 2 de 6 questões, cumpriu integralmente a primeira questão e na segunda não fez o cálculo final de multiplicação e não se atentou para a diferença entre raio e diâmetro (erros de processo e codificação); e a partir da terceira questão escreveu: “Não sei fazer isso”. Na aula gamificada, foi Líder, Operadora e Calculista, sua equipe (B3) respondeu 9 de 9 questões. A Equipe apresentava forte motivação na atividade, pareciam bastante engajados e trabalhavam em equipe, de fato. No Pós-teste, respondeu 5 de 6 questões, errando apenas processo e codificação na questão três, quando errou o arredondamento do valor final, e seu desempenho quase triplicou em relação ao pré-teste. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.

B03	Feminino, 16 anos, se identifica com Redação (área de Linguística Letras e Artes), Suas maiores pontuações de IM são VL (4,00), com LM = 2,75. Sua principal dificuldade é efetuar cálculos e a metodologia do professor (predominantemente exercícios de Fixação). Ela acredita que o ensino poderia ser melhorado por meio de aulas mais didáticas, porque assim os alunos se sentiriam mais motivados e fixariam melhor o conteúdo. Considera a matemática muito necessária para a nossa vida e é algo que requer muita atenção para aprender. No Pré-teste, respondeu 4 de 6 questões, apresentou erros de Transformação, processo e codificação, mas relativos a não conversão das unidades corretas, ocasionando a resolução incorreta das questões 2 e 4. Na aula gamificada, foi calculista, operador e líder, sua equipe (B7) resolveu todos os problemas. O grupo estava bem engajado na atividade, dialogavam bastante e se ajudavam. O elemento Trabalho em equipe parece ter sido significativo para este grupo. Foi o último grupo a finalizar a tarefa, não conseguiriam mais "vencer a corrida", mas continuaram fazendo a atividade, mas menos animados. No pós-teste houve evolução, respondeu 6 de 6 questões, apresentou apenas dois erros: não multiplicou todos os termos na questão 5 (parece ter despercebido isso) e na questão 6 não soube manipular corretamente a equação, erros pouco significativos considerando a atividade proposta. Seu desempenho aumentou em mais da metade da pontuação do pré-teste e obteve a maior pontuação de desempenho da turma. Teve variação negativa no Estado de Fluxo.
B06	Feminino, 17 anos. Se identifica com Geografia (área de ciências Humanas). Suas maiores pontuações de IM são Intra (3,00), CC (3,00), com escore LM = 1,00. Suas principais dificuldades são efetuar cálculos e o nível de dificuldade do conteúdo. Acredita que o ensino de matemática pode ser melhor com aulas práticas, onde todos os alunos possam participar. Não tem boas impressões sobre a matéria pois acha muito difícil. No pré-teste respondeu 4 de 6 questões, apresentando erros de Compreensão, Processo e Codificação, relativos a erros nas multiplicações com decimais, e não se atentar à distinção entre diâmetro e raio, e erro na conversão de unidades. Na aula gamificada, foi calculista, sua equipe (B08), respondeu 6 de 9 problemas. A equipe trabalhou bem, ensinavam uns aos outros, apenas um aluno parecia mais alheio à atividade – não era B06. Desistiram da tarefa após os 6 primeiros problemas, porque não podiam mais vencer a "corrida da engenharia". No pós-teste respondeu 6 de 6 questões, houve evolução sobre os erros de compreensão, mas os demais permaneceram, com a aluna destacando: "não sei converter". No entanto, teve aumento expressivo no desempenho (+2,22). Teve variação negativa no Estado de Fluxo.
B12	Feminino, 17 anos. Se identifica com investigações criminais (área Multidisciplinar). Sua principal dificuldade é resolver cálculos. Suas maiores pontuações de IM são VL (4,50), CC (4,25), Inter (4,25) e intra (4,25), com LM = 2,00 (baixo). Para ela, o ensino poderia ser melhor se existissem "listas para avaliar o que precisa melhorar na turma". Diz não gostar de matemática, porque sempre teve dificuldade na matéria. No pré-teste, não respondeu nenhuma questão e não fez nenhum tipo de anotação nas folhas de resposta. Na atividade gamificada, foi Líder, calculista e operador, sua equipe (B7) resolveu todos os problemas. A equipe estava engajada, dialogavam bastante e se ajudavam. O elemento Trabalho em equipe parece ter sido significativo para eles. Foi o último grupo a finalizar a tarefa, não conseguiriam "vencer a corrida", mas continuaram concluíram a atividade mesmo estando menos animados. No pós-teste, respondeu apenas uma questão e não houveram erros. Acrescentou: "Eu sei a fórmula e o jeito de calcular, só não consigo descobrir os valores, por exemplo, sei que tem a multiplicação do diâmetro e o volume, depois multiplica o raio e altura, multiplica ambos por π =3,14 chegando ao resultado". Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
B17	Feminino, 16 anos. Se identifica com língua Portuguesa (área de Linguística, Letras e Artes). Suas maiores pontuações de IM são Intrapessoal (4,00) e interpessoal (3,00), com LM = 2,75 (moderado). Suas maiores dificuldades são efetuar cálculos e manter a atenção nas aulas. Acredita que o ensino pode ser melhorado se houver o uso de recursos audiovisuais. Suas impressões são que a matemática é não é uma matéria considerada fácil, pois exige mais concentração e "uma abordagem mais detalhada". No pré-teste respondeu 4 de 6 questões, apresentou erros de Compreensão, Processo e Codificação, relacionados à não conversão das unidades de medida e multiplicação incorreta de decimais. Na atividade gamificada foi calculista no grupo B8 que respondeu 6 de 9 problemas. A equipe trabalhou bem, ensinavam uns aos outros, apenas um aluno parecia mais alheio à atividade – não era B17. Desistiram da tarefa após os 6 primeiros problemas, porque não podiam mais vencer a "corrida da engenharia". No pós-teste, respondeu 5 de 6 questões e os erros foram menos frequentes,

	aumentando a pontuação de desempenho pela metade (+2,44). Teve variação negativa no Estado de Fluxo.
B22	Feminino, 17 anos. Se identifica com língua Espanhola e Portuguesa (área de Linguística, Letras e Artes). Suas maiores pontuações de IM são Intra (4,25), CC (4,25), RM (4,00) e VE (4,00). Teve a segunda maior pontuação na IM LM (3,25). Suas principais dificuldades são efetuar cálculos, prestar atenção nas aulas, nível de dificuldade do conteúdo e Metodologia do professor (Aula expositiva sem recursos audiovisuais). Ano passado se identificava melhor com a matéria pois o professor explicava melhor. O ensino seria melhor se o professor explicasse melhor a matéria e fosse mais compreensivo com os alunos. No pré-teste respondeu 3 de 6 questões, com predomínio de erros de codificação e processo, devidos a realização incorreta da multiplicação com decimais, conforme relatado pela própria aluna: “Me perco na multiplicação com Vírgula”. Na atividade gamificada foi calculista na equipe B4, que respondeu 6 de 9 questões. O grupo B4 era o que tinha mais dificuldade na atividade. Em um determinado momento, as meninas da equipe pareciam de fato chateadas por não conseguirem avançar nas tarefas, o que pode explicar a queda no Estado de Fluxo dos membros da equipe. Elas não conseguiam resolver as operações, e não se atentavam aos enunciados e dicas do STI. No pós-teste respondeu 5 de 6 questões, mas os mesmos erros persistiram. Em todas as questões a aluna utilizou o valor do diâmetro como raio (com exceção de Q1, que não exigia esta transformação). Teve variação negativa no Estado de Fluxo.
B25	Feminino, 17 anos, identifica-se com a área de Ciências Humanas. Suas maiores pontuações de IM são Lógico-Matemático (5,00 – maior pontuação da turma), VE (4,00) e intrapessoal. Suas principais dificuldades são efetuar cálculos, prestar atenção nas aulas, nível de dificuldade do conteúdo, não conseguir estudar sozinha. Diz que é a disciplina que mais possui dificuldade e geralmente demora a entender a matéria. O ensino seria melhor com aulas expositivas com slides, vídeos e aulas práticas, o que tornaria a matemática mais interessante. No pré-teste respondeu 3 de 6 questões, com erros em todos os aspectos avaliados nas questões, mas destacando que não sabia realizar as multiplicações e algumas das conversões; também não estruturou adequadamente as fórmulas. Relatou: “Não sei como multiplicar, caso conseguisse teria conseguido o resultado”. Na atividade gamificada foi calculista e operador, no grupo B4, que respondeu 6 de 9 questões. O grupo B4 era o que tinha mais dificuldade na atividade. Em um determinado momento, as meninas da equipe pareciam de fato chateadas por não conseguirem avançar nas tarefas, o que pode explicar a queda no Estado de Fluxo dos membros da equipe. Elas não conseguiam resolver as operações, e não se atentavam aos enunciados e dicas do STI. No pós-teste respondeu 4 de 5 questões, apresentando melhora na maioria os aspectos avaliados, conseguiu fazer os cálculos multiplicativos, e aumentou o desempenho em mais da metade em relação ao pré-teste. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.
B35	Feminino, 16 anos. Se identifica com língua portuguesa (área de Linguística, letras e artes). Perfil de IM: Suas principais dificuldades são: efetuar cálculos, prestar atenção nas aulas, dificuldade do conteúdo, não conseguir estudar sozinha e a Metodologia do professor. (Aula expositiva, sem recursos audiovisuais). O ensino seria melhor reforçando a explicação de como resolver os problemas e questões, principalmente explicando melhor as fórmulas. Suas impressões sobre a matemática é que é uma matéria muito complexa, difícil, porém muito importante. No pré-teste respondeu 4 de 6 questões, com erros de codificação, relacionado aos cálculos multiplicativos. Na aula gamificada, foi Líder, Operadora e Calculista, sua equipe respondeu 9 de 9 questões. A equipe apresentava forte motivação na atividade, pareciam bastante engajados e trabalhavam em equipe, de fato. No pós-teste respondeu 4 de 6 questões, sem erros, aumentando o desempenho. Teve variação positiva no Estado de Fluxo.

APÊNDICE F – QUADRO RESUMO TURMA A

Aluno	Variação no Fluxo	Nº Questões feitas no pré-testes (máx. 6)	Nº Questões feitas no STI (máx. 9)	Nº Questões feitas no pós-teste (máx. 6)	Métricas de comportamento no STI			
					[6]	[7]	[8]	[9]
A02	Negativo	1	3	3	46%	0%	8%	46%
A03	Positivo	3	3	3	80%	4%	12%	4%
A10	Positivo	4	9	6	80%	2%	18%	0%
A12	Positivo	5	9	5	65%	0%	35%	0%
A13	Positivo	5	9	6	80%	2%	12%	6%
A14	Positivo	2	7	5	60%	5%	26%	10%
A15	Negativo	6	9	6	71%	2%	20%	8%
A24	Positivo	3	9	6	88%	0%	6%	6%

[6] Proporção de etapas respondidas corretamente na primeira tentativa
[7] Proporção de etapas com pedidos de dicas, mas sem respostas incorretas
[8] Proporção de etapas com respostas incorretas, mas sem pedidos de dicas
[9] Proporção de etapas com respostas incorretas e pedidos de dicas

APÊNDICE G – QUADRO RESUMO DA TURMA B

Aluno	Variação no Fluxo	Nº Questões feitas no pré-testes (máx. 6)	Nº Questões feitas no STI (máx. 9)	Nº Questões feitas no pós-teste (máx. 6)	Equipe	Funções exercida na equipe	Métricas de comportamento no STI			
							[10]	[11]	[12]	[13]
B01	Positivo	2	9	5	B3	Líder; operador; calculista	59%	4%	27%	10%
B03	Negativo	4	9	6	B7	Líder; operador; calculista	51%	2%	39%	8%
B06	Negativo	4	6	6	B8	Calculista (2x)	41%	6%	34%	19%
B12	Positivo	0	9	1	B7	Líder; operador; calculista	51%	2%	39%	8%
B17	Negativo	4	6	5	B8	Calculista (2x)	41%	6%	34%	19%
B22	Negativo	3	6	5	B4	Calculista (2x)	33%	30%	3%	33%
B25	Positivo	3	6	5	B4	Calculista; operador	33%	30%	3%	33%
B35	Positivo	4	9	4	B3	Líder; operador; calculista	59%	4%	27%	10%

[10] Proporção de etapas respondidas corretamente na primeira tentativa
[11] Proporção de etapas com pedidos de dicas, mas sem respostas incorretas
[12] Proporção de etapas com respostas incorretas, mas sem pedidos de dicas
[13] Proporção de etapas com respostas incorretas e pedidos de dicas

ANEXO A – BRAZILIAN-PORTUGUESE DISPOSITIONAL FLOW SCALE 2

Por favor, responda às seguintes questões com relação à sua experiência nas aulas de matemática. Estas questões estão relacionadas com os pensamentos e sensações que você pode experienciar durante a participação numa atividade. Você pode experienciar estas características em alguns momentos, a todo momento ou em nenhum momento. Não há respostas corretas ou erradas. Pense sobre quão frequentemente você experiencia cada característica durante sua atividade e então marque o número que melhor representa sua experiência.

1	2	3	4	5
Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre

Afirmação / Frequência	1	2	3	4	5
Q1: Minhas habilidades combinam com o desafio que estou experimentando.					
Q2: Realizo a atividade automaticamente sem pensar muito.					
Q3: Sei o que quero alcançar.					
Q4: É muito claro para mim como estou me saindo na atividade.					
Q5: Estou completamente focado na tarefa em questão.					
Q6: Tenho um sentimento de total controle sobre o que estou fazendo.					
Q7: Não estou preocupado com o que os outros podem estar pensando de mim.					
Q8: A forma como o tempo passa parece ser diferente da normal.					
Q9: A experiência é extremamente recompensadora.					

Fonte: adaptado de Bittencourt *et al.* (2021)[14]

[14] BITTENCOURT, Ig Ibert. FREIRES, Leogildo. LU, Yu. CHALLCO, Geiser Chalco. FERNANDES, Sheyla. COELHO, Jorge. COSTA, Júlio. PIAN, Yang. MARINHO, Alexandre. ISOTANI, Seiji. Validation and psychometric properties of the Brazilian-Portuguese dispositional flow scale 2 (DFS-BR). **PLOS ONE**, v. 16, n. 7, p. e0253044, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0253044.

ANEXO B – BRAZILIAN-PORTUGUESE FLOW STATE SCALE SHORT

Por favor, responda às seguintes questões com relação à sua experiência na atividade que acabou de finalizar. Não há respostas corretas ou erradas. Pense sobre sua concordância em cada uma das sentenças apresentadas e então marque o número que melhor representa sua concordância.

1	2	3	4	5
Discordo fortemente	Discordo	Nem concordo nem discordo	Concordo	Concordo fortemente

Questão / Nível de Concordância	1	2	3	4	5
Q1: Estava muito claro para mim como eu estava me saindo na atividade.					
Q2: Não estava preocupado com o que os outros podiam estar pensando de mim.					
Q3: Minhas habilidades combinavam com o desafio da atividade que estava fazendo.					
Q4: As coisas pareciam estar acontecendo automaticamente.					
Q5: Tive total concentração.					
Q6: Tive uma sensação de total controle sobre o que estava fazendo.					
Q7: Pareceu que o tempo passou rapidamente.					
Q8: A experiência me deixou com uma ótima sensação					
Q9: Meus objetivos estavam claramente definidos.					

Fonte: adaptado de Bittencourt et al. (2024)[15]

[15] BITTENCOURT, Ig Ibert. FREIRES, Leogildo. LU, Yu; CHALLCO, Geiser Chalco; FERNANDES, Sheyla. COELHO, Jorge; COSTA, Julio. PIAN, Yang; MARINHO, Alexandre. ISOTANI, Seiji. Psychometric properties of the Brazilian-Portuguese Flow State Scale Short (FSS-BR-S). **PLOS ONE**, v. 19, n. 2, p. e0286639, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0286639.

ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE PERFIL DE INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente

Nº	Afirmação / Nível de concordância	
1	Escrever é uma forma natural de me expressar.	
2	Na escola, estudar na língua nativa (português) é fácil para mim.	
3	Recentemente escrevi algo do qual me orgulho especialmente, ou pelo qual recebi reconhecimento.	
4	Metáforas e outros tipos de expressões verbais me ajudam a aprender eficientemente.	
5	Na escola, sou bom em matemática, física ou química.	
6	Posso resolver e trabalhar com problemas complexos.	
7	Cálculo mental é fácil para mim.	
8	Sou bom em jogos e resolução de problemas que exigem raciocínio lógico.	
9	Geometria e outras matérias envolvendo percepção espacial são mais fáceis para mim do que resolver equações.	
10	É fácil para mim conceituar padrões complexos e multidimensionais.	
11	Consigo imaginar facilmente como uma paisagem se parece vista de cima.	
12	Quando leio, formo imagens, desenhos ou esquemas visuais em minha mente.	
13	Sou habilidoso com o meu corpo	
14	Consigo facilmente fazer algo concreto com minhas mãos (por exemplo, tricotar ou esculpir)	
15	Sou bom em mostrar como fazer algo na prática.	
16	Sou bom em trabalhos manuais.	
17	Depois de ouvir uma melodia uma ou duas vezes, consigo cantá-la ou assobiá-la com bastante precisão.	
18	Ao ouvir música, consigo distinguir instrumentos individuais e reconhecer melodias.	
19	Consigo facilmente manter o ritmo ao tamborilar (imitar o som com batidas) uma melodia.	
20	Percebo imediatamente se uma melodia está desafinada.	
21	Mesmo em companhia desconhecida, consigo facilmente encontrar alguém para conversar.	
22	Me dou bem facilmente com diferentes tipos de pessoas.	
23	Faço contato facilmente com outras pessoas.	
24	Em negociações e trabalho em grupo, consigo ajudar o grupo a encontrar um consenso.	
25	Sou capaz de analisar meus próprios motivos e formas de agir.	
26	Frequentemente penso sobre meus próprios sentimentos e emoções e procuro as razões para eles.	
27	Regularmente dedico tempo para refletir sobre questões importantes da vida.	
28	Gosto de ler literatura psicológica, filosófica ou de autoajuda para aumentar meu autoconhecimento.	

Fonte: Traduzido livremente de Tirri e Nokelainen (2011)[16]

[16] TIRRI, Kirsi; NOKELAINEN, Petri. Multiple Intelligences Profiling Questionnaire. In: TIRRI, Kirsi; NOKELAINEN, Petri (orgs.). **Measuring Multiple Intelligences and Moral Sensitivities in Education**. SensePublishers, Rotterdam, p. 1–13, 2011. DOI: 10.1007/978-94-6091-758-5_1.