

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR**

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**DESAFIO DOS DEUSES: GAME DESIGN  
DOCUMENT (GDD) DE UM JOGO PEDAGÓGICO A  
LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA**

**João Victor Badoco**

**Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática  
PRPGEM**

Campo Mourão  
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - PRPGEM

DESAFIO DOS DEUSES: GAME DESIGN DOCUMENT (GDD) DE UM JOGO  
PEDAGÓGICO A LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA

João Victor Badoco

Orientadores:

Profa. Dra. Clélia Maria Ignatius Nogueira  
Prof. Dr. Renato Francisco Merli

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

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do  
Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática  
da Universidade Estadual do Paraná, linha de pesquisa  
Tecnologia, diversidade e cultura em educação  
matemática, como parte dos requisitos necessários à  
obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Campo Mourão  
Abril – 2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Badoco, João Victor

DESAFIO DOS DEUSES: GAME DESIGN DOCUMENT (GDD) DE UM JOGO PEDAGÓGICO A LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA / João Victor Badoco. -- Campo Mourão-PR, 2025.

134 f.

Orientador: Clélia Maria Ignatius Nogueira.

Coorientador: Renato Francisco Merli.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Educação Matemática) -- Universidade Estadual do Paraná, 2025.

1. Design de Jogos.. 2. Ensino Fundamental.. 3. Mitologia grega.. 4. TCC.. I - Nogueira, Clélia Maria Ignatius (orient). II - Merli, Renato Francisco (coorient). III - Título.

João Victor Badoco

“DESAFIO DOS DEUSES: GAME DESIGN DOCUMENT (GDD) DE UM JOGO  
PEDAGÓGICO A LUZ DA ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA.”

Comissão Examinadora:



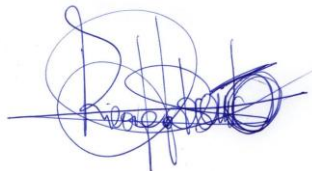
Profa. Dra. Clélia Maria Ignatius Nogueira Presidente da Comissão Examinadora  
UNESPAR/Campo Mourão



Prof. Dr. Renato Francisco Merli  
Coorientador  
UTFPR/Toledo



Prof. Dr. Sérgio Carrazedo Dantas  
Membro da Banca UNESPAR/Apucarana



Prof. Dr. Ricardo Tiburcio dos Santos  
Membro da Banca  
Secretaria de Educação de Caruaru - PE



Profa. Dra. Marli Schmitt Zanella  
Membro da Banca  
UEM/Maringá

Resultado: APROVADO

Campo Mourão  
Abril/2025

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida, pela saúde e por me conceder forças nos momentos de dificuldade ao longo desta caminhada.*

*À minha família, meu porto seguro, minha esposa, Idaliana, e ao meu filho, Hugo, por todo amor, paciência e apoio incondicional. Vocês foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.*

*Aos meus pais, Robson e Rosana, que sempre acreditaram na importância da educação e me incentivaram a estudar desde cedo. Este trabalho também é fruto do esforço de vocês.*

*À minha orientadora, professora Clélia, por todo carinho, orientação cuidadosa e constante disposição para me guiar ao longo deste processo. Sua generosidade acadêmica e humana foi essencial.*

*Ao meu coorientador, professor Renato, pelo apoio incansável, pelas sugestões valiosas e por ser meu verdadeiro braço direito neste trabalho. Sua colaboração foi decisiva em todas as etapas da pesquisa.*

*À banca examinadora, composta pela professora Marli e pelos professores Sérgio e Ricardo, pelo olhar atento, pelas contribuições críticas e pelo empenho em ajudar a aprimorar esta dissertação.*

*Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PRPGEM), pelo conhecimento compartilhado ao longo do curso e pela formação sólida oferecida.*

*Aos colegas dos grupos de pesquisa GEPeDiMa e GEPEMETIC, pelas ricas discussões, trocas de experiências e aprendizados que tanto contribuíram para o amadurecimento desta pesquisa.*

*Ao Felipe Fadel, pela dedicação em programar o protótipo inicial do jogo, tornando possível a materialização de parte importante deste trabalho.*

*Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram com palavras, gestos, incentivo ou apoio ao longo desta jornada. A cada um, o meu sincero muito obrigado.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da agência de fomento CAPES.*

## RESUMO

O ensino da matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental enfrenta diversos desafios, principalmente quanto à compreensão de conceitos matemáticos de forma contextualizada, atraente e relevante para os estudantes. Nesse contexto, os jogos vêm sendo reconhecidos como estratégias pedagógicas que permitem engajar, motivar e apoiar a aprendizagem, enquanto propiciam experiências lúdicas e significativas. A presente pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de um Documento de Design de Jogos (GDD) pedagógico, fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud, com o propósito de promover a construção e a consolidação de conceitos de estruturas aditivas por estudantes do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental. Para alcançar essa meta, buscou-se, ainda, detectar os elementos necessários para o design de um jogo educativo destinado ao ensino de estruturas aditivas dos números naturais junto a essa faixa etária. A Engenharia Didático-Informática (EDI) desempenhou um papel essencial, orientando tanto a elaboração quanto a organização das atividades presentes no GDD. Embora o desenvolvimento completo do jogo não tenha sido finalizado, foram trabalhadas e finalizadas duas fases, focando na criação de uma situação-problema que facilitasse a compreensão das relações aditivas. A mitologia grega foi incorporada ao design para contextualizar e ampliar o envolvimento dos estudantes na narrativa do jogo. A pesquisa propõe, assim, um modelo para a construção de jogos digitais educativos, sendo uma referência para outros pesquisadores que queiram desenvolver estratégias pedagógicas inovadoras, fundamentadas em teorias da aprendizagem. A importância do estudo reside na criação de um GDD ancorado na Teoria dos Campos Conceituais, sendo um modelo prático para apoiar o desenvolvimento de jogos que contribuam para a compreensão de conceitos matemáticos junto às crianças.

**Palavras-chave:** Design de Jogos. Ensino Fundamental. Mitologia grega. TCC.

## ABSTRACT

The teaching of mathematics in the early years of elementary school faces various challenges, especially in helping students understand mathematical concepts in a contextual, engaging, and meaningful way. In this context, games are recognized as strategies that foster engagement, motivation, and support learning, while providing playful and significant experiences. This study aimed to develop a pedagogical Game Design Document (GDD) based on Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (TCC), with the objective of promoting the construction and consolidation of addition structure concepts among 4th and 5th grade elementary students. To achieve this, we sought to identify the key elements needed for designing an educational game to teach these mathematical structures to children in this age group. Didactic-Computer Engineering (EDI) played a crucial role in guiding both the design and the organization of the game's activities. Although the game's complete development was not finished, two phases were finalized, focusing on creating problem-solving situations that facilitate understanding of addition structures. Furthermore, Greek mythology was incorporated into the game's design to provide context and foster student engagement. This study, therefore, offers a model for developing educational games, serving as a reference for future researchers who wish to create innovative pedagogical strategies grounded in learning theories. The significance of this study lies in the creation of a GDD anchored in the Theory of Conceptual Fields, offering a practical framework for designing games that contribute to children's mathematical understanding.

**Keywords:** Game Design. Elementary School. Greek Mythology. TCC.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do Número 696 no sistema Egípcio.....	17
Figura 2 - Aportes de ambas as engenharias .....	26
Figura 3 - Fases da EDI .....	29
Figura 4 - Primeiro ciclo.....	30
Figura 5 - Segundo ciclo.....	32
Figura 6 - Exemplo de análise a priori relacionadas ao jogo.....	33
Figura 7 - Terceiro ciclo .....	34
Figura 8 - Quarto ciclo.....	36
Figura 9 - Relações do Campo Aditivo .....	39
Figura 10 - Tipos de Situações Problema .....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Habilidades e Objetivos segundo a BNCC.....	21
Quadro 2 - Direcionamento para as análises prévias.....	31
Quadro 3 - Análise a posteriori e Validação Teórica – Questionamentos.....	36
Quadro 4 - Análise a posteriori e Validação Experimental – Questionamentos .....	36
Quadro 5 - Símbolos e conceitos usados por Vergnaud .....	46
Quadro 6 - Classes de problemas do campo aditivo, exemplos e esquemas .....	46
Quadro 7 - Trabalhos encontrados na BDTD .....	61
Quadro 8 - Membros da equipe .....	66
Quadro 9 - GDDE - Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo.....	67

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>1. ENSINO DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO NO BRASIL</b> .....	<b>16</b>
1.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O ENSINO DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS NATURAIS.....	16
1.2 O ENSINO DAS OPERAÇÕES DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS NATURAIS NO BRASIL.	17
1.3 ASPECTOS RELACIONADOS AO ENSINO DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS NATURAIS SEGUNDO A BNCC .....	19
<b>2. ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA COMO METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>24</b>
2.1 PROCEDIMENTOS DA APLICAÇÃO DA EDI NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA E DO JOGO DIGITAL .....	29
<b>3. TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS</b> .....	<b>38</b>
3.1 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS .....	38
3.2 AS ESTRUTURAS ADITIVAS .....	43
<b>4. JOGOS DIGITAIS: CONCEITOS E UTILIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO</b> .....	<b>49</b>
4.1 A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DOS JOGOS DIGITAIS.....	55
4.2 PANORAMA DA UTILIZAÇÃO DOS JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO .....	59
<b>5. PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DO GDD</b> .....	<b>64</b>
5.1 CICLO ANALÍTICO-HIPOTÉTICO.....	64
5.1.1 <i>Composição da equipe</i> .....	66
5.2 HIPOTÉTICO-EXPERIMENTAL .....	66
5.2.1 <i>Ideias iniciais do GDD – Prototipação.</i> .....	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>122</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>129</b>

## APRESENTAÇÃO

Muitas vezes te perguntam, quando criança: “o que você vai ser quando você crescer?”. Essa pergunta ficou na minha<sup>1</sup> cabeça por certo tempo e a resposta a esse questionamento motivou a presente pesquisa. Em meados de 2016, iniciei o curso de licenciatura em Matemática, com o intuito de fazer o curso por um período e depois utilizar as matérias que tinha cursado para aproveitar em outro curso, que era Engenharia Química. Porém, com o passar do tempo e motivado por alguns projetos e professores, acabei me apaixonando por ensinar, o que me levou a concluir o curso de licenciatura.

Outra paixão significativa na minha vida é por jogos e brincadeiras. Desde muito novo, sempre gostei de jogar em momentos de lazer. Não me lembro de minha primeira interação com jogos digitais, mas quando eu era pequeno, ganhei meu primeiro console de *videogame* chamado “*Polystation*”, porém, como necessitava de uma televisão para poder jogar e ter que dividir com meu irmão mais velho, eu não jogava com tanta frequência. Em meados de 2005, meu pai comprou um computador para trabalho e um amigo dele deu de presente ao meu irmão um *CD* que continha jogos digitais e, a partir desse momento, comecei a jogar cada vez mais jogos eletrônicos.

Durante a graduação, eu tive a oportunidade de fazer um trabalho de iniciação científica. O meu então orientador me deixou à vontade para escolher um tema e trabalhá-lo junto com ele; assim, eu decidi juntar minha paixão por jogos eletrônicos com o ensino de Matemática.

Em 2021, ainda durante a pandemia da COVID, eu estava no último ano de graduação, e assumi aulas em uma escola na minha cidade. As aulas aconteciam de maneira híbrida da seguinte forma: os alunos foram divididos em dois grupos, sendo que um grupo assistia às aulas presencialmente e o outro ficava em casa tendo aulas remotas, simultaneamente às aulas presenciais, através de vídeo chamadas. Os grupos se revezavam e, assim, o estudante ficava um dia em sala de aula e outro em casa. Com a nova onda do vírus, todos os alunos tiveram que ficar em casa e ter aulas remotas.

Neste período, em uma das minhas aulas, um aluno deixou escapar um áudio de um jogo digital que ele estava jogando durante a aula. Ao ser indagado, ele confessou que estava jogando durante a aula, o que me levou a questionar os demais alunos sobre seu interesse por jogos digitais, sendo que a maioria relatou utilizá-los frequentemente como forma de entretenimento

---

<sup>1</sup> Parte da introdução foi escrita em primeira pessoa, visto que se trata de aspectos pessoais. O restante do texto foi escrito na primeira pessoa do plural.

e lazer. Identifiquei-me prontamente com os estudantes, visto que eu também utilizo jogos eletrônicos como lazer, o que me motivou a voltar a pesquisar sobre jogos digitais no ensino, direcionando-me à presente pesquisa.

## INTRODUÇÃO

A indústria dos jogos digitais tem crescido de forma significativa com o passar dos tempos. A revista eletrônica *Newzoo*, em 2023, destacou que o Brasil é o décimo país do mundo que mais consome jogos digitais e o que mais consome na América Latina, gerando uma receita de 2,6 bilhões de dólares. Na mesma edição da revista, consta que, somente no Brasil, há mais de cem milhões de gamers, o que representa cerca de 3% de todos os usuários de jogos digitais no mundo.

A profissionalização no ramo dos jogos digitais, de acordo com o InvestSP, em um artigo publicado em março de 2023, vem tendo altas significativas, uma vez que a crescente utilização dos jogos eletrônicos conquistou os jovens e se tornou a profissão dos sonhos, com rendimentos que variam de R\$3 mil até R\$20 mil, podendo chegar em R\$100 mil para os mais famosos. A principal fonte de renda nesse meio são os campeonatos e as plataformas de *streamers*. A jornalista Mariana Albuquerque, em matéria no *Correio Brasiliense*, publicada em 10 de abril de 2022, argumenta que os jovens transformaram o prazer de jogar vídeo games em um trabalho lucrativo.

No contexto educacional, diversos pesquisadores, como Savi e Ulbricht (2008), Mota (2009), Mattar (2010), Prensky (2012), César (2018) e Toneis e Paulo (2023) evidenciam a vantagem de utilizar *games* para o ensino, pois os jogos digitais proporcionam aos estudantes um contexto de aprendizagem alternativo ao tradicional ambiente de sala de aula, facilitando uma compreensão dinâmica e interativa do conteúdo proposto.

Prensky (2012) descreve os jogos digitais como uma tendência educacional que promove uma participação mais ativa dos estudantes com o conteúdo. Segundo o autor, os jogos oferecem um ambiente que permite a exploração e a descoberta, criando oportunidades para que os alunos testem hipóteses, resolvam problemas e apliquem conceitos de maneira interativa. Ele argumenta que os jogos digitais podem transformar a educação ao integrar desafios progressivos e *feedback* imediato, o que mantém os estudantes motivados e engajados no aprendizado. Para Prensky (2012), a experiência lúdica proporcionada pelos jogos contribui para a retenção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tornando o processo educacional mais dinâmico e eficaz.

No que se refere a possibilidades didáticas, os jogos, sejam eles digitais ou analógicos, possuem características que contribuem significativamente para o desenvolvimento de habilidades. Conforme Gee (2004, p. 168, grifos do autor), “[...] em um nível mais profundo, é

o desafio e a aprendizagem que, em grande parte, tornam os *videogames* motivadores e divertidos”.

O desenvolvimento de jogos digitais, sejam eles voltados para fins didático-pedagógicos ou não, envolve diversas etapas, sendo a concepção uma das fases iniciais mais relevantes. Isso pode ser feito mediante a elaboração de um *Game Design Document* (GDD). O GDD não apenas fornece uma estrutura para o jogo, mas também estabelece um universo de regras que moldam a experiência do jogador, permitindo autonomia nas decisões e ações. A narrativa do jogo, composta por enredo, motor e interface interativa, é fundamental para criar um contexto rico que estimula a participação do jogador, ressaltando que o sucesso do jogo vai além da simples obtenção de um objetivo final, sendo também determinado pela emoção e diversão durante a jornada. O GDD desempenha um papel essencial na comunicação da visão de design para artistas e programadores, conforme destacam Motta e Junior (2013).

O GDD<sup>2</sup> é um artefato textual, muitas vezes complementado por ilustrações, desenvolvido por um designer de jogos para detalhar os aspectos fundamentais de um jogo, incluindo estética, narrativa e mecânicas. A função principal do GDD é orientar e alinhar todas as partes envolvidas no desenvolvimento do jogo (Motta e Junior, 2013). No entanto, o GDD é frequentemente objeto de debate, pois não existe um modelo padronizado. A escolha do formato cabe ao designer, que deve optar por aquele que melhor atenda às necessidades do projeto específico. A maioria dos modelos de GDD busca ser genérica, permitindo a documentação de jogos de diferentes gêneros; contudo, esses documentos tendem a ser extensos, repletos de textos, gráficos e imagens, tornando sua elaboração uma tarefa desafiadora no processo de desenvolvimento (Motta e Junior, 2013).

No que se refere à criação de jogos digitais, com finalidades didático-pedagógicas, particularmente para o ensino de Matemática, há a necessidade de sustentação teórica no que se refere à construção do conhecimento matemático. Para o desenvolvimento desta pesquisa, optamos pela Teoria dos Campos Conceituais proposta por Gérard Vergnaud, a qual tem como um de seus pressupostos que o aprendizado de um conceito se desenvolve ao longo do processo escolar, estando em contínuo aperfeiçoamento devido às diversas situações vivenciadas pelos estudantes. A construção/aquisição de um conceito emerge de diferentes contextos e, simultaneamente, um mesmo contexto pode envolver múltiplos conceitos. Conforme afirma o pesquisador Gérard Vergnaud (1993), um conceito nunca se manifesta isoladamente em uma situação matemática; portanto, é necessário estudar o campo conceitual ao qual ele pertence.

---

<sup>2</sup> Documento de *Design* de Jogos

Vergnaud (1993) defende que o aprendizado de um conceito se dá por meio de campos conceituais. Para esta pesquisa, estamos considerando o campo conceitual das estruturas aditivas. Vergnaud (1993) caracteriza as estruturas aditivas como situações que envolvem uma ou mais operações de adição e/ou subtração. Essas situações são categorizadas em três tipos principais de problemas: composição, transformação e comparação. Além disso, elas são distribuídas em quatro níveis de complexidade: protótipo, primeira extensão, segunda extensão, terceira extensão e quarta extensão (Magina *et al.*, 2008).

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) entra nesta pesquisa como foco ao propor problemas para o protótipo de um GDD. O jogo digital pedagógico *Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo* tem como escopo uma disputa entre humanos e os deuses gregos, algo parecido com as Olimpíadas, nas quais os humanos passaram por desafios para provarem ser dignos de entrar no Monte Olimpo. O público-alvo considerado é o 4º e o 5º ano do Ensino Fundamental. Para vencer os desafios e avançar nas fases do *game*, o estudante/jogador deve resolver problemas de estruturas aditivas do tipo composição e transformação de medidas.

Como metodologia para a elaboração do protótipo de um GDD, optamos pela Engenharia Didático-Informática EDI proposta por Tiburcio (2016) e aperfeiçoada pelo mesmo autor em 2020.

A Engenharia Didático-Informática (EDI) é a combinação de procedimentos metodológicos provenientes de duas engenharias: a Engenharia Didática (Clássica ou de primeira geração) e a Engenharia de Software (derivada da Ciência da Computação) (Tiburcio, 2016, 2020; Tiburcio e Bellemain, 2021). Tiburcio (2020) acrescenta que, enquanto a Engenharia Didática foca na criação de sequências de ensino através da aplicação de conceitos e resultados de pesquisa, a Engenharia de *Software* integra os conhecimentos sobre como as tecnologias digitais podem contribuir para atender aos requisitos educacionais.

Originalmente, a EDI foi concebida para desenvolver projetos de *software* classificados como ambientes de simulação/micromundos. No entanto, Tiburcio (2020, p. 188) notou “[...] a possibilidade de que outros estudos, pesquisas, investigações e projetos de desenvolvimento de software educativo possam utilizar a EDI a fim de que se criem outros tipos de software”. Considerada neste sentido, a EDI pode ser usada para a criação de um jogo digital.

Baseado no dito até o momento, esta pesquisa buscou a resposta para a seguinte pergunta: “Quais elementos considerar para desenvolver o *design* de um jogo educacional para o ensino dos conceitos de estruturas aditivas de naturais a alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental?”.

O objetivo geral desta pesquisa é: Elaborar um GDD à luz da Teoria dos Campos Conceituais para promover a construção e consolidação de conceitos de estruturas aditivas, por estudantes do 4º e do 5º ano do Ensino Fundamental.

Deste objetivo geral, originam-se os seguintes objetivos específicos:

I. Criar uma narrativa de modo a desafiar os alunos a resolverem problemas aditivos, com diferentes graus de complexidade;

III. Desenvolver um jogo digital pedagógico sustentado no Campo Conceitual Aditivo.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi elaborado um protótipo de um GDD baseado na Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Essa elaboração segue os princípios da Engenharia Didático-Informática (EDI) e adota a temática dos deuses gregos como recurso central para despertar o interesse dos estudantes e facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos. A estrutura pedagógica do GDD busca organizar o conteúdo de maneira que favoreça a construção do conhecimento, utilizando desafios progressivos, contextos problematizadores e feedback imediato para estimular a participação ativa dos alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental. Além disso, o ambiente do jogo foi planejado para permitir a experimentação e a aplicação prática dos conceitos matemáticos, promovendo um aprendizado que relacione teoria e prática de forma integrada.

A estrutura dessa dissertação apresenta cinco capítulos. os quais são brevemente apresentados a seguir.

No capítulo 1, é apresentado um estudo sobre o ensino de adição e subtração, desde aspectos históricos da criação dos números ao ensino dessas operações matemáticas..

No capítulo 2, é apresentada a EDI como metodologia de pesquisa. Nesse capítulo, são descritos os passos e preceitos da EDI, seus ciclos e como ela foi utilizada para a prototipação do jogo digital.

No capítulo 3, apresentamos o referencial teórico que diz respeito à TCC, além de definirmos quais pontos da teoria subsidiaram a elaboração do GDD.

No capítulo 4, trazemos aspectos importantes sobre jogos digitais e suas origens; também falamos sobre o uso de jogos digitais para o ensino de Matemática.

No capítulo 5, foram desenvolvidos os ciclos da EDI e trazemos o protótipo construído até o momento do *game* “*Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo*”.

Por fim, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, assim como as referências bibliográficas e apêndices do trabalho.

## **1. ENSINO DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO NO BRASIL**

Neste capítulo, tecemos considerações sobre o ensino de adição e subtração, os aspectos históricos envolvendo os métodos usados para ensinar os estudantes a somar e subtrair no Brasil e as técnicas e estratégias que os educadores utilizam para esse ensino. Para finalizar, trazemos como a Base Nacional Comum Curricular – BNCC considera o ensino de adição e subtração em se tratando do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental.

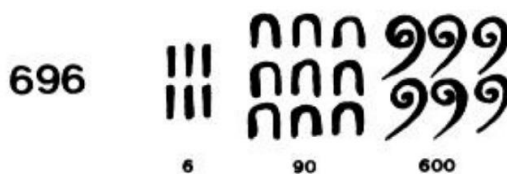
### **1.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O ENSINO DE ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS NATURAIS**

Historicamente, os seres humanos realizavam de maneiras diferentes o cálculo das operações de adição e de subtração. Ifrah (1997) considera que, no princípio, o cálculo era utilizado para a subsistência, pois, por exemplo, um camponês precisava de alguma forma saber quantos animais tinha para saber quantos animais ele levou para pastar e quantos voltaram. Da mesma forma, era preciso saber calcular para providenciar a quantidade de alimentos necessária para um grupo de pessoas e assim sucessivamente. Na mesma obra, o autor afirma que a primeira máquina de contar foi a própria mão, usada pelas pessoas como ferramenta para realizar contagens.

Segundo Ifrah (1989), o homem, para aprender a contar, utilizava instrumentos que poderiam ser coisas encontradas na natureza, como pedras, conchas, ossos, madeira etc. Eles utilizavam esses instrumentos, pois era mais fácil de relacionar a um número inteiro “[...] verdadeiros símbolos numéricos, bem mais cômodos para assimilar, guardar, diferenciar ou combinar números inteiros” (Ifrah, 1989, p. 52).

Cada povo criou formas particulares de contar, dando origem a diferentes sistemas de numeração. Todos os sistemas de numeração criados pela humanidade são aditivos, isto é, eles representam quantidades se baseando em uma adição em que um símbolo se junta a outro para gerar um novo número. Este procedimento demanda a repetição de vários símbolos para construir um número maior, como por exemplo o sistema de numeração egípcia, um sistema de base 10 e, assim, podemos repetir um mesmo símbolo 9 vezes e, após, passar para o símbolo seguinte, como mostra Ifrah (1989) na Figura 1.

**Figura 1** - Representação do Número 696 no sistema Egípcio



Fonte: Ifrah (1989, p. 55).

Para resolver o problema de poder se repetir o número apenas 9 vezes, era necessário criar uma maneira de representar números que representassem potências de dez, ou seja, ter um símbolo para uma “casa vazia”, para a “ausência de quantidade”, no nosso caso, o “zero”. Segundo Ifrah (1989), a primeira aparição do zero vem através dos maias entre os séculos III e IV. Eles utilizavam o símbolo de uma concha para a ausência de valor na representação de determinada quantidade. Esse sistema numérico era de base vinte, indo até o número 360; após esse processo para determinar números maiores mudava-se a regra. De acordo com Ifrah (1989), essa mudança na regra impossibilitava operações numéricas com esse sistema.

Com a criação do zero, os hindus reuniram em um único sistema numérico a característica posicional e a existência de um símbolo que representava a ausência de valor, dando origem ao Sistema Numérico Decimal - SND, o sistema indo-arábico, o qual, para Ifrah (1989), foi essencial para a Matemática, possibilitando, entre outros avanços, o desenvolvimento da álgebra, que

Ainda aqui, o gênio hindu se manifestara ao reunir duas noções complexas, aparentemente distintas: a de ausência e a de nulidade. Descoberta extraordinária, cuja influência não se limitou ao campo da aritmética: ao abrir caminho para a ideia generalizante do número, ela permitiu o desenvolvimento da álgebra, desempenhando conseqüentemente um papel essencial em todos os ramos da matemática, das ciências e das técnicas atuais (Ifrah, 1989, p. 293).

Os aspectos posicional e decimal do SND possibilitaram a criação dos algoritmos das operações de adição e subtração, bem como a justificação das propriedades dessas operações. No que segue, trazemos uma revisão bibliográfica a respeito do ensino das estruturas aditivas no Brasil.

## **1.2 O ensino das operações de adição e subtração de números naturais no Brasil**

Uma revisão bibliográfica a respeito do ensino das operações de adição e subtração, da qual destacamos aqui os textos que consideramos mais significativos, revela diferentes

abordagens pedagógicas e concepções teóricas que refletem as mudanças nas práticas educacionais ao longo do tempo.

Cruz (2018) explora os saberes elementares aritméticos em revistas pedagógicas brasileiras entre 1890 e 1930. O autor examina métodos de ensino da adição e subtração, propondo uma abordagem que combina exercícios orais e escritos. A pesquisa revela que, neste período de tempo analisado, havia uma preocupação em preparar os alunos para realizar operações com precisão, enfatizando a importância de atividades práticas. Essa perspectiva reforça a ideia de que o ensino das operações deve ser fundamentado na compreensão dos conceitos, em vez de se limitar a exercícios mecânicos.

Costa e Amaral (2019) analisaram os materiais didáticos do Manual do Professor Primário do Paraná utilizados durante a década de 1960 e constataram que esses refletiam a influência do método intuitivo no ensino da Matemática. Os autores apontam para a inserção de atividades lúdicas como uma estratégia para engajar as crianças no aprendizado da Matemática, alinhando-se às propostas da Escola Nova. Essa abordagem sugere que o ensino das operações aritméticas deve partir do concreto para o abstrato, permitindo que os alunos construam seu conhecimento a partir da experiência sensorial.

A revisão da literatura sobre o ensino de adição e subtração nos anos iniciais no Brasil revela uma série de desafios e reflexões sobre as práticas pedagógicas e a formação de professores. Costa e Amaral (2019) discutem as alternativas metodológicas presentes nos cadernos pedagógicos do “Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC)”, enfatizando a necessidade de uma formação continuada que promova uma mudança qualitativa na prática docente. Os autores argumentam que muitas professoras reproduzem modelos utilitaristas, distantes das discussões contemporâneas em Educação Matemática, o que resulta em um ensino mecânico e repetitivo.

Da mesma forma, Huf *et al* (2019) abordam a formação de professoras iniciantes, ressaltando que a ênfase excessiva em aspectos metodológicos nos cursos de formação resulta em lacunas significativas no conhecimento específico de Matemática. Eles destacam que a formação inicial não prioriza conteúdos fundamentais, como números e sistemas de numeração, o que pode comprometer a qualidade do ensino nos anos iniciais. Essa falta de foco no conhecimento de Matemática é um fator crítico que perpetua as dificuldades enfrentadas por estudantes ao longo de sua trajetória escolar.

Os autores ainda trazem à tona a importância de resgatar o interesse pela Matemática desde os anos iniciais, apontando que a desmotivação e a reprovação nos anos finais do Ensino Fundamental são frequentemente consequência de uma base fraca nos primeiros anos. Os

autores enfatizam que a formação de um currículo que vá além dos cálculos mecanizados é essencial para preparar os alunos para os desafios contemporâneos. Além disso, a avaliação diagnóstica é destacada como uma ferramenta importante para que os professores possam entender melhor o processo de aprendizagem e planejar intervenções eficazes.

A análise das representações de estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, realizada por Ferreira e Nunes (2017), destaca a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre operações aritméticas. Os autores enfatizam que as estratégias de resolução de problemas são fundamentais para a compreensão das operações, sugerindo que o ensino deve ir além da mera memorização de regras. A crítica ao ensino tradicional, que ignora o caráter histórico-epistemológico do saber, é um ponto central da pesquisa, que propõe uma relação mais dinâmica entre professor, aluno e conhecimento.

Esses artigos, em conjunto, ilustram um panorama complexo e desafiador da ação docente com as estruturas aditivas nos anos iniciais, apontando para a pertinência de pesquisas como a presente, que propõe uma alternativa para a prática pedagógica, para que se possa proporcionar uma educação matemática que desperte o interesse dos estudantes, favoreça sua participação ativa nas atividades, relacione os conteúdos com contextos reais e promova a compreensão e a aplicação duradoura dos conhecimentos.

Diante dos aspectos evidenciados nas literaturas selecionadas, investigou-se como a BNCC – documento orientador da Educação Básica brasileira – direciona o ensino das operações de adição e subtração nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

### **1.3 Aspectos relacionados ao ensino de adição e subtração de números naturais segundo a BNCC**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é “[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (Brasil, 2018). Esse documento estabelece competências e habilidades essenciais para os estudantes a nível nacional.

A BNCC explicita os campos de estudo que orientam o Ensino Fundamental – Anos Iniciais, destacando-os da seguinte maneira:

A BNCC do **Ensino Fundamental – Anos Iniciais**, ao valorizar as situações lúdicas de aprendizagem, aponta para a necessária **articulação com as experiências vivenciadas na Educação Infantil**. Tal articulação precisa prever tanto a **progressiva sistematização** dessas experiências quanto o desenvolvimento, pelos

alunos, de novas **formas de relação** com o mundo, novas possibilidades de ler e formular hipóteses sobre os fenômenos, de testá-las, de refutá-las, de elaborar conclusões, em uma atitude ativa na construção de conhecimentos (Brasil, 2018, p. 57-58).

No documento, existem competências que o estudante necessita atingir durante o seu tempo de estudo, sendo que cada nível de ensino tem suas competências específicas e, no Ensino Fundamental, são oito:

- 1 Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
- 2 Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
- 3 Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
- 4 Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, de modo a investigar, organizar, representar e comunicar informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes.
- 5 Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.
- 6 Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).
- 7 Desenvolver e/ou discutir projetos que abordem, sobretudo, questões de urgência social, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
- 8 Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (Brasil, 2018, p. 269).

Nessa direção, a BNCC propõe cinco unidades temáticas, correlacionadas, que orientam a formulação de habilidades a serem desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental. Cada uma delas pode receber ênfase diferente, a depender do ano de escolarização, sendo elas:

- 1 **Números** tem como finalidade desenvolver o pensamento numérico, que implica o conhecimento de maneiras de quantificar atributos de objetos e de julgar e interpretar argumentos baseados em quantidades.
- 2 **Álgebra**, por sua vez, tem como finalidade o desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de

- relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos.
- 3 **Geometria** envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos.
  - 4 **Grandezas e medidas**, ao propor o estudo das medidas e das relações entre elas, ou seja, das relações métricas, favorece a integração da Matemática a outras áreas de conhecimento, como Ciências (densidade, grandezas e escalas do Sistema Solar, energia elétrica etc.) ou Geografia (coordenadas geográficas, densidade demográfica, escalas de mapas e guias etc.).
  - 5 **Probabilidade e estatística**. Ela propõe a abordagem de conceitos, fatos e procedimentos presentes em muitas situações problema da vida cotidiana, das ciências e da tecnologia. Assim, todos os cidadãos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas. Isso inclui raciocinar e utilizar conceitos, representações e índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos (Brasil, 2018, p. 270-275).

A partir do exposto, fomos em busca das habilidades específicas do quarto e do quinto ano do Ensino Fundamental – Anos Iniciais, analisando o que a BNCC considera tanto a respeito do objeto matemático de nossa investigação, as estruturas aditivas, quanto sobre a utilização de jogos e tecnologias digitais. O Quadro 1, a seguir, mostra as habilidades, assim como suas unidades temáticas e o objetivo do conhecimento.

**Quadro 1 - Habilidades e Objetivos segundo a BNCC**

Ano	Unidade temática	Habilidade	Objetivo do conhecimento
4º ano	Números	(EF04MA02) Mostrar, por decomposição e composição, que todo número natural pode ser escrito por meio de adições e multiplicações por potências de dez, para compreender o sistema de numeração decimal e desenvolver estratégias de cálculo.	Composição e decomposição de um número natural de até cinco ordens, por meio de adições e multiplicações por potências de 10.
4º Ano	Números	(EF04MA03) Resolver e elaborar problemas com números naturais envolvendo adição e subtração, utilizando estratégias diversas, como cálculo, cálculo mental e algoritmos, além de fazer estimativas do resultado. (EF04MA04) Utilizar as relações entre adição e subtração, bem como entre multiplicação e divisão, para ampliar as estratégias de cálculo. (EF04MA05) Utilizar as propriedades das operações para desenvolver estratégias de cálculo.	Propriedades das operações para o desenvolvimento de diferentes estratégias de cálculo com números naturais.
4º Ano	Álgebra	(EF04MA13) Reconhecer, por meio de investigações, utilizando a calculadora quando necessário, as relações inversas entre as operações	Relações entre adição e subtração e entre multiplicação e divisão.

Ano	Unidade temática	Habilidade	Objetivo do conhecimento
		de adição e de subtração e de multiplicação e de divisão, para aplicá-las na resolução de problemas.	
4º Ano	Probabilidade e estatística	(EF04MA28) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas e organizar dados coletados por meio de tabelas e gráficos de colunas simples ou agrupadas, com e sem uso de tecnologias digitais.	Diferenciação entre variáveis categóricas e variáveis numéricas. Coleta, classificação e representação de dados de pesquisa realizada.
5º Ano	Números	(EF05MA07) Resolver e elaborar problemas de adição e subtração com números naturais e com números racionais, cuja representação decimal seja finita, utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.	Problemas: adição e subtração de números naturais e números racionais cuja representação decimal é finita.
5º Ano	Álgebra	(EF05MA10) Concluir, por meio de investigações, que a relação de igualdade existente entre dois membros permanece ao adicionar, subtrair, multiplicar ou dividir cada um desses membros por um mesmo número, para construir a noção de equivalência.	Propriedades da igualdade e noção de equivalência.
5º Ano	Probabilidade e estatística	(EF05MA25) Realizar pesquisa envolvendo variáveis categóricas e numéricas, organizar dados coletados por meio de tabelas, gráficos de colunas, pictóricos e de linhas, com e sem uso de tecnologias digitais, e apresentar texto escrito sobre a finalidade da pesquisa e a síntese dos resultados.	Leitura, coleta, classificação interpretação e representação de dados em tabelas de dupla entrada, gráfico de colunas agrupadas, gráficos pictóricos e gráfico de linhas.

Fonte: adaptado da BNCC (Brasil, 2018, p. 292-297).

Analisando o Quadro 1, anteriormente apresentado, identificamos o que se espera do ensino das estruturas aditivas nos anos escolares cenário de nossa investigação e que deve ser contemplado no GDD proposto. Identificamos, ainda, que habilidades que podem ser desenvolvidas mediante a utilização de jogos digitais, como destreza motora, raciocínio lógico rápido, autonomia, dentre outras, não estão incluídas como habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes.

Considerando as diretrizes da BNCC e a relevância das estruturas aditivas no Ensino Fundamental, torna-se essencial explorar abordagens metodológicas que possam potencializar o aprendizado desse conteúdo. Nesse contexto, a Engenharia Didático-Informática (EDI) surge como um referencial teórico-metodológico capaz de estruturar o desenvolvimento de ferramentas digitais voltadas para o ensino da Matemática. A seguir, discutiremos essa

abordagem e como ela se relaciona com a elaboração de um Game Design Document (GDD) para a construção de jogos pedagógicos.

## **2. ENGENHARIA DIDÁTICO-INFORMÁTICA COMO METODOLOGIA DE PESQUISA**

Neste capítulo, vamos argumentar sobre a EDI (Engenharia Didático-Informática), sua origem e seus pressupostos.

Para falar sobre EDI, antes é necessário falar sobre Engenharia Didática (ED), de Artigue, (1996), que é uma teoria destinada a subsidiar metodologicamente tanto a realização de pesquisas, quanto a ação docente. A ED se concentra no planejamento, desenvolvimento e implementação de estratégias eficazes para tornar o processo de ensino mais efetivo e, conseqüentemente, a aprendizagem mais acessível para os estudantes (Artigue, 1996). Um dos objetivos da ED é otimizar a forma de fazer a transposição didática do conhecimento, garantindo que o conteúdo seja apresentado de forma clara e compreensível (Artigue, 1996). Isto envolve a adaptação de métodos de ensino, materiais e recursos para atender às necessidades específicas dos estudantes, levando em consideração fatores como idade, nível de habilidade, estilo de aprendizagem e ambiente cultural.

Adentrando no contexto digital, ao analisar o cenário de desenvolvimento de software educacional, é essencial levar em conta as contribuições das pesquisas em Didática da Matemática. Desta forma, o desenvolvimento de um software educacional demanda conhecimentos da Engenharia de Softwares (ES) e da Didática da Matemática (DM). Neste contexto, buscando o entrelaçamento entre esses dois ramos de conhecimentos, ou seja, os princípios da ES com as pesquisas da DM, a ED se apresenta como referencial teórico-metodológico pertinente, uma vez que, conforme Artigue (1996), a ED

[...] emergiu em didática da matemática no início da década de 1980, com o objetivo de classificar uma forma do trabalho didático: aquela que era comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto preciso, se apoia nos conhecimentos científicos do seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas, ao mesmo tempo, se encontra obrigado a trabalhar sobre objetos muito mais complexos do que os objetos depurados da ciência e, portanto a estudar de uma forma prática, com todos os meios ao seu alcance, problemas de que a ciência não quer ou ainda não é capaz de se encarregar (Artigue, 1996, p. 193).

Em relação a Softwares educativos, o desenvolvimento apresenta sua própria complexidade. No entanto, quando confrontados com a demanda por facilitar as dinâmicas de ensino e aprendizagem, que são inerentes aos Softwares Educacionais (SE), é constatado que atender a essas necessidades é desafiador devido à diversidade de usuários, objetivos, conteúdos, e outros fatores envolvidos. Nesse contexto, é considerado que a abordagem da

Engenharia Didática (ED) em combinação com a Engenharia de Software, conforme defendida por Bellemain, Bellemain e Gitirana (2014), pode ser considerada uma estratégia apropriada.

A Engenharia Didática (ARTIGUE, 1990, 2011), que trata da construção de sequências de ensino-aprendizagem a partir da utilização de conceitos e resultados de pesquisa, é objeto de reflexão de inúmeros estudos em didática da matemática. Nossa posição epistemológica é considerar que a concepção e o desenvolvimento de softwares educativos exigem a mobilização de uma engenharia didática específica que deve integrar conceitos e métodos da informática. Esta engenharia também faz parte do domínio da engenharia de software, mas o desenvolvimento de um software educativo tem especificidades que o diferenciam de outros softwares (Bellemain; Bellemain e Gitirana, 2014, p. 6).

Assim, ainda segundo Artigue (1996), a ED tem por objetivo propor e analisar situações didáticas, analisando-as da seguinte forma: análises prévias; construção e análise *a priori*; experimentação; análise *a posteriori* e validação. Tibúrcio (2016) afirma que, nas análises prévias,

[...] é possível fazer uma análise aprofundada sobre o conhecimento em questão, de acordo com Artigue (1996) nessa fase é descrito um “quadro teórico didático geral em conhecimentos didáticos já adquiridos no domínio estudado, mas também apoiando-se em um certo número de análises preliminares que não, na maior parte dos casos: a **análise epistemológica**; a **análise do ensino** e dos seus efeitos; a **análise das concepções dos alunos**, das dificuldades e obstáculos que marcam a sua evolução; a análise do **campo de circunscritores**; no qual virá a situar-se a realização didática efetiva; e naturalmente, tendo em conta os objetivos específicos da investigação (Tibúrcio, 2016, p. 43-44, grifos do autor).

O termo Engenharia Didático-Informática (EDI) refere-se à aplicação de abordagens metodológicas provenientes de duas disciplinas: Engenharia Didática e Engenharia de Software. Tibúrcio (2016) utiliza essa terminologia para descrever essa área de estudo, pois ela combina os princípios teóricos e metodológicos da Engenharia Didática para fundamentar o desenvolvimento de software.

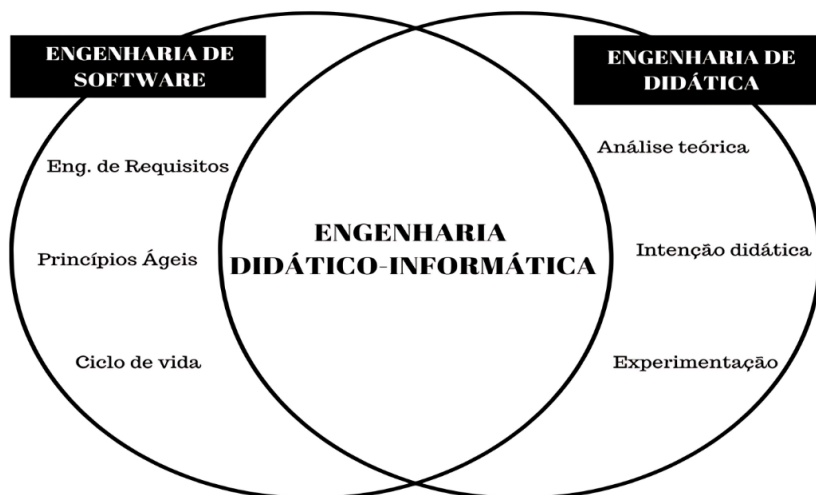
A escolha da ED para auxiliar nosso trabalho de concepção e desenvolvimento tem também seus limites. Os elementos da ED como instrumento metodológico não são necessariamente todos pertinentes, como não são suficientes para resolver todas as questões relativas levantadas pela criação *de softwares* educativos para matemática. Entretanto, ela auxiliou efetivamente nosso trabalho sistematizando questionamentos importantes para essa criação (Bellemain, Ramos e Tibúrcio, 2015, p. 6, grifos dos autores).

A Engenharia de Software não atende às necessidades específicas dos softwares educacionais, sendo necessário combinar elementos de duas disciplinas: Engenharia Didática, que envolve pesquisa teórica e experimental sobre ensino e aprendizagem, e Engenharia de Software, que oferece padronização no desenvolvimento de software e métodos para obter requisitos (Tibúrcio, 2016). O objetivo de Tibúrcio (2016) foi criar um processo de desenvolvimento de softwares educacionais que leve em consideração os avanços tecnológicos, mas sem negligenciar os estudos teóricos que apoiam o ensino e a aprendizagem.

Dessa forma, Tibúrcio (2016) propôs uma nova abordagem para o desenvolvimento de produtos tecnológicos destinados ao ensino e à aprendizagem de conceitos matemáticos: a Engenharia Didático-Informática (EDI). A Engenharia Didático-Informática (EDI), segundo Tiburcio (2016, p. 41), é “[...] uma nova abordagem de desenvolvimento de produtos tecnológicos para o ensino e a aprendizagem de conhecimentos matemáticos”, ou seja, a EDI é um meio de desenvolver uma abordagem válida para a criação e desenvolvimento de um *software*. Assim, a criação de um GDD baseado na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) e desenvolvido com o apoio da Engenharia Didática surge como um recurso potencial para aprimorar o ensino de Matemática.

A ES leva em conta os avanços tecnológicos, técnicas de levantamento de requisitos, estrutura e organização das equipes de desenvolvimento, incluindo o usuário no processo e nas etapas organizacionais da construção do software. Em contrapartida, a Engenharia Didática facilita a compreensão de como as tecnologias podem ser aplicadas no ensino e na aprendizagem, estimulando reflexões sobre aspectos didáticos, cognitivos, epistemológicos e outros, que possam ajudar no levantamento de requisitos, na criação de cenários de uso, bem como na análise e validação do produto em desenvolvimento (Tiburcio, 2020). A Figura 2, a seguir, concebida por Tibúrcio (2020), exemplifica o aporte de cada uma das engenharias, a ES e a ED, na constituição da EDI.

**Figura 2 - Aportes de ambas as engenharias**



Fonte: Tiburcio (2020 p. 74).

Ramos, em 2014, foi pioneira em tentar unir a Engenharia Didática com a Engenharia de Software. Ela utilizou pressupostos de ambas para criar uma versão digital do jogo *Bingo*

*dos Racionais*. Para Tiburcio (2020), a pesquisa de Ramos (2014) foi muito importante para o desenvolvimento da EDI.

Tiburcio (2016) afirma que a necessidade de unir a Engenharia Didática com a Engenharia de Softwares, o que vem do fato de que ambas sozinhas não dão o suporte necessário para a criação de *software* educativo, como diz o autor.

As limitações da Engenharia Didática foram verificadas no momento em que tal metodologia não contempla, em suas contribuições, a totalidade das exigências para a concepção de SE. A Engenharia de Software, por sua vez, não reúne especificidades que os softwares educativos necessitam, quando se observa que os modelos padronizados de desenvolvimento foram criados para produtos comerciais, bancários, domésticos, etc. (2016, p. 26).

Silva (2019) e Siqueira (2019) basearam suas teses nos resultados alcançados por Tiburcio (2016), contribuindo para o aprimoramento da EDI. Nesta nova versão, o autor apresenta outra maneira de se utilizar o referencial teórico, uma vez que ele, anteriormente, sugeria a utilização da Teoria de Registro de Representações Semióticas de Raymond Duval. Segundo o autor “[...] a escolha da fundamentação teórica, seja ela cognitiva, didática, epistemológica ou de qualquer outra natureza, surge das análises realizadas de acordo com o campo de saberes a ser investigado para a construção do *software*” (Tiburcio, p. 137).

Além de analisar o uso da EDI nos trabalhos de Silva (2019) e Siqueira (2019), Tiburcio percebeu que era necessário um estudo sobre as abordagens históricas da criação de softwares na educação matemática. Esse estudo foi realizado para sanar algumas dúvidas que surgiram, pois, como diz o autor “se não existe uma engenharia específica para o desenvolvimento de software educativo, como esses softwares foram desenvolvidos?” (Tiburcio, 2020, p. 20).

Para realizar esse estudo, o autor selecionou três software para analisar: Casyopée, desenvolvido por Lagrange, (2005); Function Probe, desenvolvido por Confrey (1992) e Modellus, desenvolvido por Teodoro (2002). A escolha por esses softwares se deu por serem do mesmo tipo do analisado por Silva (2019) e Siqueira (2019), sendo software de micromundo.

Atrelado ao dito acima, Tiburcio levantou a seguinte hipótese:

Compreender metodologias de desenvolvimento de software educativo colabora para a criação de modelizações de processos; 2. A realização de um estudo histórico traz subsídios para o aprimoramento da Engenharia Didático-Informática; 3. A análise das utilizações da EDI, na sua primeira versão, produz elementos para aprimorar a modelização do processo de software (Tiburcio, 2020, p. 21).

Nesse sentido, Tiburcio elaborou seu objetivo geral de pesquisa como “aperfeiçoar a Engenharia Didático-Informática, bem como o modelo de processo de desenvolvimento de software dessa metodologia, realizando uma abordagem histórica e analítica” (Tiburcio, 2020, p. 21). A partir dele, foram criados três objetivos específicos:

- Analisar a utilização da EDI em projetos de desenvolvimento de softwares educativos como meio de obter fundamentação para aprimorar o processo em evolução;
- Investigar modelizações de desenvolvimento de software educativo em uma abordagem histórica para obter informações de modo a contribuir com a nova versão da EDI;
- Observar as contribuições dos estudos analisados para lançar nova versão do modelo de processo da EDI (Tiburcio, 2020, p. 21).

Para cumprir seus objetivos propostos, Tiburcio (2020) separou suas investigações em duas etapas: uma reconstrução histórica das metodologias utilizadas em softwares e uma análise dos projetos que utilizaram a EDI. A reconstrução histórica das metodologias em softwares foi conduzida por meio de entrevistas online com os criadores dos softwares educativos selecionados, além de estudos relacionados a esses softwares. No que diz respeito à análise dos projetos que utilizaram a EDI, Tiburcio (2020) investigou as potencialidades e limitações de seu uso no desenvolvimento de softwares educativos.

Segundo o autor, a reconstrução histórica foi de grande valia para a criação do modelo atual da EDI. Ele também constatou, a partir dessa reconstrução, que os desenvolvedores de software tinham atenção em considerar teorias sobre o ensino, já que “existe a atenção por parte dos desenvolvedores em considerar teorias sobre o ensino, a aprendizagem, o uso de tecnologias, as concepções, entre outras contribuições, para desenvolver recursos digitais educativos” (Tiburcio, 2020, p. 184).

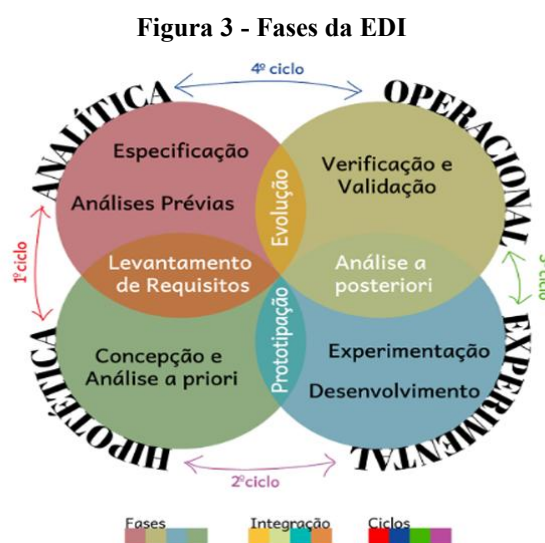
Quanto aos resultados da análise dos projetos que utilizaram a EDI, Tiburcio (2020) destaca que os pesquisadores desses projetos indicaram a necessidade de aprimorar a metodologia, especialmente no detalhamento de cada etapa do processo de desenvolvimento. Além disso, identificou-se a importância de atualizar os referenciais teóricos e metodológicos.

Dessa forma, com as reflexões sobre os resultados de Siqueira (2019) e de Silva (2019), Tiburcio (2020) chega num modelo de EDI, que adotamos para propor um jogo digital pedagógico. Apesar de sua pertinência no desenvolvimento de materiais digitais pedagógicos, o objetivo da EDI não é produzir o *software* educativo final. Como diz Bellemain (2021, p. 6) “[...] o objetivo principal da EDI não é produzir um software educativo final, mas produzir um protótipo permitindo a validação da engenharia que o produz, assim como das hipóteses e princípios que o fundamentam”.

## 2.1 Procedimentos da aplicação da EDI no desenvolvimento da pesquisa e do jogo digital

A presente pesquisa adotou a versão da EDI proposta por Tiburcio (2020) como metodologia de pesquisa. Assim, iremos apontar quais serão as etapas adotadas e como serão aplicadas neste estudo.

A EDI proposta por Tiburcio (2020) é organizada em quatro fases e quatro ciclos, sendo eles analítico, hipotético, experimental e operacional, como mostrado na Figura 3.



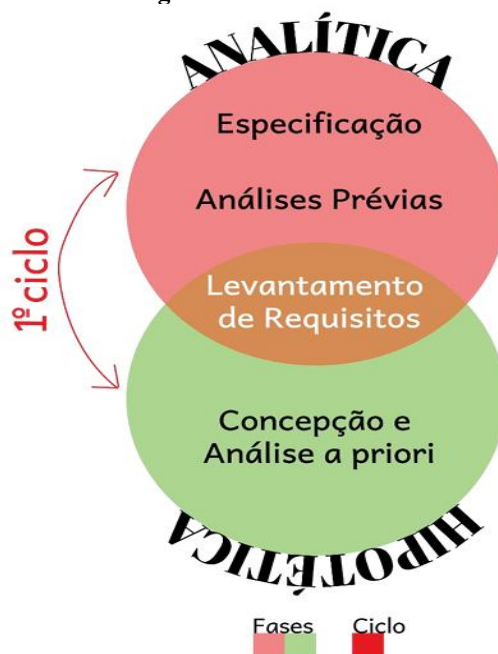
Os quatro ciclos são formados a partir da integração das fases, sendo definidos como:

- I. Analítico-Hipotético
- II. Hipotético-Experimental
- III. Experimental-Operacional
- IV. Operacional-Analítico

### **Analítico-Hipotético**

Para o primeiro ciclo, definimos os problemas existentes com qual o jogo irá ajudar a responder, quais são os problemas do ensino e aprendizado do conteúdo matemático e quais serão os potenciais usuários do jogo. A Figura 4 mostra como é proposto.

Figura 4 - Primeiro ciclo



Fonte: Tiburcio (2020 p. 169).

Assim, segundo Tiburcio (2020), existem quatro questionamentos que norteiam essa fase:

1. Quais são os problemas percebidos que o software poderá se apresentar como solução?
2. Quais conhecimentos se pretende abordar na utilização do software?
3. Considerando as relações entre os saberes delimitados, quais conceitos e definições devem estar presentes?
4. Qual será o diferencial da utilização desse software comparado a um ambiente de papel e lápis?

Nessa etapa, foram estabelecidos potenciais usuários do jogo, assim como uma equipe para o desenvolvimento do jogo e quais serão os saberes abordados na pesquisa. A etapa de constituir uma equipe é muito importante para o desenvolvimento do *software* educacional, pois cada membro da equipe vai contribuir para que um processo seja desenvolvido.

É proveitoso pensar nas contribuições que cada integrante da equipe poderá trazer. Consideramos que a participação de alguns profissionais é indispensável: um pesquisador/professor que possua compreensão sobre a área de conhecimentos que o software abordará; um profissional da área da Ciência da Computação (engenheiro de software/programador/outros) que compreenda as características e requisitos do software a ser desenvolvido e realize a transposição para os meios digitais; e os usuários (Tiburcio, 2020, p. 170-171).

Com a equipe já definida, inicia-se a parte das análises prévias. Segundo o autor, “nessa etapa é realizado um levantamento analítico com o intuito de compreender os encaminhamentos das dimensões Didática, Epistemológica, Cognitiva e Informática do conhecimento delimitado a ser trabalhado no software” (Tiburcio, 2020, p. 171). Essas análises deverão contemplar os resultados de pesquisas, estudos e investigações sobre os saberes que serão abordados no *software*. A seguir, o Quadro 2 apresenta os questionamentos que orientam esta pesquisa.

**Quadro 2 - Direcionamento para as análises prévias**

<b>Dimensões</b>	<b>Questionamentos</b>
Cognitiva	Existem indicações na literatura de como o estudante aprende adição e subtração? Quais dificuldades de aprendizado são identificadas? Quais etapas são elencadas para a construção do conhecimento?
Didática	Qual é o estado atual do ensino do conhecimento aditivo? Quais são as dificuldades em ensinar o conhecimento aditivo?
Epistemológica	Quais intervenções são realizadas para adaptar o saber matemático aditivo ao saber a ser ensinado? Quais são os aspectos do conhecimento aditivo que podem dificultar e/ou facilitar a aprendizagem?
Informática	Quais são as contribuições tecnológicas que o software deve conter para auxiliar na compreensão e ensino dos conhecimentos aditivos? Em que aspectos as tecnologias digitais influenciam no currículo e nas mudanças das práticas docente e discente?

Fonte: Adaptado de Tiburcio (2020).

Após a conclusão da primeira fase analítica, procedemos ao levantamento de requisitos, estabelecendo uma conexão entre a fase analítica e a hipotética. Nesse momento, será aplicado um questionário em um grupo de estudos a respeito da utilização do jogo para o ensino de problemas aditivos.

O autor diz que o processo de levantamento de requisitos é feito através da etapa analítica. “Com isso, o levantamento de requisitos é realizado observando o que foi verificado na fase analítica” (Tiburcio, 2020, p. 172). Assim, fazem parte do levantamento obter, analisar, especificar e validar os requisitos. “Além disso, considerando um processo cíclico, a Engenharia Didático-Informática orienta que o gerenciamento dos requisitos deve ser realizado durante todo o ciclo de vida do software” (Tiburcio, 2020, p. 172). Dessa forma, o autor traz os questionamentos norteadores para a análise, sendo eles:

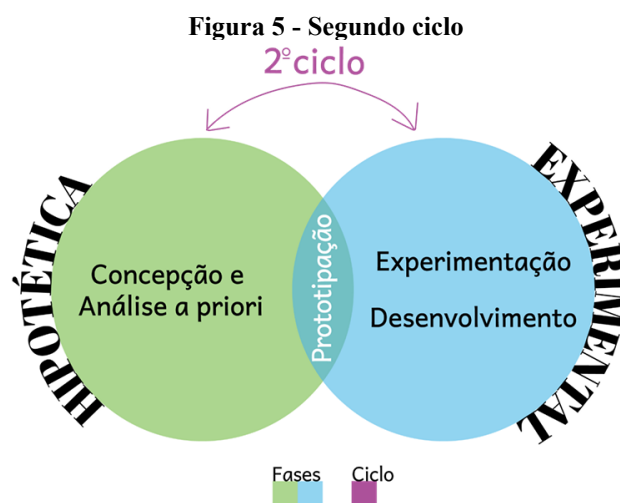
- 1 Realiza-se uma estimativa para que se verifique as necessidades dos usuários que foram identificadas e como essas podem ser satisfeitas utilizando as atuais tecnologias de hardware e software; Como o ensino e a aprendizagem podem ser favorecidos? Como a compreensão dos saberes é auxiliada com o uso do software? Quais recursos e situações o software propõe para ajudar o usuário a compreender os conhecimentos?
- 2 É iniciado, nessa etapa, o processo de análise externa. Consideram-se aqui as possibilidades de outros softwares que versam sobre o mesmo conhecimento do produto que se pretende desenvolver a fim de propor situações e funcionalidades que vão além do que já está disponível; quais

- funcionalidades existem em produtos da área? Quais são os possíveis diferenciais do software que se pretende desenvolver? O que o software trará de novo referente ao que já existe?
- 3 Neste momento são colocadas, em linguagem clara e objetiva, as informações coletadas durante as etapas anteriores criando, assim, o documento de requisitos. Neste documento devem ser exibidas as características que o software precisa conter para alcançar os objetivos especificados. Orienta-se que o documento de requisitos seja delimitado considerando as dimensões Didática, Cognitiva, Epistemológica e Informática, além de outras que podem surgir ao longo da análise teórica. Indicamos que se construa uma tabela, como a seguir, para elencar os requisitos considerando as dimensões citadas e elementos de outras naturezas.
  - 4 Neste momento, a equipe irá verificar os requisitos quanto à pertinência, consistência e integralidade. Neste processo podem ser descobertos erros quanto aos requisitos levantados. Assim, os requisitos podem ser modificados, a fim de corrigir os problemas encontrados (Tiburcio, 2020, p. 172-173).

Nesta etapa, nosso foco é direcionar e levantar questionamentos de como um jogo digital pode ajudar o estudante a compreender e resolver diferentes tipos de situações-problema do campo conceitual aditivo.

### Hipotético-Experimental

Para o segundo ciclo, Hipotético-Experimental, foram idealizadas as funcionalidades do jogo, as situações de uso e as interatividades do usuário em relação ao jogo, quais problemas e dificuldades podem surgir, para que, na próxima etapa, possam ser iniciados os testes do jogo, como mostra a Figura 5.



Fonte: Tiburcio (2020 p. 174)

Para estabelecer a análise, *a priori*, foi criada uma tabela, que consta nos apêndices da pesquisa, como exemplo na Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de análise a priori relacionadas ao jogo

Possibilidades de resolução esperadas	Ideias-base esperadas <sup>1</sup>	Possibilidade de erros
(a) Resolução por adição (20+20=40 saquinhos de pipoca); Resolução por multiplicação (2 dias x 20 saquinhos = 40 saquinhos);	<b>C:</b> Cada dia vende 20 saquinhos de pipoca; <b>D:</b> A quantidade de saquinhos de pipoca depende da quantidade de dias; <b>Vd:</b> Quantidade de saquinhos de pipoca; <b>Vi:</b> Quantidade de dias.	Erro de cálculo (na adição ou multiplicação) em qualquer uma das etapas;  Escolha inadequada de valores referentes à quantidade de dias e/ou saquinhos de pipoca para realizar os cálculos.
(b) Resolução por adição (20+20+...+20=200); Resolução por multiplicação (10x20=200) ou (40x5=200) aproveitando o resultado anterior);	<b>R:</b> 1 dia, 20 saquinhos 2 dias, 40 saquinhos 10 dias, 200 saquinhos. <b>G:</b> $Q(d) = 20d$	
(c) Resolução por multiplicação considerando um valor qualquer de dias (um valor estabelecido pelo aluno) pela quantidade de saquinhos vendidos em um dia (20).	Alterando-se a quantidade de dias, altera-se quantidade de saquinhos de pipoca.	

fonte: Zanella e Rezende (2024).

Nessa fase, segundo Tiburcio (2020, p. 174), realizamos a concepção e análise inicialmente, sendo nessa fase que o protótipo do *software* (jogo) é desenvolvido. Assim desenvolveremos as situações que podem ocorrer ao desenvolver o jogo.

Na concepção e análise a priori, são desenvolvidas as situações de utilização do software, os referenciais teóricos e metodológicos, elencados pela equipe, que, em hipótese, auxiliam no ensino e na aprendizagem dos elementos a serem trabalhados, são considerados e as interações com os usuários, a serem desenvolvidas, devem estar fundamentadas nesse levantamento (Tiburcio, 2020, p. 174).

Para isso, as situações são elaboradas nesta fase, servindo como base para o desenvolvimento do *software*, “[...] visto que a prototipação serve para que os profissionais de design e arquitetura de software compreendam os requisitos e funcionalidades e consigam executá-las com o que se dispõe de hardware e software” (Tiburcio, 2020, p. 174).

Nessa fase, foi criado o *Game Design Document (GDD)*, que irá nortear o jogo. Nesse documento serão apresentadas todas as ideias do jogo, os gráficos e requisitos mínimos, sua história e como as fases dentro do jogo funcionarão. De acordo com Tiburcio (2020), para essa fase, ele recomenda que contenham as seguintes etapas:

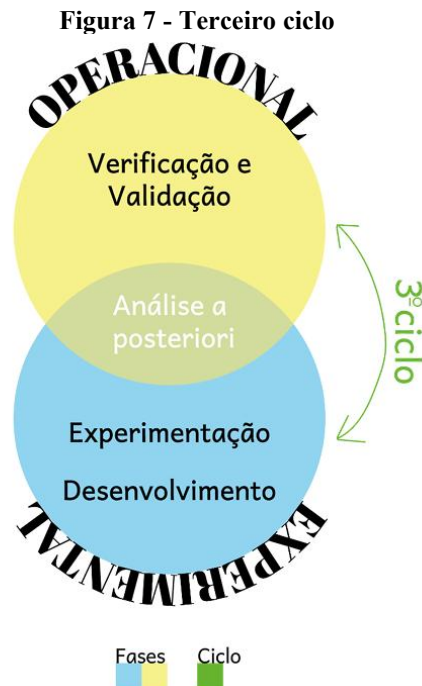
- 1 Guia de instalação;
- 2 Espaço de armazenamento necessário para instalação do software (no hardware que o receberá);
- 3 Sistemas operacionais compatíveis (Windows, Macbook, outros);
- 4 Exigência mínima de hardware;
- 5 Inicialização do software;
- 6 Demonstração de como utilizar as funcionalidades (Tiburcio, 2020, p. 176).

Seguindo esses passos, concluímos o segundo ciclo da EDI proposta por Tiburcio (2020).

## Experimental-Operacional

Para o terceiro ciclo, considera-se a parte de experimentação do *software* desenvolvido. Para esse momento, é necessário que o jogo esteja pronto pelo menos em uma versão prévia, ou seja, a prototipação do jogo, para que seja testado e analisado, como mostrado na

Figura 7.



Fonte: Tiburcio (2020, p. 176)

O autor sugere que essa experimentação seja feita em minicursos ou em breves oficinas de curtas durações, e que ela seja feita com possíveis utilizadores do *software*, de modo que os participantes possam dar sugestões do que pode ser melhorado ou modificado (Tiburcio, 2020).

A seguir, a partir de Tiburcio (2020), são elencados os procedimentos para iniciar a experimentação.

### Procedimentos internos

- 1 organização da equipe de desenvolvedores antes da experimentação
- 2 Justificativa e caracterização dos sujeitos;
- 3 Descrição das situações, objetivos e possíveis respostas dos usuários;
- 4 Elaboração de instrumentos de coleta de dados (questionários, entrevistas etc.);
- 5 Análise e discussão dos dados;
- 6 Coleta de sugestões e implementações a serem realizadas.

### Procedimentos externos

- 1 organização do experimento com os sujeitos
- 2 Apresentação do projeto e objetivos;
- 3 Descrição detalhada do experimento;

- 4 Ambientação no software;
- 5 Proposição das situações;
- 6 Oitiva dos sujeitos;
- 7 Análise coletiva do experimento (Tiburcio, 2020, p. 177).

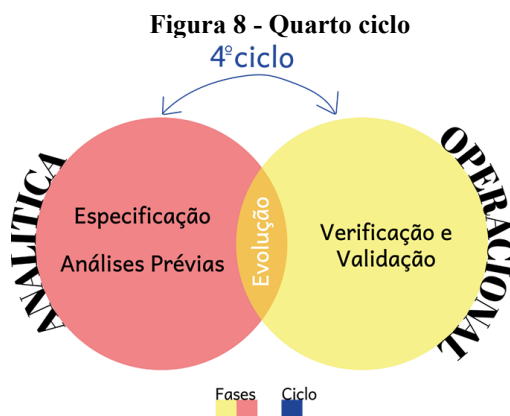
Uma das finalidades desse ciclo é testar a validação do software desenvolvido, já considerando a análise *a posteriori*. Nesse sentido, o autor destaca a importância de a equipe observar como os usuários interagem com o jogo e oferecer suporte para que eles o utilizem de maneira que favoreça a construção do conhecimento proposto.

Para que essa etapa seja bem-sucedida, é essencial que haja uma versão funcional do *software*, permitindo sua aplicação em um grupo específico. Esse grupo pode ser composto por participantes de um grupo de estudos, um minicurso ou uma oficina, proporcionando um ambiente controlado para a observação da interação dos usuários com o jogo. A partir dessa aplicação, seria possível analisar como os participantes utilizam o *software*, identificar dificuldades, avaliar se os objetivos pedagógicos estão sendo atingidos e coletar *feedbacks* que contribuam para ajustes e melhorias na experiência do jogo.

No entanto, como o protótipo do jogo não ficou pronto a tempo, não foi possível realizar essa etapa da pesquisa. A ausência de uma versão aplicável do *software* impediu a testagem prática com um grupo de usuários, dificultando a coleta de dados sobre sua usabilidade e efetividade no ensino dos conceitos matemáticos. Dessa forma, a análise e os aprimoramentos baseados na interação real com o jogo precisaram ser adiados para um momento posterior, comprometendo o avanço planejado para essa fase do estudo.

### **Operacional-Analítico**

O quarto ciclo, Operacional-analítico, é a etapa que conclui as análises, visto que, no terceiro ciclo se finaliza a etapa experimental. A análise *a posteriori* consiste em analisar as hipóteses iniciais do jogo, juntamente com o que se observou na fase de experimentação na Figura 8.



Fonte: Tiburcio (2020 p. 178)

Essa etapa consiste em validar, segundo as experiências obtidas, se o jogo alcançará seus objetivos pré-definidos. Tiburcio afirma que:

[...] para validar o software, a equipe deve verificar se o conjunto teórico-hipotético alcançou os objetivos esperados e se a utilização do software contribuiu para o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos elencados. Indicamos que a validação seja realizada de duas formas: 1. Teórica – consiste em verificar se as teorias e hipóteses, com as situações e funcionalidades do software, devem ser refutadas ou aprovadas; 2. experimental – se a utilização do software apresenta contribuições efetivas para os problemas elencados na fase de sua concepção (Tiburcio, 2020, p. 179).

No Quadro 3, Tiburcio (2020) elenca os questionamentos da Análise *a posteriori* e da Validação Teórica que orientam como realizar as análises, a partir das experiências obtidas.

**Quadro 3 - Análise a posteriori e Validação Teórica – Questionamentos**

Validação Teórica
A utilização do <i>software</i> contribuiu para superar/auxiliar nos problemas elencados quanto ao ensino e a aprendizagem?
Foi possível contemplar todos os conhecimentos idealizados na fase de análise?
O diferencial entre trabalhar com um ambiente papel e lápis foi alcançado?
A composição da equipe de desenvolvedores auxiliou na criação do <i>software</i> ?
O <i>software</i> apresentou diferenciais para outros que versam sobre a mesma temática?
Os referenciais teóricos adotados foram úteis para o desenvolvimento e criação de situações de uso do <i>software</i> ?
As possibilidades de hardware e recursos digitais auxiliaram na criação do <i>software</i> ?
Outros comentários.

Fonte: Tiburcio (2020, p. 179).

No Quadro 4, Tiburcio (2020) elenca os questionamentos da Análise *a posteriori* e da Validação Experimental.

**Quadro 4 - Análise a posteriori e Validação Experimental – Questionamentos**

Validação Experimental
Houve auxílio ao ensino dos conhecimentos com a utilização do <i>software</i> ?
As dificuldades de compreensão dos saberes foram auxiliadas com a utilização do <i>software</i> ?
As funcionalidades e recursos digitais contribuíram para as relações de ensino e aprendizagem dos conhecimentos?

<b>Validação Experimental</b>
Outros comentários.
Os sujeitos envolvidos no experimento contribuíram de qual modo para o desenvolvimento do <i>software</i> ?
As situações propostas foram facilitadoras para compreender os conhecimentos trabalhados?
Quais foram as implementações que surgiram com a realização do experimento?
Houve incompreensões ou dificuldades de utilização do <i>software</i> ?
Outros comentários.

Fonte: Tiburcio (2020, p. 179).

Como esse ciclo acontece com os resultados alcançados no terceiro ciclo, não conseguiremos realizá-lo. Sendo assim, para nossa pesquisa, iremos utilizar da EDI como metodologia, ou seja, realizaremos os processos descritos no primeiro e segundo ciclos.

Compreender os fundamentos teóricos que orientam o desenvolvimento de ferramentas educacionais digitais é essencial para garantir sua eficácia no ensino da Matemática. Nesse sentido, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gérard Vergnaud (ano?), fornece um arcabouço teórico robusto para a formulação de problemas e desafios dentro do jogo digital. A seguir, aprofundamos essa teoria e discutimos como ela fundamenta as escolhas pedagógicas deste estudo.

### 3. TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Neste capítulo, é apresentada a Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud. Segundo Nascimento (2007), Vergnaud é reconhecido como um dos proeminentes teóricos da Educação Matemática, cujas principais contribuições enriqueceram o campo da pedagogia. Sua extensa pesquisa e desenvolvimentos teóricos moldaram a maneira como o processo de aprendizagem de conceitos matemáticos é entendido, bem como, a maneira como os educadores ensinam.

#### 3.1 A Teoria dos Campos Conceituais

Gérard Vergnaud é conhecido por propor a Teoria dos Campos Conceituais, uma abordagem que analisa a estrutura dos conceitos em um determinado campo e as relações entre esses conceitos. Segundo ele, os conceitos não são entidades isoladas, mas parte de uma estrutura mais ampla e interconectada. Esta teoria tem sido fundamental para repensar a forma como os recursos didáticos são organizados e apresentados aos alunos, com foco na construção de uma compreensão forte e duradoura.

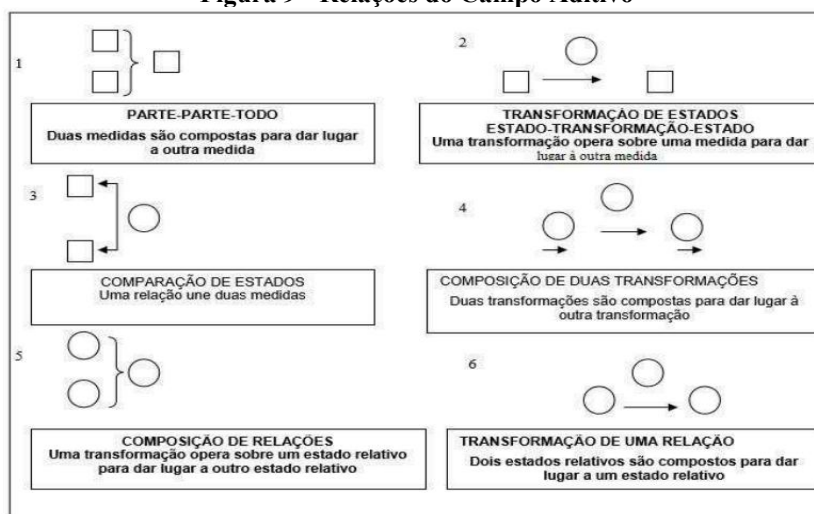
As crianças desenvolvem domínios conceituais com sucesso, envolvendo-se na resolução de problemas de adição e subtração. A partir desses problemas, as crianças irão resolver e desenvolver o domínio dos conceitos de adição e subtração.

Nesse sentido, Magina e Campos afirmam que:

[...] para que qualquer campo conceitual seja dominado por um indivíduo, faz-se necessário a passagem de muitos anos, durante os quais é preciso que esse indivíduo interaja com inúmeras situações por meio da aprendizagem escolar e também pela sua própria experiência, fora do contexto escolar – os quais lhe permitirá o desenvolvimento de esquemas para lidar com essas situações (Magina; Campos, 2008, p. 19).

Segundo Vergnaud (1990), toda situação matemática pode ser interpretada como uma combinação de relações fundamentais entre dados conhecidos e desconhecidos, o que corresponde ao número de perguntas possíveis dentro de um problema. No contexto do campo conceitual aditivo aplicado aos números naturais, essas relações estruturam a base da nomenclatura dos problemas utilizados nesta pesquisa, conforme ilustrado na Figura 9.

**Figura 9 - Relações do Campo Aditivo**



Fonte: Vergnaud (1997).

Segundo Vergnaud (1988), quando confrontamos um estudante com algo novo, ele busca utilizar o conhecimento já adquirido anteriormente com experiências passadas, para adaptar esse novo conhecimento. Assim, se o confrontarmos com um jogo eletrônico que use a TCC, ele irá usar seu conhecimento prévio para passar de fase e vencer os desafios.

No sentido abordado anteriormente, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud é uma estrutura teórica amplamente reconhecida na Educação Matemática que explora o desenvolvimento dos conceitos matemáticos em diferentes campos. A integração dessa teoria no *design* de um jogo educacional pode enriquecer a experiência de aprendizado, fornecendo uma estrutura sólida para a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos. Isso pode facilitar o processo de aprendizagem dos alunos e melhorar sua proficiência em matemática.

Vergnaud foi fortemente influenciado por Piaget, que foi seu orientador de doutorado. Segundo Nogueira e Rezende (2014), a Teoria dos Campos Conceituais nasceu em 1980, mas Vergnaud iniciou seus estudos se inspirando nas ideias de Piaget entre os anos de 1970 e 1980.

[...] Vergnaud inicia suas pesquisas voltadas para o contexto escolar, indicando a necessidade de aproximação cognitivista e genética com métodos complementares tais como entrevistas, experiências planejadas, experiências didáticas, estudos de livros didáticos, entre outros (Nogueira; Rezende, 2014, p. 5).

De acordo com Vergnaud (2009), Piaget tratava o conhecimento como um processo amplamente biológico e social. Piaget desenvolveu sua perspectiva científica sobre a formação de conceitos como espaço, tempo, ordem, número e classe lógica através do estudo do desenvolvimento em bebês, crianças e adolescentes, sem focar no desenvolvimento cognitivo de adultos. Assim como na teoria piagetiana, Vergnaud vê a ação do sujeito como fundamental para o desenvolvimento de um conceito. No entanto, Vergnaud (2009) argumenta que a aprendizagem e o desenvolvimento ocorrem em qualquer idade, inclusive na fase adulta.

Apesar de Vergnaud ter por base a influência de Piaget, vale notar que entre as duas teorias tem diferenças notáveis, como a importância de atribuir o papel de linguagem, representação por símbolos, para assim formar um conceito que está fortemente aparente na Teoria Dos Campos Conceituais, como apontado por Rezende (2013).

Além de a teoria de Vergnaud complementar certos pressupostos teóricos piagetianos, existem diferenças notáveis entre essas teorias, como, por exemplo, a importância atribuída ao papel da linguagem, dos símbolos e da representação para a formação de um conceito, fortemente presente na Teoria dos Campos Conceituais. Vergnaud (1990) defende que para o estudo de um conceito são necessários diversos outros conceitos, situações, símbolos, representações, propriedades, teoremas, interligados, formando o que o pesquisador denomina por Campo Conceitual (Rezende, 2013 p. 59).

Nesse contexto, Vergnaud (1990) afirma que, para que um estudante compreenda um conceito, é necessário que ele, inicialmente, entenda diversos outros conceitos e vivencie distintas situações ao longo de seu percurso acadêmico. Para o autor, esse processo é gradual e extenso, pois “[...] não é em alguns dias ou em algumas semanas que uma criança adquire uma competência nova ou compreende um conceito novo, mas sim, ao longo de vários anos de escola e de experiência” (Vergnaud, 2011, p. 16). Dessa forma, para que um estudante alcance a compreensão de um conceito, ele precisa vivenciar experiências e possuir competências prévias, uma condição que Vergnaud associa ao conceito de “filiações”. Além disso, o autor menciona a necessidade de “rupturas”, que se traduzem no abandono de ideias e práticas anteriores, possibilitando, assim, o surgimento de novas experiências e a formação de novas competências (Vergnaud, 2011).

O autor sustenta que um conceito não deve ser reduzido apenas à sua definição; para que seja efetivamente compreendido, é necessário considerar, além de sua definição, sua representação simbólica e as diversas situações que podem gerar esse conceito, promovendo, assim, uma compreensão em sua totalidade. A teoria dos campos conceituais propõe que a conceitualização está diretamente relacionada ao desenvolvimento cognitivo (Vergnaud, 1996, p. 118), sendo considerada o alicerce da cognição (Vergnaud, 1998). Dessa maneira, é essencial focar nos aspectos conceituais dos esquemas e na análise conceitual das situações em que os estudantes desenvolvem esses esquemas, tanto no ambiente escolar quanto fora dele (Vergnaud, 1994).

A análise dos campos conceituais, conforme delineada por Vergnaud (1993), é crucial para entender as dificuldades que os alunos enfrentam em processos de aprendizagem. Sousa *et al.* (2011) introduzem a teoria dos campos conceituais como uma abordagem psicológica que enfatiza a necessidade de considerar as especificidades dos conteúdos ao examinar as dificuldades dos estudantes. Esses autores definem o campo conceitual como um conjunto de

situações que exige o domínio de múltiplos conceitos, reforçando que a análise de uma situação não pode ser reduzida a um único conceito. Essa abordagem permite uma compreensão mais abrangente das dificuldades dos estudantes, pois os esquemas, que estruturam a conduta em resposta a diferentes classes de situações, são fundamentais para a construção do conhecimento. Os invariantes operatórios, como teoremas e conceitos-em-ação, são descritos como elementos essenciais, que possibilitam a inferência e a aplicação de regras de ação apropriadas em contextos variados.

Assim, Vergnaud (1993) nos diz que o estudante obtém conhecimento partindo de três premissas:

1. um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação.
2. uma situação não se analisa com um só conceito.
3. construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo.

Nesse sentido, Vergnaud define um Campo Conceitual como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento demanda a aplicação de conceitos, procedimentos e representações de diferentes tipos, porém intimamente inter-relacionados (Vergnaud, 1983). Em uma definição adicional, Vergnaud (1990, p. 146) caracteriza um campo conceitual, em primeiro lugar, como um conjunto de situações que requer, simultaneamente, o domínio de múltiplos conceitos de naturezas distintas. Um exemplo dessa estrutura é o campo conceitual aditivo, que engloba operações matemáticas como a adição e a subtração, representando situações que podem ser interpretadas ou resolvidas por meio dessas operações.

Vergnaud define conceito com a junção de três conjuntos, sendo  $C = (S, I, R)$  em que:

- S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;
- I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;
- R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas (Vergnaud, 1990, p. 145).

Dessa forma, Moreira (2002) diz que, para analisar o desenvolvimento e a aplicação de um conceito durante a aprendizagem ou sua utilização, é essencial considerar esses três conjuntos ao mesmo tempo. Geralmente, não há uma correspondência direta entre significantes e significados, nem entre invariantes e situações; portanto, o significado não pode ser reduzido apenas aos significantes ou às situações. Além disso, um único conceito não se aplica a apenas um tipo de situação e uma única situação não pode ser compreendida por um único conceito.

O conceito de situação, conforme utilizado por Vergnaud (1990), refere-se a tarefas em vez de situações didáticas. Toda situação complexa pode ser decomposta em uma combinação de tarefas, e é essencial compreender a natureza e as dificuldades específicas de cada uma. A dificuldade de uma tarefa não corresponde simplesmente à soma ou ao produto das diferentes subtarefas, embora o desempenho em cada subtarefa, evidentemente, influencie o resultado geral.

A situação dá sentido a um conceito e é responsável por dar-lhe sentido. Um conceito adquire significado através de diferentes situações Vergnaud (1994). Contudo, o significado não reside na situação em si, assim como não reside nas palavras ou nos símbolos Vergnaud (1990, p. 158).

Vergnaud (1990) define um esquema como uma organização invariante de comportamento em uma determinada categoria de situações. Ele afirma que é no esquema que se busca o conhecimento na ação do sujeito, ou seja, os elementos cognitivos que tornam efetivas a ação do sujeito.

O autor estabelece que os esquemas estão intrinsecamente ligados às situações, a ponto de sugerir a expressão “interação esquema-situação” em vez de “interação sujeito-objeto” como propunha Piaget (Vergnaud, 1996). A partir disso, conclui que o desenvolvimento cognitivo consiste principalmente na ampliação de um vasto repertório de esquemas. Esse repertório impacta diversas áreas da atividade humana e, ao analisar, por exemplo, as competências profissionais de um indivíduo, frequentemente observamos que, além das habilidades técnicas e científicas, também se incluem competências sociais e afetivas de grande importância. A educação, portanto, deve promover o desenvolvimento de um repertório amplo e diversificado de esquemas, evitando que esses esquemas se tornem estereótipos rígidos.

Segundo Moreira (2002), aquilo que Vergnaud chama de ingredientes dos esquemas fornece tais especificações:

- 1 metas e antecipações (um esquema se dirige sempre a uma classe de situações nas quais o sujeito pode descobrir uma possível finalidade de sua atividade e, eventualmente, submetas; pode também esperar certos efeitos ou certos eventos);
- 2 regras de ação do tipo “se ... então” que constituem a parte verdadeiramente geradora do esquema, aquela que permite a geração e a continuidade da sequência de ações do sujeito; são regras de busca de informação e controle dos resultados da ação;
- 3 invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação; são os conhecimentos contidos nos esquemas; são eles que constituem a base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e dela inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas;
- 4 possibilidades de inferência (ou raciocínios) que permitem “calcular”, “aqui e agora”, as regras e antecipações a partir das informações e invariantes

operatórios de que dispõe o sujeito, ou seja, toda a atividade implicada nos três outros ingredientes requer cálculos “aqui e imediatamente” em situação (Moreira, 2002, p. 12-13).

Vergnaud (1993) separa em duas classes as situações:

1. Conjunto de situações em que a pessoa, em um determinado ponto de seu desenvolvimento e sob certas condições, possui as habilidades necessárias para lidar de maneira relativamente imediata com a situação.
2. Situações em que a pessoa não possui todas as habilidades necessárias, o que exige um período de reflexão e exploração, levando a hesitações, tentativas frustradas e, eventualmente, ao sucesso ou fracasso.

Assim, Vergnaud (1993) completa que o conceito de esquema opera de forma diferente entre as duas classes. Na primeira, para uma mesma classe de situações, as condutas são amplamente automatizadas e organizadas por um único esquema. Já na segunda, há a utilização sucessiva de vários esquemas, que podem competir entre si e precisam ser acomodados, descombinados e recombinados para alcançar a meta desejada.

A ideia de invariantes operatórios deriva dos termos “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”. Segundo Moreira (2002, p. 14), “[...] Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Conceito-em-ação é um objeto, um predicado ou uma categoria de pensamento considerada pertinente e relevante”. Dessa forma, a presente pesquisa busca aplicar os conceitos da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud para desenvolver situações-problema no contexto de um jogo digital educacional.

### **3.2 As estruturas aditivas**

A partir deste ponto, será discutido o conceito de Campo Conceitual Aditivo, também referido como estruturas aditivas, elemento essencial na elaboração das situações-problema que compõem as fases do nosso jogo educativo. Para compreender as estruturas aditivas, é necessário considerar como os estudantes pensam e utilizam estratégias na resolução de problemas envolvendo adição e subtração, bem como as dificuldades que enfrentam nesse processo. Nesse contexto, são apresentadas classificações que auxiliam na distinção dos diferentes tipos de problemas, com o objetivo de fornecer ao professor ferramentas para interpretar as variadas representações simbólicas de adição e subtração (Magina *et al.*, 2008).

Vergnaud (1993) define as estruturas aditivas como situações que envolvem uma ou mais operações de adição e/ou subtração. Essas situações são classificadas em três tipos principais de problemas: composição, transformação e comparação. Além disso Magina *et al.*

(2008) as distribuíram em quatro níveis de complexidade: protótipo, primeira extensão, segunda extensão, terceira extensão e quarta extensão. Os problemas de estruturas aditivas abrangem um conjunto de situações que demandam operações de adição ou subtração, incorporando conceitos como cardinalidade, medida, número natural, número relativo, transformação temporal (perda ou ganho), e composição binária de medidas (como a questão “quantos são ao todo?”), entre outros.

Os problemas do tipo composição referem-se a situações em que partes são combinadas para formar um todo, ou em que um todo é dado e uma parte é subtraída para encontrar outra parte. Esses problemas, segundo Vergnaud (1993), são característicos dos níveis protótipo e de primeira extensão.

Os problemas de transformação envolvem a variável temporal, na qual uma quantidade inicial é transformada em outra ao longo do tempo, com palavras indicativas como “ganhou,” “perdeu,” ou “levou”, apontando mudanças até se chegar a um estado final. Esses problemas são classificados nos níveis protótipo, primeira extensão e quarta extensão.

Os problemas de comparação lidam com a comparação entre quantidades, em que se utiliza um referente para determinar o valor do referido. Esses problemas são colocados nos níveis de segunda, terceira e quarta extensão, segundo Vergnaud.

Adicionalmente, Magina *et al.* (2008) descrevem três tipos de problemas que constituem combinações das categorias anteriores, sendo eles: composição de duas transformações, transformação de uma relação, e composição de duas relações. A seguir, a Figura 10 apresenta as diferentes situações-problema.

**Figura 10 - Tipos de Situações Problema**





	Tipo de situação-problema		
	Composição	Transformação	Comparação
Protótipo	<p>Todo desconhecido</p>	<p>Estado Final Desconhecido</p>	
1ª extensão	<p>Parte desconhecido (Problema com inversão)</p>	<p>Transformação desconhecida</p>	
2ª extensão			
3ª extensão			
4ª extensão (inversão)		<p>Estado Inicial Desconhecido (problema com inversão)</p>	

Fonte: Magina *et al.* (2008).

Com base na figura apresentada, foram classificados e organizados os problemas elaborados para o jogo, assegurando que cada desafio esteja relacionado aos conceitos matemáticos a serem trabalhados. Essa classificação será importante para estruturar a sequência das atividades dentro do jogo, permitindo que os problemas sejam distribuídos de acordo com diferentes níveis de complexidade e tipos de raciocínio necessários. Além disso, essa organização permitirá analisar se os desafios estão distribuídos de forma equilibrada, facilitando o andamento do jogo e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, será possível verificar se os problemas propostos atendem ao público-alvo e se contribuem efetivamente para o desenvolvimento do conhecimento, por meio de uma abordagem interativa e prática.

As classes possuem esquemas relacionais propostos por Vergnaud, os quais nos ajudam a entender as dimensões dos problemas. Cada símbolo foi pensado para representar conceitos diferentes. A seguir, o Quadro 5 explica os símbolos e conceitos usados.

**Quadro 5 - Símbolos e conceitos usados por Vergnaud**

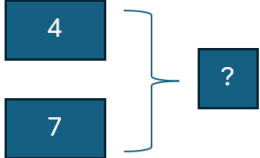
Tipo	Símbolo	Significado
Retângulo.		Número absoluto.
Círculo ou elipse.		Número relativo.
Chaves (pode ser horizontal ou vertical).		Composição de elementos da mesma natureza.
Flecha (pode ser horizontal ou vertical).		Composição de elementos de naturezas diferentes.

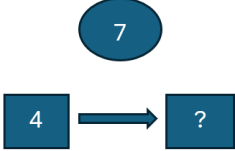
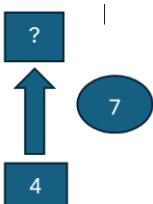
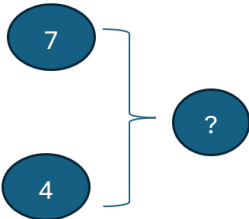
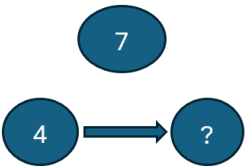
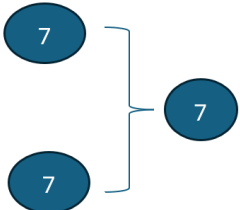
Fonte: (Vergnaud, 2009, p. 2001).

Segundo Vergnaud (2009), para que um estudante compreenda plenamente as estruturas aditivas, é essencial que ele seja capaz de resolver uma variedade de tipos de situações-problema. Não basta ao estudante simplesmente realizar cálculos numéricos; é necessário compreender o raciocínio subjacente a esses cálculos. Magina *et al.* (2008) exemplificam essa complexidade, destacando que, mesmo uma operação matemática simples, como  $4 + 7 = 11$ , pode estar associada a problemas sofisticados que desafiam até mesmo alunos do sexto ano (entre 10 e 11 anos), que frequentemente encontram dificuldades para resolvê-los.

Ainda que se trate de problemas envolvendo o mesmo cálculo numérico, o sucesso na resolução varia conforme o nível de complexidade da situação-problema, influenciado pela faixa etária e pelo nível de conhecimento do estudante. Magina *et al.* (2008) explicam que, ao modificar a estrutura aditiva, o nível de dificuldade do exercício também muda. No Quadro 6 - Classes de problemas do campo aditivo, exemplos e esquemas é apresentada a variação de dificuldade que o mesmo cálculo pode assumir conforme o nível da situação-problema.

**Quadro 6 - Classes de problemas do campo aditivo, exemplos e esquemas**

Situação Problema	Diagrama e cálculo relacional	Cálculo Numérico	Classificação
João possui 4 pares de meias azuis e 7 pares de meias pretas. Quantos pares de meias João tem?		Adição $4 + 7 = 11$	Composição de duas medidas em uma terceira. Dadas as partes, busca o todo.

Situação Problema	Diagrama e cálculo relacional	Cálculo Numérico	Classificação
João possuía 4 pares de meias e ganhou 7 pares de meias de presente. Quantos pares de meia João tem agora?		Adição $4 + 7 = 11$	Transformação de uma medida inicial em uma medida final. Dada uma parte e uma transformação, busca-se o todo.
João possui 4 pares de meias e seu amigo Renato possui 7 pares de meias a mais que João. Quantos pares de meias Renato possui?		Adição $4 + 7 = 11$	Comparação entre duas medidas. Dado o referente e a relação, busca o referido.
João ganhou 4 pares de meias de sua mãe e 7 pares de meias de seu pai. Quantos pares de meias João ganhou?		Adição $4 + 7 = 11$	Composição de duas transformações. Dadas duas transformações (parte) busca a transformação total (todo).
João tinha 4 pares de meias a mais que Renato e João comprou mais 7 pares de meias. Quantos pares de meias João tem a mais que Renato agora?		Adição $4 + 7 = 11$	Transformação de uma relação. Dada a relação inicial e a transformação, busca a relação final.
João tem 4 pares de meias a mais que Renato, que possui 7 pares de meias a mais que Clelia. Quantos pares de meias João possui a mais que Clelia?		Adição $4 + 7 = 11$	Composição de duas relações. Dadas duas relações (partes), busca outra relação (todo).

Fonte: Adaptado de Magina *et al.* (2008) e Zanatta (2024).

De acordo com Magina *et al.* (2008), a criança constrói um campo conceitual próprio a partir das experiências vividas tanto na vida pessoal quanto no ambiente escolar. Essas experiências são fundamentais para que o professor consiga fomentar a construção de conhecimento no estudante. Nesse contexto, as autoras propõem dois questionamentos essenciais que o professor deve considerar: “- Quais estruturas e classes de problemas são mais

facilmente compreendidas pelos alunos mais jovens? - Quais tipos de problemas devem ser introduzidos em seguida?” (Magina *et al.*, 2008, p. 22).

Vergnaud (2009) enfatiza que a experiência é um dos fatores mais significativos no processo de aprendizagem, uma vez que ela é adquirida através da prática e da familiarização. Assim, é recomendável utilizar problemas de uma mesma classe, porém com diferentes enunciados e valores numéricos, para promover a diversificação e o aprofundamento do conhecimento. Contudo, é igualmente importante que o professor identifique o momento em que o estudante já dominou determinado conceito, evitando a insistência excessiva em um mesmo tipo de problema.

Conforme Miranda (2019), cada classe das estruturas aditivas permite variações e subdivisões, resultando em até setenta subclasses a partir das três principais classes de problemas. Neste estudo, focaremos nos problemas que envolvem as estruturas de composição e transformação e suas respectivas subclasses.

Diante das considerações apresentadas sobre a Teoria dos Campos Conceituais, em relação à importância de estruturar situações de aprendizagem que favoreçam a construção gradual dos conceitos matemáticos, compreendemos que a utilização de jogos digitais como ferramenta pedagógica se mostra uma alternativa promissora, pois permite que os estudantes mobilizem esquemas cognitivos em diferentes contextos, explorando conceitos matemáticos por meio de desafios interativos e progressivos. No próximo capítulo, discutiremos o papel dos jogos digitais no ensino, suas características pedagógicas e sua potencialidade para favorecer a aprendizagem dos conceitos matemáticos, em especial das estruturas aditivas abordadas neste estudo.

#### 4. JOGOS DIGITAIS: CONCEITOS E UTILIZAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Os jogos digitais constituem uma das expressões culturais mais significativas da contemporaneidade. Inseridos no cotidiano de crianças, jovens e adultos, tornaram-se presença constante em dispositivos como videogames, celulares, tablets e computadores. A trajetória dos jogos digitais remonta à década de 1950, quando engenheiros e programadores criaram jogos simples como forma de explorar o potencial de sistemas computacionais. Inicialmente, eram experimentos restritos a ambientes universitários ou laboratoriais. Contudo, nas décadas seguintes, com a popularização dos fliperamas e, posteriormente, dos consoles domésticos e computadores pessoais, os jogos passaram a ocupar um espaço de destaque na cultura de massa.

No contexto universitário, ainda nos anos 1970, jogos digitais já eram usados por estudantes e professores como forma de distração após atividades intelectuais. Segundo Novak (2010), essa prática foi fundamental para impulsionar a indústria dos jogos e o desenvolvimento do computador pessoal, à medida que exigia equipamentos com maior capacidade de processamento gráfico e sonoro. Com o passar do tempo, os jogos deixaram de ser uma forma de entretenimento marginal e passaram a integrar o mercado de consumo global, atingindo diferentes faixas etárias e classes sociais.

A compreensão do que é um jogo parte de definições que destacam suas estruturas e propósitos. Salen e Zimmerman (2003) o definem como “um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que resulta em um resultado quantificável”. Essa definição evidencia o caráter sistemático dos jogos e a presença de objetivos claros e mensuráveis. Huizinga (1955), por sua vez, propõe uma perspectiva mais antropológica, definindo o jogo como uma atividade voluntária, praticada dentro de certos limites de tempo e espaço, com regras livremente aceitas e fins em si mesma. Ambos os autores destacam aspectos essenciais dos jogos: regras, conflito, voluntariedade e objetivos.

No caso dos jogos digitais, esses elementos são potencializados por recursos tecnológicos, como gráficos, sons, narrativa e interatividade. Conforme Prensky (2012), jogos digitais envolvem os jogadores porque combinam fatores como diversão, desafio, objetivos claros, interatividade, adaptabilidade, narrativa e *feedback* constante. Esses elementos geram uma experiência de engajamento que ativa sistemas cognitivos relacionados à atenção, motivação e memória. Assim, os jogos digitais não apenas entretêm, mas também exigem do jogador a tomada de decisões, resolução de problemas e elaboração de estratégias, o que amplia suas possibilidades de uso em outras áreas, como educação, saúde e formação profissional.

A classificação dos jogos digitais pode ser feita a partir de diversos critérios, sendo o gênero um dos principais. Novak (2010) propõe uma categorização que inclui gêneros como ação/aventura, simulação (de veículos, esportes ou processos), quebra-cabeça, RPG (jogos de interpretação de papéis), estratégia (em tempo real ou por turnos), cassino e jogos de azar, e jogos massivos online (MMORPG). Essa classificação permite compreender melhor os objetivos e os tipos de interação presentes em cada jogo, facilitando sua análise e aplicação em diferentes contextos.

A multiplicidade de usos dos jogos digitais vai além do entretenimento. Eles são utilizados, por exemplo, em atividades corporativas, publicidade, treinamentos, terapias e, especialmente, em contextos educacionais. Nessa perspectiva, Fleury, Sakuda e Cordeiro (2014) propõem a categoria dos jogos digitais sérios, dividindo-os em cinco subcategorias: Jogos Digitais Educacionais (JDE), voltados à educação básica e superior; Jogos para Saúde (JDS), que auxiliam na prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças; Jogos para Formação Profissional (JDFP), utilizados em ambientes organizacionais e de treinamento; Jogos para Defesa, voltados a simulações e treinamentos militares, e Advergames, que promovem produtos, marcas ou ideias no contexto do marketing.

Essa ampliação de usos exigiu maior complexidade na produção dos jogos digitais. O que antes era feito por uma única pessoa passou a demandar equipes multidisciplinares, com designers, programadores, artistas e especialistas em narrativa. Para organizar esse processo, consolidou-se o uso do Game Design Document (GDD), que, conforme Motta e Junior (2013), permite sistematizar o desenvolvimento do jogo, reunindo aspectos narrativos, estéticos, técnicos e de jogabilidade.

A difusão dos jogos digitais também foi acompanhada por reflexões sobre seus impactos e limitações. Se, por um lado, eles promovem a interatividade, o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas, por outro, podem apresentar riscos, como o isolamento social, a exposição a conteúdos inadequados ou a superficialidade na aprendizagem, quando mal utilizados. Segundo Kroeff *et al.* (2019), a passagem dos fliperamas para os jogos domésticos também implicou transformações nas relações sociais, tornando o ato de jogar uma experiência mais individualizada. Isso aponta para a necessidade de reflexão crítica sobre o tempo de uso, os tipos de jogos consumidos e seus efeitos nas interações sociais e familiares.

No campo da educação, os jogos digitais vêm sendo adaptados para fins pedagógicos. Plataformas como o site "Só Matemática" disponibilizam jogos digitais educativos baseados em desafios lógicos, como a Torre de Hanói, ou em conceitos matemáticos, como o Dominó de Frações. Já o Wordwall permite que professores criem jogos personalizados, como caça-

palavras, jogo da memória e questionários interativos, o que facilita a adaptação ao conteúdo curricular e ao perfil da turma. O site "Coquinhos", por sua vez, oferece jogos que abrangem diferentes etapas do ensino básico, com ênfase em habilidades, como operações básicas, multiplicação, raciocínio lógico, porcentagem, expressões numéricas, geometria analítica, entre outros.

Esses exemplos demonstram como os jogos digitais podem ser integrados ao processo de ensino e aprendizagem, desde que utilizados com intencionalidade pedagógica e alinhados aos objetivos educacionais. A ludicidade e a interatividade, quando bem direcionadas, podem favorecer a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

Em síntese, os jogos digitais são produtos culturais complexos, cuja compreensão exige uma abordagem multidisciplinar. Sua história, estrutura, classificações e usos revelam um campo dinâmico, em constante transformação. No contexto educacional, representam uma possibilidade relevante de inovação metodológica, mas que requer planejamento, mediação docente e senso crítico. O desafio, portanto, é equilibrar o potencial lúdico dos jogos com os propósitos formativos da educação.

Os jogos digitais apresentam uma diversidade de gêneros, mecânicas e estilos de jogabilidade. Segundo Novak (2010, p. 96), “[...] os gêneros dos games são categorias baseadas em uma combinação de tema, ambiente, apresentação/formato na tela, perspectiva do jogador e estratégia de jogo”. O autor identifica várias características fundamentais dos jogos, entre as quais se destacam:

- 1 **Aventura:** As características dos games de aventura incluem exploração, coleta de itens, solução de quebra-cabeças, orientação em labirintos e decodificação de mensagem.
- 2 **Ação-aventura:** Um gênero híbrido que o jogador precisa ter reflexos rápidos para movimentar seu personagem para desviar de inimigos e combatê-los, já o componente de aventura adiciona ao jogo quebra-cabeças conceituais e elementos de narrativa ao game.
- 3 **Cassino:** Possui características de jogos de azar em versões eletrônicas como roleta, dados e máquinas caça-níqueis.
- 4 **Quebra-cabeça:** Possui narrativa mínima e na maioria dos games é um jogo para um jogador e é jogado em tempo real com o objetivo de solucionar um problema ou uma série de problemas sem ser preciso controlar um personagem.
- 5 **Games de Representação de Papéis (RPG):** Sua narrativa é fundamental nesse jogo. Os temas dos RPGs normalmente são baseados em “salvar o mundo”.
- 6 **Simulação:** Possui três tipos subgênero que são: simulação de veículos; simulação de processos (construção e administração); e simulação esportivas e participativas. Esses jogos tentam reproduzir sistemas, máquinas e experiências usando regras do mundo real.

- 7 **Estratégia:** Os games de estratégia originaram-se dos jogos clássicos de tabuleiro, como xadrez e tem o objetivo de apresentar ao jogador um conjunto limitado de recursos para atingir uma meta específica.
- 8 **Games online multijogadores massivos:** Possui uma grande interação social na imersão do jogo, criando-se uma grande comunidade com um mundo virtual disponível 24 horas e não termina a jogada quando um jogador se desconecta do game. A produção de conteúdo deve ser contínua e que haja mudança periodicamente para manter o interesse dos jogadores nesse ambiente (Novak, 2010, p. 96).

De acordo com Novak (2010), cada uma dessas características é direcionada a um público específico, permitindo que os jogadores desfrutem de experiências variadas, o que incentiva os desenvolvedores a criarem uma diversidade crescente de jogos. As características de um jogo, incluindo sua aparência, temática e elementos, influenciam a decisão do jogador sobre seu interesse pelo game. Boller e Kapp (2018, p. 19) afirmam que os elementos do jogo são “[...] as características ou os componentes que realçam a experiência de jogar e ajudam a fazer com que os jogadores se sintam imersos nessa experiência”.

Nesse contexto, os autores identificam alguns elementos comuns presentes nos jogos, entre os quais se destacam:

- 1 **Estética:** a aparência (o aspecto visual) e as várias partes do jogo.
- 2 **Sorte:** elementos incluídos para equalizar a experiência, adicionar um componente de surpresa ou atrapalhar os jogadores. Itens de acaso podem ser úteis; também podem ser não intencionais.
- 3 **Competição:** os jogadores se opõem uns aos outros, tentando obter vantagens;
- 4 **Conflito:** um obstáculo que o jogador precisa superar, algo que precisa ser conquistado; algo que visa criar um senso de urgência.
- 5 **Cooperação:** os jogadores trabalham juntos para atingir um objetivo ou, pelo menos, administrar um desafio dentro do jogo.
- 6 **Níveis:** um jogo pode ser organizado em níveis para permitir que jogadores passem de novatos a mestres, ou que indivíduos com graus de experiência distintos disputem um mesmo jogo. De maneira típica, a existência de níveis indica a progressão de dificuldade no jogo.
- 7 **Recursos:** são bens como dinheiro ou objetos que ajudam um jogador a obter vantagem. Normalmente os recursos são adquiridos ou perdidos ao longo do jogo, sendo que alguns recursos são fornecidos no início.
- 8 **Recompensas:** são obtidas pelos jogadores com base em seu desempenho; também podem ser obtidas na finalização (de etapas, tarefas).
- 9 **História:** a narrativa por trás do jogo, que elabora o tema e estabelece a razão para alguém jogá-lo.
- 10 **Estratégia:** Elementos incluídos para forçar o jogador a analisar e considerar várias opções. Eles dão ao indivíduo grande controle sobre o resultado do jogo.
- 11 **Tema:** cenário do jogo. Um tema pode ser “sobreviver no espaço”, “lutar contra zumbis” ou “tornar-se um pistoleiro no Oeste Selvagem”.
- 12 **Tempo:** num jogo, o tempo pode ser comprimido (algo que poderia levar horas ou dias acaba levando minutos), servir como recurso a ser ganho ou perdido pelo jogador ou simplesmente não representar um fator no jogo. Ele também pode integrar o objetivo do jogo, quando o jogador precisar correr contra o tempo para ganhar (Boller;Kapp, 2018, p. 20).

Cada elemento trazido no jogo é feito para trazer uma experiência ao jogador, assim ele é cativado a permanecer no *game*, e seu interesse em permanecer jogando se dá por vários fatores, como destaca Prensky (2012), ao elencar esses fatores que fazem com que a pessoa que está jogando permaneça cativada e prestando atenção:

- 1 Jogos são uma forma de diversão, o que nos proporciona prazer e satisfação.
- 2 Jogos são uma forma de brincar, o que faz nosso envolvimento ser intenso e fervoroso.
- 3 Jogos têm regras, o que nos dá estrutura.
- 4 Jogos têm metas, o que nos faz agir.
- 5 Jogos são interativos, o que nos faz agir.
- 6 Jogos têm resultados e feedback, o que nos faz aprender.
- 7 Jogos são adaptáveis, o que nos faz seguir um fluxo.
- 8 Jogos têm vitórias, o que gratifica nosso ego.
- 9 Jogos têm conflitos/competições/ desafios/oposições, o que nos dá adrenalina. Jogos envolvem a solução de problemas, o que estimula nossa criatividade.
- 10 Jogos têm interação, o que nos leva a grupos sociais.
- 11 Jogos têm enredo e representações, o que nos proporciona emoção (Prensky, 2012, p. 156).

Com os jogos, é possível evocar emoções positivas e ativar todos os sistemas neurológicos e fisiológicos humanos que sustentam a felicidade: atenção, recompensa, motivação, emoção e memória e, nesse contexto, podem ser divididos em duas categorias principais: os jogos de entretenimento, que são concebidos com o propósito primordial de proporcionar diversão ao jogador, e os jogos sérios, também referidos como “jogos de aprendizagem” ou “jogos educacionais” ou “jogos instrucionais”, que “são destinados a ajudar os jogadores a desenvolverem novas habilidades e novos conhecimentos, ou reforçar os já existentes” (Boller; Kapp, 2018, p. 40).

Neste sentido, segundo Fleury, Sakuda, Cordeiro (2014, p. 71-72), “os jogos sérios têm destaque em várias áreas, incluindo educação, saúde, treinamento profissional, defesa e até *advergames*”. Assim, os autores destacam cinco categorias, sendo elas:

- 1 **Jogos Digitais Educacionais (JDE)**, considerados apenas os que tiverem como público a educação básica e a educação superior;
- 2 **Jogos Digitais para a Saúde (JDS)**, que se destina a auxiliar a saúde e o bem-estar. Os objetivos dos jogos podem se voltar tanto a prevenção quanto ao tratamento da saúde física e mental;
- 3 **Jogos Digitais para Formação Profissional (JDFP)**, que compreendem os jogos e simuladores para negócios, corporações e organizações, visando facilitar e reduzir custos com treinamento e outras tarefas organizacionais;
- 4 **Jogos Digitais e simuladores para a Defesa**, que se destinam ao treinamento militar e de segurança;
- 5 ***Advergames***, que são especialmente desenvolvidos com o propósito de divulgar uma marca ou produto (Fleury; Sakuda; Cordeiro, 2014, p. 71-72).

Dois mudanças significativas marcaram a evolução do design de jogos, ambas relacionadas à gestão do desenvolvimento de jogos (Motta; Junior, 2013). Inicialmente, os jogos eram concebidos por um único criador, responsável pela programação das mecânicas,

criação dos elementos gráficos, efeitos sonoros e desenvolvimento da narrativa. Com o tempo, à medida que os jogos se consolidaram como fenômenos comerciais, as expectativas do público aumentaram, exigindo melhorias nas mecânicas e nos componentes gráficos e sonoros. Para lidar com essa crescente complexidade, tornou-se necessária a ampliação das equipes de desenvolvimento, o que gerou a demanda por documentos de design mais formais e voltados ao público, garantindo a coesão e eficiência no processo de criação. Assim, surgiu o Game Design Document (GDD) (Motta; Junior, 2013).

O GDD desempenha um papel essencial na comunicação da visão de design para artistas e programadores, conforme destaca Motta e Junior (2013). Ele atua como uma plataforma de colaboração, permitindo o compartilhamento de *insights* e abordagens ao longo do processo de design, promovendo a evolução contínua do próprio documento. Os autores ressaltam a relação recíproca entre programadores e artistas em relação ao GDD. Por exemplo, se os artistas enfrentam dificuldades na criação de um elemento específico, podem sugerir alternativas que impactem visualmente o jogo, resultando em ajustes no GDD. Da mesma forma, quando uma parte do design se mostra inviável durante a codificação ou testes, os programadores podem propor adaptações que, por sua vez, modificam o conteúdo do GDD.

O Documento de Design de Jogos (GDD) é um artefato textual, geralmente complementado por ilustrações, desenvolvido por um designer de jogos para descrever aspectos fundamentais de um jogo, incluindo estética, narrativa e mecânicas. A função principal do GDD é orientar e alinhar todas as partes envolvidas no desenvolvimento do jogo (Motta; Junior, 2013). Entretanto, o GDD é frequentemente objeto de debate, pois não existe um modelo padronizado. A escolha do formato cabe ao designer, que deve optar por aquele que melhor atenda às necessidades do projeto específico. A maioria dos modelos de GDD busca ser genérica, permitindo a documentação de jogos de diferentes gêneros; contudo, esses documentos tendem a ser extensos, ricos em textos, gráficos e imagens, tornando sua elaboração uma tarefa desafiadora no processo de desenvolvimento (Motta; Junior, 2013).

Motta e Junior (2013) também descrevem o GDD como uma “ferramenta textual” que engloba todas as características de um jogo, desde informações centrais, como premissa e conceitos, até descrições detalhadas de personagens, cenários, design de níveis e efeitos sonoros. Em muitos casos, o GDD é denominado a “bíblia” do jogo, pois atua como uma referência indispensável para todos os membros da equipe, assegurando o alinhamento com os objetivos do projeto Motta e Junior (2013).

Segundo Rogers (2012), embora um GDD típico seja extenso e detalhado, existe um movimento, tanto na indústria quanto na academia, para que esses documentos sejam mais concisos e diretos, facilitando o processo de consulta e uso durante o desenvolvimento.

Rogers (2012) adota uma abordagem diferenciada em seus projetos, utilizando três documentos distintos:

1. O “página-única”: um documento que fornece uma visão geral do jogo de modo a ser acessível não apenas para os desenvolvedores, mas também para outras partes interessadas. Este documento abrange uma variedade de informações técnicas, como plataformas, faixa etária, classificação, estratégias de venda, concorrência e frequentemente inclui desenhos simples e descrições de personagens.
2. O “dez-páginas”: este documento é mais abrangente e detalhado, abordando várias características do jogo, como especificações de personagens, desafios, construção do mundo, jogabilidade e outros elementos.
3. Game Design Document (com gráfico de ritmo incluso): semelhante a muitos outros GDDs, este documento inclui informações sobre níveis, fases e, notavelmente, gráficos de ritmo, que detalham os desafios, recompensas e outros aspectos cruciais para o desenvolvimento do jogo (Rogers, 2012, p. ?).

Podemos perceber que os jogos digitais têm evoluído bastante com o tempo. No próximo tópico, iremos destacar como estão sendo utilizados os jogos digitais para a aprendizagem.

#### **4.1 A aprendizagem através dos jogos digitais**

Pesquisadores como Prensky (2012), Gee (2004, 2006, 2007), Moran (2018) e Paiva e Tori (2017) têm discutido amplamente o uso de jogos digitais na educação, considerando que esses jogos oferecem uma contribuição positiva ao ambiente de ensino. Segundo esses autores, os jogos digitais proporcionam aos estudantes um contexto de aprendizagem alternativo ao tradicional ambiente de sala de aula, facilitando uma compreensão mais dinâmica e interativa do conteúdo proposto.

Gee (2007) defende que os jogos digitais permitem aos jogadores realizarem ações e refletir sobre essas ações com base nas consequências dentro do jogo, destacando que essa prática de análise e reflexão sobre as próprias ações é fundamental para o aprendizado. No entanto, Gee (2006) adverte que a escola deve considerar o interesse das crianças e jovens, imersos no mundo tecnológico, e adaptá-los ao aprendizado mediado por jogos digitais. Contudo, o autor também destaca que a integração de jogos digitais na educação não é uma tarefa simples, enfatizando que os videogames, por si sós, não constituem uma solução mágica para os desafios educacionais.

Segundo Gee (2004), as pessoas que jogam desenvolvem princípios ao se depararem com as dificuldades dos jogos e esses princípios geram conhecimento. Para o autor, esses princípios são classificados como: **Identidade**: é necessário que o indivíduo crie ou assuma uma identidade para determinado tipo de jogo, assim “os jogadores se comprometem com o novo mundo virtual no qual vivem, aprendem e agem através de seu compromisso com sua nova identidade” (Gee, 2004, p. 170); **Interação**: em um jogo, o seu jogador precisa tomar decisões com as quais definem o rumo que dará a progressão do jogo; em jogos digitais online, os players interagem entre si para tomar a melhor decisão; **Produção**: os jogadores produzem ações e criam histórias, de maneira individual ou em grupo para solucionar o jogo; **Riscos**: os jogadores são encorajados a enfrentar e correr riscos, experimentando algo novo, com a chance de errar, pois, se errarem, eles podem voltar atrás e tentar novamente até que acertem; **Problemas**: os jogadores precisam sempre estar prontos para resolver problemas para avançar de fase nos jogos, assim, eles ficam, em cada fase, mais preparados para elevar seu nível dentro de um jogo; **Desafio e consolidação**: “os jogos desafiam os jogadores a superar problemas em seu seu decorrer, estimulando os jogadores a usarem o conhecimento obtido nas fases anteriores para poder passar novas etapas no jogo, de maneira a considerar o conhecimento já obtido para ajudar a cumprir as próximas tarefas e terminar o jogo” (Gee, 2004, p. 170).

Para a área educacional, os jogos digitais podem ser considerados uma ferramenta essencial para promover o aprendizado. Os jogos, não apenas os digitais, apresentam características que ajudam com o desenvolvimento de habilidades, que de acordo com Gee “[...] em um nível mais profundo, porém o desafio e a aprendizagem são em grande parte aquilo que torna os videogames motivadores e divertidos” (Gee, 2004, p. 168).

Sendo assim, os jogos digitais podem motivar os estudantes a interagirem ao longo da aula, tornando-se um atrativo, de modo que o aluno se sinta incentivado a estudar, por estar se tratando de algo que foge da rotina escolar. Os jogos ajudam a encarar situações em que os alunos tenham que enfrentar desafios e, assim, vencer o jogo, o que gera conhecimento. Os *games* roteirizam para as aulas situações que estão cada vez mais presentes no dia a dia dos alunos, estando mais presentes na escola também, promovendo encantamento e motivação para uma aprendizagem mais rápida da vida real, conforme Moran (2018).

Há jogos que não foram criados para serem educativos, porém, ao serem pedagogicamente explorados, esses jogos podem possuir elementos interessantes em favor do ensino em matemática. Para isso, é necessário identificar os conceitos dos jogos antes de levá-los para a sala de aula, verificando como o jogo pode ajudar a ensinar o conteúdo proposto, e

os benefícios que aquele jogo trará para seus alunos. Segundo os autores Paiva e Tori (2017), os jogos apontados como não educativos podem ser bem-vindos para o ensino, pois

[...] identificar alguns dos principais processos cognitivos que envolvem o uso de jogos digitais não educacionais na aprendizagem, a sua aplicabilidade em determinado conteúdo didático, alguns dos benefícios que a aprendizagem baseada em jogos digitais oferece, os desafios que precisam ser superados em seu uso e demonstrar exemplos que ilustrem, como esse tipo de jogo pode ser aplicado na educação, oferecendo informações que corroborem ou refutem a possibilidade de uso desse recurso (Paiva; Tori, 2017, p. 1052).

Segundo Prensky (2012), existem três elementos considerados fundamentais para um jogo digital: a) O Desafio: cujo ponto principal é significar os objetivos do jogo para os indivíduos que farão seu uso; b) A Fantasia: o jogo deve proporcionar uma metáfora útil aos jogadores; e c) A Curiosidade: os elementos audiovisuais devem estimular a curiosidade cognitiva dos jogadores.

Referente ao processo de game design, Silva e Silveira (2019), com base em Schell (2008), destacam quatro elementos básicos:

- 1 Mecânica: São os procedimentos e regras do jogo, descrevem os objetivos do jogo;
- 2 Narrativa: A história, a sequência de eventos que se desdobra no jogo;
- 3 Estética: Um aspecto importante ao design de jogos, pois tem a relação mais direta com a experiência do jogador;
- 4 Tecnologia: Essencial, pois é o meio no qual a estética acontece, onde a mecânica ocorre e através da qual a história será contada (Silva; Silveira, 2019, p.?).

Silva e Silveira (2019), ao analisarem pesquisas focadas na temática de integração de game design e Matemática, concluíram que o desenvolvimento ou criação de jogos digitais para fins educacionais, muitas vezes, não considera todos os elementos do *game design*. Eles pontuam a necessidade de repensar o processo de criação de jogos digitais educacionais, especialmente para contribuir no desenvolvimento da aprendizagem em matemática, integrando os elementos de *game design*: a Mecânica, a Narrativa, a Estética e a Tecnologia, conforme sugerido por Schell (2008), todos eles com a mesma importância.

O uso de jogos no ensino da matemática tem atraído crescente interesse acadêmico, refletindo uma busca por métodos pedagógicos que tornem o aprendizado mais dinâmico e eficaz. Brenelli (1996) destaca os jogos como valiosos recursos pedagógicos, observando que eles não apenas ajudam a superar as dificuldades enfrentadas pelos alunos, mas também promovem um ambiente de aprendizado mais envolvente. A autora aponta três razões principais para a inclusão de jogos nas aulas de matemática: seu caráter lúdico, o desenvolvimento de habilidades intelectuais e a formação de relações sociais. Ao enfatizar o desafio e a interação que os jogos oferecem, Brenelli (1996) argumenta que essa abordagem pode despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos, promovendo o

desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. Nesse contexto, Prensky (2012) observa que o aprendizado com base em jogos eletrônicos é comparável ao uso de qualquer jogo para apoiar o processo de ensino e aprendizagem em computadores ou ambientes on-line.

Por meio do uso de jogos, os alunos desenvolvem estratégias e métodos, aprendem a trabalhar em equipe, colaboram, exercitam a criatividade para resolver problemas e adquirem outras habilidades que geralmente não são desenvolvidas no ensino tradicional. Como afirma Mattar,

Saber aprender (e rapidamente), trabalhar em grupo, colaborar, compartilhar, ter iniciativa, inovação, criatividade, senso crítico, saber resolver problemas, tomar decisões (rápidas e baseadas em informações geralmente incompletas), lidar com a tecnologia, ser capaz de filtrar a informação etc. são habilidades que, em geral, não são ensinadas nas escolas. Pelo contrário: as escolas de hoje parecem planejadas para matar a criatividade (Mattar, 2010, p. 14).

De acordo com Pires *et al.* (2015), a disciplina de matemática, frequentemente vista como tediosa ou desafiadora, é uma área de aprendizado pouco compreendida por muitos estudantes devido à dificuldade em conciliar o concreto e o abstrato. Como a tecnologia se tornou uma ferramenta amplamente utilizada no cotidiano, sua integração pode tornar o conteúdo matemático mais atrativo aos olhos dos alunos. Quando combinada com jogos, essa abordagem se mostra promissora, pois a adoção de jogos educativos e outros recursos tecnológicos estimula o interesse dos estudantes ao aproximar o que lhes é familiar e divertido com o ambiente de estudo.

Entre as opções tecnológicas, os jogos eletrônicos são particularmente atraentes para os jovens por seu caráter lúdico. Savi e Ulbricht (2008) destacam que videogames e jogos de computador têm conquistado um espaço significativo na vida de crianças, jovens e adultos, tornando-se um dos setores de maior crescimento na indústria de mídia e entretenimento. Contudo, é importante avaliar se o uso de jogos digitais realmente contribui para o aprendizado.

Savi e Ulbricht (2008) e Pires *et al.* (2015) defendem que os jogos digitais são ferramentas educativas valiosas, mas é necessário considerar a acessibilidade dos jogos, uma vez que muitos exigem acesso à internet ou têm custos elevados, o que pode representar uma barreira para professores e alunos. No entanto, existem jogos digitais acessíveis que podem ser utilizados em sala de aula como recursos auxiliares no processo de aprendizagem. Esses jogos oferecem experiências educativas além da instrução tradicional, como observado por Paiva e Tori (2017), ao promoverem uma aprendizagem imersiva em um contexto envolvente: “se refere ao que se aprende não quando se é ensinado, mas ao que se é exposto, em um contexto no qual o jogador está envolvido” (Paiva e Tori, 2017, p. 12). Assim, os desafios encontrados nos jogos podem contribuir para uma compreensão mais contextualizada da matemática.

A virtualização de jogos pedagógicos visa a criação de versões digitais de jogos clássicos e tradicionais, cujos efeitos positivos no ensino já foram comprovados. Essa virtualização mantém os conteúdos e os elementos pedagógicos centrais dos jogos originais (Santos *et al.*, 2013).

Além disso, conforme apontado por Vergnaud (1988), ao confrontar um estudante com novos conteúdos, ele tende a recorrer aos conhecimentos prévios adquiridos através de suas experiências passadas para assimilar o novo aprendizado. A utilização de jogos digitais para o ensino se apresenta, portanto, como uma forma de confrontar o estudante, incentivando-o a utilizar suas experiências para superar os desafios do jogo e, conseqüentemente, adquirir conhecimento. Vergnaud (1990) também argumenta que, para que um estudante compreenda plenamente um conceito, é necessário que ele aprenda diversos outros conceitos e vivencie múltiplas situações. Os jogos digitais, por sua vez, possuem o potencial de oferecer essas experiências e favorecer a construção do conhecimento.

A Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais pode ser implementada de quatro maneiras distintas no contexto educacional:

1. engajar os alunos na criação de seus próprios jogos digitais;
2. desenvolver jogos digitais do zero para ensinar conteúdos educacionais;
3. integrar jogos comerciais de entretenimento ao currículo e ao planejamento pedagógico;
4. utilizar elementos e princípios de jogos em contextos não relacionados a jogos, prática conhecida como gamificação (Van Eck, 2015).

A presente pesquisa adota a segunda abordagem, propondo o desenvolvimento de um protótipo de jogo digital denominado “Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo”. O jogo utilizará temas da mitologia grega em desafios matemáticos focados em operações de adição e subtração, fundamentando-se na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud para a criação das situações-problema.

## **4.2 Panorama da utilização dos jogos digitais para o ensino**

Neste ponto, a análise da literatura abordará a utilização de jogos digitais no ensino da matemática. Para essa revisão, iniciamos com um estudo específico: Badoco e Cibotto (2022), que realizaram uma investigação sobre o uso de jogos digitais na educação matemática,

examinando as 13 primeiras edições do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM). Nessa análise, foram identificados 28 trabalhos que discutiam o uso de jogos digitais como ferramenta pedagógica para o ensino de matemática.

Ampliando a busca por estudos sobre o tema, foi realizada uma pesquisa em dois bancos de dados de teses e dissertações: a BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e o catálogo de teses e dissertações da CAPES. Em ambos os repositórios, foram utilizados os mesmos descritores para assegurar consistência nos resultados.

Inicialmente, para compreender o uso de jogos digitais na educação, empregaram-se os descritores “jogos digitais e ensino”. Na BDTD, essa busca resultou em 1120 registros, enquanto no catálogo da CAPES foram encontrados 266 registros. Dado o foco desta pesquisa na criação de um Documento de Design de Jogos (GDD) para fins educacionais, acrescentamos o descritor “GDD” à pesquisa, gerando o novo conjunto de descritores: “jogos digitais e ensino e GDD”. Com esse filtro adicional, foram encontrados 7 trabalhos na BDTD (6 dissertações e uma tese), enquanto no catálogo da CAPES não foram obtidos resultados. A inclusão do termo “matemática” como descritor adicional — “jogos digitais e ensino e GDD e matemática” — não trouxe novos registros em nenhum dos repositórios consultados.

Diante disso, adotamos como base para análise os resultados anteriores. No quadro a seguir, apresentamos os resultados encontrados na BDTD, incluindo o tipo de trabalho/código, título, autor, ano de publicação e link de acesso. A fim de facilitar a análise, foram atribuídos códigos T, para teses, e D, para dissertações. A seguir trazemos, o Quadro 7.

Quadro 7 - Trabalhos encontrados na BDTD Tipo de trabalho/ código	Título	Autor	Ano de publicação	Link de acesso
Tese T1	OML-ABC: um framework conceitual para repropósito de jogos digitais abertos para fins educacionais	Silva, Josivan Pereira da	2022	<a href="https://dspace.mackenzie.br/items/9857dc48-a44c-4812-9621-26568ba95c3f">https://dspace.mackenzie.br/items/9857dc48-a44c-4812-9621-26568ba95c3f</a>
Dissertação D1	Jogo digital educativo: planejamento e construção de narrativas no ensino de artes visuais	Reis, Valéria Patrícia Martins dos	2017	<a href="https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18768">https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18768</a>
Dissertação D2	SGDDEdu: um modelo de <i>short game design document</i> para jogos educacionais digitais curtos	Martins, Raiane dos Santos	2019	<a href="https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/28064">https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/28064</a>
Dissertação D3	Jogo de tabuleiro: cenário inovador na formação de professores de enfermagem	Laprano, Manoela Gomes Grossi	2015	<a href="https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7140/tde-25062015-151336/pt-br.php">https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7140/tde-25062015-151336/pt-br.php</a>
Dissertação D4	Cajedus: uma metodologia para concepção de jogos educativos para crianças surdas baseados em objetivos de aprendizagem da educação infantil	Galvão, Ludmilla Fernandes de Oliveira	2020	<a href="https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/67123">https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/67123</a>
Dissertação D5	Criação de laboratórios virtuais para a aquicultura	Cieslak, Igor de Albuquerque	2019	<a href="https://repositorio.ifpa.edu.br/jspui/handle/prefix/424">https://repositorio.ifpa.edu.br/jspui/handle/prefix/424</a>
Dissertação D6	Desenvolvimento de um protótipo de serious game simulado de sala de vacinação virtual para o processo ensino-aprendizagem em enfermagem	Silva, Francislene do Carmo	2020	<a href="https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-17092020-102349/pt-br.php">https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-17092020-102349/pt-br.php</a>

Fonte: BDTD (Biblioteca Digital brasileira de Teses e Dissertações), 2024.

Para realizar uma análise detalhada dos trabalhos identificados, foi feita uma leitura dos respectivos resumos para compreender o contexto abordado por cada autor. Após essa leitura inicial, verificou-se que nenhum dos estudos se dedica especificamente à criação ou aplicação de jogos digitais para o ensino de matemática, evidenciando a escassez de teses e dissertações que tratem desse tema.

Continuando a análise, o trabalho T1 aborda a modificação de jogos digitais de código aberto para sua conversão em jogos educativos, permitindo, segundo o autor, uma criação sistematizada de um Documento de Design de Jogo (GDD) fundamentado em engenharia reversa e testes de software.

O trabalho D1 propõe o desenvolvimento de um GDD voltado para artes visuais. Já no trabalho D2, a autora sugere uma metodologia para a criação de jogos digitais curtos, denominados *Short Game Design Document* (SGDD), voltados a jogos mais simples. A proposta levou à criação do SGDDedu, um SGDD específico para jogos educacionais curtos. A autora observa que “[...] verificamos que o SGDDedu tem relevância e facilita na produção de jogos educacionais digitais, orientando o educador na escrita do documento de especificação de jogos que melhor atendam às suas reais necessidades”.

No trabalho D3, é apresentada a proposta de criação de um jogo digital para o ensino de professores de enfermagem. Nesse estudo, foi desenvolvido um jogo intitulado “London Trip”, que oferece ao jogador uma perspectiva sobre os desafios enfrentados após a conclusão do curso de licenciatura em enfermagem.

O trabalho D4 propõe a criação de um jogo para deficientes auditivos, utilizando a metodologia CAJEDUS (Criação de Jogos Educativos para Surdos). A autora sugere a criação de um RPG para avaliar a eficácia dessa metodologia e conclui afirmando a validade de sua utilização: “[...] portanto, a partir da CAJEDUS, os desenvolvedores podem criar jogos educativos para crianças Surdas de acordo com os objetivos de aprendizagem da Educação Infantil Bilíngue”.

No trabalho D5, o autor documenta a trajetória da produção de um jogo digital voltado para auxiliar e simular o ensino de práticas agrícolas, enquanto no trabalho D6 a autora descreve o desenvolvimento de um protótipo de jogo destinado a auxiliar enfermeiros, simulando o ambiente de uma sala de vacinação.

Após essa análise inicial, decidiu-se que uma análise sistemática não seria viável, dado que nenhum dos trabalhos se dedica à criação de um protótipo de jogo digital específico para o ensino de matemática.

Para ampliar a busca, foi realizada uma pesquisa no Google Acadêmico, utilizando o descritor “GDD e ensino de matemática”. Essa busca resultou em alguns artigos e resumos, incluindo um trabalho de conclusão de curso. Apenas um artigo, apresentado no evento EPREM (Encontro Paranaense de Educação Matemática), abordava a criação de um jogo digital fundamentado em uma teoria educacional, mas o conteúdo do artigo se sobrepõe a esta própria pesquisa, tornando sua análise desnecessária.

A revisão da literatura sobre a criação de um GDD fundamentado em uma teoria educacional revela a escassez de trabalhos relacionados, o que justifica a relevância e pertinência de uma pesquisa nesta área, reforçando a importância do presente estudo.

Diante das considerações apresentadas, a utilização de jogos digitais no ensino tem se mostrado uma abordagem promissora para engajar os estudantes e facilitar a aprendizagem de conteúdos complexos. No entanto, poucos estudos exploram a criação de Jogos Digitais Pedagógicos (GDD) com base em teorias educacionais estruturadas. A proposta de desenvolver um GDD fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud visa preencher essa lacuna, oferecendo uma aplicação prática e teoricamente fundamentada para o ensino de conceitos matemáticos. A escassez de trabalhos que integrem essa teoria ao *design* de jogos digitais torna a pesquisa de grande relevância, pois contribui para a construção de metodologias mais eficazes, permitindo que os jogos não apenas estimulem o interesse dos alunos, mas também promovam um aprendizado significativo e alinhado a princípios educacionais sólidos. No próximo capítulo, será discutida a elaboração do GDD proposto, abordando os aspectos técnicos e pedagógicos envolvidos em seu desenvolvimento.

## 5. PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DO GDD

Neste capítulo, é falado sobre o processo de criação do GDD, seguindo os passos da EDI. A seguir, iniciaremos a aplicação do primeiro, o ciclo Analítico-hipotético, a partir da fase analítica, especificando nosso campo de estudo e formando nossa equipe.

### 5.1 Ciclo Analítico-Hipotético

Inicia-se, neste momento, a fase analítica da pesquisa. Segundo Tiburcio (2020), nesta etapa, levantam-se as hipóteses e identificam-se os problemas que o jogo proposto ajudará a resolver. É o momento de definir os conhecimentos envolvidos e, de maneira hipotética, estabelecer como o jogo poderá contribuir para a compreensão desses conteúdos.

Para nortear essa etapa, foi proposto, por Tiburcio (2020), quatro questionamentos, que apresentamos a seguir, trazendo nossas respostas.

**1- Quais são os problemas percebidos que o *software* poderá se apresentar como solução?**

Analisando os pressupostos do ensino das operações de adição e subtração, alinhando com o que nossa revisão de literatura nos trouxe sobre a utilização dos jogos digitais no contexto educacional, um jogo de Matemática voltado para alunos do Ensino Fundamental Anos Iniciais pode resolver vários problemas comuns. Primeiro, ele transforma o aprendizado da Matemática, que muitas vezes é visto como desinteressante, em algo divertido e envolvente, aumentando o engajamento dos alunos.

Além disso, os jogos podem ajudar a manter a atenção das crianças, utilizando níveis e recompensas que incentivam a concentração e o esforço contínuo. Outro ponto é a acessibilidade, já que o jogo pode se adaptar a diferentes ritmos e estilos de aprendizagem, garantindo que todos os alunos possam acompanhar o conteúdo. O feedback instantâneo fornecido pelos jogos também acelera o processo de correção e entendimento dos erros, tornando a aprendizagem mais eficiente.

Ao apresentar cenários práticos, o jogo mostra a aplicabilidade da Matemática no dia a dia, tornando o aprendizado mais relevante para os alunos. Por fim, a personalização dos desafios conforme a habilidade de cada aluno pode ajudar a reduzir a desigualdade no nível de conhecimento, proporcionando uma experiência de aprendizado mais equilibrada.

**2- Quais conhecimentos se pretende abordar na utilização do *software*?**

Pensando na utilização do jogo digital para o ensino, temos várias habilidades e conceitos que os estudantes irão adquirir ao jogar. Os conceitos de adição e subtração serão centrais, pois são fundamentais para a construção de habilidades matemáticas mais avançadas. Além disso, o *software* irá trabalhar com a resolução de problemas, essencial para a construção do pensamento aditivo do estudante. Para a formulação dos problemas, nos fundamentamos na Teoria dos Campos Conceituais, particularmente no Campo Conceitual das Estruturas Aditivas. A compreensão de padrões numéricos e a manipulação de operações básicas também podem ser exploradas para consolidar a aprendizagem dos estudantes. Outro aspecto importante é o desenvolvimento de estratégias de cálculo mental, que são úteis para agilizar a resolução de problemas do dia a dia. Além do mais, o jogo trabalha diversas habilidades sociais que ajudam o estudante, e provocam a criatividade.

### **3- Considerando as relações entre os saberes delimitados, quais conceitos e definições devem estar presentes?**

Para utilizar o *software* de maneira eficaz e explorar os conhecimentos pretendidos, diversos conceitos e definições devem estar presentes. Primeiramente, os diferentes significados de adição e subtração precisam ser estabelecidos. Para isso, utilizamos a Teoria dos Campos Conceituais, que nos respaldou. O conceito de números inteiros, o SND e suas propriedades fundamentais também são essenciais para subsidiar a aquisição dos conceitos referentes ao Campo Conceitual das Estruturas Aditivas. Outro aspecto importante é a resolução de problemas, abordado com a proposição de diferentes tipos de situações-problema, conforme a classificação de Vergnaud, para as estruturas aditivas. Cada tipo, demanda um cálculo relacional distinto, embora o cálculo numérico seja o mesmo, promovendo o desenvolvimento do pensamento algébrico e computacional. Além disso, estratégias de cálculo mental devem ser favorecidas, incentivando os alunos a realizarem operações de maneira rápida e eficiente sem o uso de ferramentas auxiliares. Por fim, é importante incluir tarefas que abordem a lógica matemática e o raciocínio crítico, como a análise de problemas e a aplicação de estratégias para encontrar soluções.

### **4- Qual será o diferencial da utilização desse *software* comparado a um ambiente papel e lápis?**

A utilização desse *software* traz várias vantagens em relação ao ambiente tradicional de papel e lápis. Analisado o dito anteriormente, o jogo digital fornece um ambiente encorajador aos estudantes, e assim pode despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão de

conceitos matemáticos. Com *feedback* instantâneo, os estudantes podem analisar e aprender com seus erros em tempo real, o que pode acelerar o processo de aprendizagem. Além disso, o *software* pode se adaptar ao ritmo de cada aluno, oferecendo desafios personalizados que atendem às necessidades individuais, algo difícil de conseguir com métodos tradicionais. Outro diferencial é a possibilidade de integração de multimídia, como vídeos e animações, que podem tornar conceitos abstratos mais concretos e fáceis de entender.

Após responder os quatro questionamentos, apontamos que os potenciais usuários de nosso jogo são os alunos e os professores do Ensino Fundamental Anos Iniciais, tendo um foco no quarto e quinto ano, apesar que os problemas de estruturas aditivas contidas no jogo podem ser resolvidos também por alunos dos anos anteriores.

### 5.1.1 Composição da equipe

A equipe será composta de diferentes profissionais, sendo um professor de educação básica mestrando, um estudante de graduação, um designer gráfico e dois professores universitários doutores, como mostra no Quadro 8 - Membros da equipe.

**Quadro 8 - Membros da equipe**

<b>Participante</b>	<b>Função</b>	<b>Formação</b>	<b>Contribuição</b>
João Victor Badoco	Pesquisador	Mestrando	Liderar o processo de desenvolvimento do GDD. Observar os elementos educacionais.
Clélia Maria Ignatius Nogueira	Orientadora	Doutora em educação	Orientação do andamento da pesquisa.
Renato Francisco Merli	Coorientador	Doutor em Educação em Ciências e Educação Matemática	Orientação no andamento da pesquisa e no desenvolvimento do jogo.
Felipe Fadel	Programador	Estudante de graduação	Desenvolver o protótipo do jogo.
Alex Expedito Custódio	Designer gráfico	Designer gráfico	Responsável por desenvolver as artes e designer gráfico do jogo.

Fonte: autor.

## 5.2 Hipotético-experimental

### 5.2.1 Ideias iniciais do GDD – Prototipação.

#### **Game: Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo**

Para a elaboração escrita do GDD, foi utilizado como *template* o modelo elaborado pela autora Sena (2017), que propôs um modelo específico para GDDE. No modelo, consta a fase de elaboração, assim como as análises prévias dos problemas elaborados para compor o jogo, conforme mostrado no Quadro 9.

**Quadro 9 - GDDE - Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo**

**1. Capa**

- Desafio dos deuses: Matemática no Olimpo
- Versão final



**2. CONTEÚDO DO DOCUMENTO**

**Gênero:**

- Aventura

**Plataforma:**

- PC
- Navegador WEB
- Link de acesso (temporário): <https://fadehamem.itch.io/desafio-dos-deuses>

**Modo de interação:**

- *Single Player*

**Controles:**

Tecla	Funcionabilidade
W	Avançar pelas Ilhas
Enter	Entrar nas ilhas
Botão esquerdo do mouse	Interagir e responder
Esc	Abrir menu de pause

**Gameplay:**

- O jogo será em 2D com perspectiva para 3D. Como a ideia é usar os deuses, cada fase que o jogador passar mudará de cenário. A ideia é colocar algo relacionado com cada deus da fase no cenário, também ter animações dos deuses se mexendo, ou mudando o semblante do rosto a cada problema que surgir.

Cada fase terá como base os 6 tipos de situação-problema, sendo os 2 tipos de problemas de composição e os 4 tipos de problemas de transformação, encontrados em Magina *et al.* (2008). No jogo, não apareceram os problemas do tipo comparação.

- O jogo é dividido em 7 fases; cada fase é dada por um deus da mitologia grega (Apolo, Hefesto, Artemis, Afrodite, Hera, Poseidon e Zeus). Cada fase terá 6 problemas aleatórios, associados a um banco de dados com 12 problemas de mesmo nível de conhecimento e caracterizados por situações de mesmo tipo, sendo adaptados para os próprios deuses (como se fossem eles que criassem o problema). Nas fases, os problemas serão incorporados a *mini games*.
- Em caso de erro em uma questão, outra pergunta, de dificuldade e natureza semelhantes, é apresentada de forma aleatória. O jogador deve acertar 6 desafios para avançar à próxima fase. Se cometer dois erros em uma mesma fase, a deusa Atena surge e oferece uma breve dica, sem sugerir diretamente a resposta, para auxiliar o desafiante a prosseguir. Caso o jogador erre mais de cinco vezes, o jogo é reiniciado. Ao término de cada fase, o deus responsável por aquela etapa aparece para parabenizar o jogador pela progressão.
- A sétima e última fase é liderada por Zeus. Após a resolução correta dos 6 problemas dessa fase, uma imagem dos oito deuses do jogo é exibida, parabenizando o jogador e concedendo-lhe o título de “Digno de entrar no Monte Olimpo”.

#### **História:**

- *No Monte Olimpo, deuses poderosos da mitologia grega vigiam o progresso humano na compreensão da matemática. Percebendo que a matemática era essencial para o avanço da civilização, eles decidiram encontrar pessoas que pudessem ajudar outras pessoas a aprenderem esta importante disciplina.*
- *Zeus, o rei dos deuses, decidiu criar o Desafio dos Deuses, uma competição composta por uma série de problemas matemáticos criados pelos próprios deuses, para testar a humanidade. Os deuses convidam as pessoas mais brilhantes da Terra para participarem deste desafio.*
- Assim, o jogador/estudante é convidado a assumir o papel de um desses mortais, um(a) jovem talentoso(a) em matemática que é escolhido(a) pelos deuses para representar a humanidade.

#### **Conteúdo e objetividade de aprendizagem:**

- **Público-alvo:** Estudantes do 4º e 5º Anos do Ensino Fundamental;
- **Conteúdos:** Adição e subtração.
- **Livros Base:** 1) *Repensando a Adição e Subtração* (Magina; Campos; Nunes; Gitirana, 2008); 2) *A matemática a criança a matemática e a realidade* (Vergnaud, 2009); 3) *Adição e Subtração - O Suporte Didático Influencia a Aprendizagem do Estudante* (Santana, 2012).
- **Faixa etária dos jogadores:** entre 9 e 11 anos
- O jogo “Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo” tem como propósito central promover o desenvolvimento de habilidades matemáticas por meio de uma experiência lúdica, narrativa e significativa. Ao ser inserido em contextos escolares, ele visa favorecer a compreensão e a aplicação de conceitos do campo conceitual aditivo, como as estruturas de transformação, composição e de

quantidades. Por meio da resolução de problemas contextualizados e desafiadores, o jogo estimula os alunos a mobilizarem estratégias cognitivas variadas, como o cálculo mental, a decomposição e a estimativa, desenvolvendo autonomia, raciocínio lógico e flexibilidade operatória.

- Além disso, o jogo possibilita que os estudantes estabeleçam relações entre diferentes representações matemáticas — simbólicas, verbais e visuais —, ampliando sua capacidade de argumentação e expressão com base na linguagem matemática. Ao integrar os conteúdos matemáticos a uma narrativa mitológica rica e envolvente, o jogo também favorece o trabalho interdisciplinar e contextualizado, aproximando o conteúdo curricular do universo cultural e simbólico dos alunos.
- Outro aspecto relevante é o estímulo à reflexão sobre o erro, que passa a ser entendido não como falha definitiva, mas como parte essencial do processo de aprendizagem. Por meio do retorno oferecido pelo jogo e da possibilidade de reformular estratégias, os estudantes são encorajados a persistir e a aprimorar seus raciocínios. Em conjunto, esses elementos contribuem para uma aprendizagem ativa, crítica e significativa, alinhada a uma concepção construtivista e formativa do ensino de matemática.

**Tecnologia:**

- PC com sistema operacional Windows e acesso a internet
- Desenvolvido no UNITY

**Mecânicas:**

- O jogo será em 2D com perspectiva para 3D. Como a ideia é usar os deuses, cada fase que o jogador passar mudará de cenário.

**Arte:**

- As imagens e artes do jogo “Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo” foram desenvolvidas digitalmente com base em descrições detalhadas, buscando manter coerência estética e identidade visual ao longo de todas as fases e elementos do jogo. O estilo visual adotado segue uma linha de ilustração semi-realista com influência de estética mitológica e elementos clássicos da Grécia Antiga, com cores vibrantes, cenários simbólicos e personagens expressivos.

**Personagens:**

*Jogador(a)* - O mortal (ou representante) que será desafiado pelos deuses (a ideia é que tenham vários personagens diferentes para a escolha).



Com base na narrativa do jogo *Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo* — que apresenta uma competição entre humanos e deuses inspirada na mitologia grega —, os personagens representados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que é um esboço conceitual, ilustram possíveis figuras mitológicas e fantásticas que habitam esse universo lúdico e desafiante. Entre eles, destacam-se o imponente *Cérbero*, guardião de três cabeças; o *Sátiro*, com expressão astuta e postura ágil; o *Grifo*, criatura alada de presença majestosa; o *Golem*, gentil e curioso, coberto por elementos da natureza; e, por fim, a *Armadura Vazia/Fantasma*, que representa o protagonista/jogador.

A escolha desta última como personagem principal não é aleatória: a armadura vazia simboliza o estudante em sua jornada de construção do conhecimento, um ser inicialmente “vazio”, mas com potencial para se preencher de saberes ao superar os desafios propostos pelo jogo. Sem rosto ou identidade fixa, ela permite que qualquer aluno se projete no personagem, tornando-se um agente ativo da própria aprendizagem. Além disso, sua forma neutra e enigmática carrega o simbolismo de que o verdadeiro poder está na mente — ou seja, na capacidade de resolver problemas, aprender e evoluir.



#### Agentes pedagógicos:

*Atena* – Deusa da sabedoria, ela irá aparecer no início do jogo e sempre que o jogador tiver dificuldades para ajudá-lo.



Atena é concebida no contexto do jogo como símbolo da inteligência estratégica, do raciocínio lógico e da sabedoria aplicada. Sua armadura dourada, escudo com ramos de oliveira e lança remetem ao equilíbrio entre força e razão, refletindo sua importância como divindade que atua como guia e aliada do jogador nas fases que exigem maior elaboração cognitiva.

No desenvolvimento do *Game Design Document* (GDD), a inserção de Atena fortalece a integração entre narrativa mitológica e os objetivos pedagógicos do jogo, promovendo uma mediação que favorece a aprendizagem. Atena auxilia o jogador a compreender os problemas, oferecendo pistas, instruções e encorajamento, facilitando a mobilização de esquemas conceituais e estratégias cognitivas. Sua presença contribui não apenas para o envolvimento estético e narrativo, mas também para o suporte à progressão pedagógica, em consonância com os princípios de um GDD, no qual cada personagem cumpre uma função específica na construção de uma experiência significativa e orientada à aprendizagem.

*Apolo* – Deus da Música e do Sol, ele será responsável pelos desafios da primeira fase.



A imagem apresenta uma representação estilizada do deus grego Apolo, divindade associada à música, à luz e ao conhecimento. A presença da lira em suas mãos remete à harmonia e ao ritmo — elementos que também são centrais no *game design*, já que o equilíbrio entre desafio e progressão é essencial para manter a experiência do jogador envolvente.

Conforme discutido no capítulo conceitual sobre GDD, a construção de personagens com forte apelo simbólico e narrativo contribui para criar um universo coeso e imersivo, no qual cada divindade pode representar uma fase, habilidade ou tipo de problema matemático. Nesse sentido, Apolo atua como uma figura tutelar ou antagonista refinado, desafiando o protagonista/jogador com enigmas que exigem raciocínio lógico e pensamento estratégico, conectando estética, narrativa e mecânica de jogo.

*Hefestos* –Ferreiro dos deuses, ele será responsável pelos desafios da segunda fase.



A imagem apresentada representa o deus Hefestos, concebido como um dos antagonistas no jogo. Associado ao fogo, à forja e à criação de artefatos divinos, Hefestos foi reinterpretado visualmente com atributos robustos, postura imponente e elementos visuais que evocam poder técnico e artesanal — características que dialogam diretamente com os desafios propostos no jogo. Dentro da narrativa, Hefestos personifica o domínio das estruturas racionais e construtivas do pensamento matemático, sendo responsável por submeter o jogador a situações-problema que envolvem lógica, operações encadeadas e raciocínio estratégico.

Do ponto de vista do *Game Design Document* (GDD), a presença desse personagem cumpre funções essenciais: ele representa uma etapa de progressão no jogo, eleva o nível de complexidade dos desafios e reforça a imersão narrativa por meio da coerência simbólica entre estética, narrativa e mecânica. Conforme apontado no capítulo conceitual sobre jogos, personagens bem construídos cumprem um papel de mediação pedagógica ao fomentar o engajamento e orientar a experiência do jogador. Assim, Hefestos é mais do que um obstáculo: é um catalisador de aprendizagem, cujas provações incentivam a mobilização de esquemas conceituais conforme a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, fortalecendo a dimensão didático-pedagógica do jogo.

*Artemis* – Irmã gêmea de Apolo, deusa da caça, ela será responsável pelos desafios da terceira fase.



A imagem, representando Ártemis, deusa da caça e irmã gêmea de Apolo, foi concebida como figura central da terceira fase. Sua representação iconográfica — com arco em punho, vestes leves em tons verdes e dourados, e postura vigilante — evoca precisão, agilidade e foco. No enredo do jogo, Ártemis propõe ao jogador um desafio ambientado em um labirinto no estilo Pac-Man, no qual é necessário evitar seus servos — os “fantasmas” — e coletar as respostas corretas para problemas matemáticos. Os desafios desta fase envolvem problemas do tipo transformação com final desconhecido, com diferentes níveis de complexidade. São apresentados, por exemplo, enunciados como: “Durante a lua cheia, 35 lobos foram vistos uivando perto do templo de Ártemis. Horas depois, mais 24 lobos apareceram. Quantos lobos estavam reunidos ao final da noite?”, exigindo do jogador a resolução de somas como  $35 + 24$ , ao mesmo tempo em que lida com distrações e o risco de “perder uma vida” ao errar a resposta.

Sob a perspectiva do *Game Design Document* (GDD), Ártemis é mais que uma personagem decorativa: ela é fundamental para articular narrativa, ambientação e desafio matemático. Sua figura fortalece a coerência estética e funcional do jogo ao integrar o universo mitológico ao desenvolvimento do campo conceitual aditivo, em especial o esquema de transformação. Como orienta a literatura sobre design de jogos educativos, o uso de metáforas visuais e simbólicas facilita o engajamento e a aprendizagem significativa, permitindo ao jogador desenvolver estratégias cognitivas em contextos lúdicos. Ártemis, assim, conduz o estudante por uma trilha de raciocínio que exige atenção, interpretação e ação, promovendo uma experiência educacional imersiva e reflexiva.

*Afrodite* – Deusa da beleza, ela será responsável pelos desafios da quarta fase.



Afrodite deusa da beleza e do amor, ocupa a quarta fase do jogo. Visualmente, ela é caracterizada por uma postura confiante e elegante, adornada com elementos dourados e cores suaves, transmitindo uma aura de serenidade e encanto. No contexto do jogo, Afrodite não atua como antagonista, mas sim como uma anfitriã que convida o jogador a montar um quebra-cabeça, liberando suas peças à medida que resolve problemas matemáticos do tipo transformação desconhecida, conforme definido por Vergnaud.

Os problemas dessa fase envolvem situações como “Afrodite tinha 60 corações dourados e agora possui 100. Quantos ela ganhou?”, exigindo do jogador a aplicação do raciocínio subtrativo com números maiores e em contextos lúdicos. Essa associação reforça o caráter simbólico da personagem: assim como o amor e a beleza se constroem por meio de pequenas transformações, também os desafios matemáticos requerem percepção progressiva e articulação de conhecimentos prévios. Na lógica do *Game Design Document* (GDD), essa fase equilibra desafio cognitivo e envolvimento estético, promovendo uma experiência em que o afeto e o raciocínio coexistem, fortalecendo a imersão e a aprendizagem.

*Hera* – Rainha dos deuses, esposa de Zeus, ela será responsável pelos desafios da quinta fase.



A imagem representa Hera, rainha dos deuses e esposa de Zeus, que lidera a quinta fase do jogo. Caracterizada por uma postura altiva, coroa dourada, vestes azuis e adereços simbólicos da realeza, sua figura transmite autoridade e poder, condizentes com sua posição mitológica. Na narrativa do jogo, Hera prende o jogador em uma sala e propõe um desafio de “escape”, no qual o avanço depende da resolução de problemas matemáticos do tipo transformação positiva com estado inicial desconhecido. O jogador deve explorar o ambiente e clicar em objetos que revelam situações-problema, como por exemplo: “Hera possuía alguns pavões no jardim do Olimpo. Depois, recebeu 5 pavões como presente de Zeus, e agora tem 12 pavões no total. Quantos pavões Hera tinha antes?”. Cada acerto concede uma chave para abrir a porta da sala; ao errar, o objeto é bloqueado e, após três erros, a fase reinicia.

Do ponto de vista do *Game Design Document* (GDD), Hera representa uma etapa intermediária com elevação gradual da dificuldade. Os problemas desta fase introduzem números maiores e elementos de distração, exigindo do jogador estratégias mais refinadas de subtração e controle atencional. Sua presença fortalece a coerência narrativa e a progressão pedagógica, articulando estética, mecânica e objetivo educacional. Conforme previsto no capítulo conceitual do GDD, personagens como Hera operam como mediadores simbólicos do conteúdo, promovendo desafios significativos que favorecem a construção de esquemas conceituais e a consolidação das estruturas aditivas da Teoria dos Campos Conceituais.

*Poseidon* – O deus dos mares será responsável pelos desafios da sexta fase.



Poseidon, deus dos mares e senhor das profundezas, é figura central da sexta fase do jogo. Representado com uma coroa dourada, tridente imponente e túnica em tons marinhos, sua aparência traduz autoridade, força e movimento — características associadas à natureza fluida e instável dos oceanos. Essa estética visual se conecta diretamente ao desafio proposto na narrativa: o jogador deve realizar uma caça aos tesouros submersos, resolvendo problemas matemáticos para desbloquear baús que serão oferecidos como presentes a Zeus. Os problemas desta fase pertencem à classe transformação negativa com estado inicial desconhecido, sendo exemplos típicos: “Poseidon deu 30 baús a um amigo e ficou com 70. Quantos baús tinha inicialmente?” ou “Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de relíquias e deu 70, ficando com 300. Quantas tinha no início?”. Esses desafios exigem do jogador o domínio de estratégias de subtração inversa e a capacidade de interpretar enunciados com números maiores e elementos de distração, próprios da terceira extensão da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Do ponto de vista do *Game Design Document* (GDD), Poseidon simboliza o ápice dos desafios antes da fase final, operando como uma “prova de maturidade” conceitual. O aumento da complexidade dos enunciados, associado à ambientação visual e narrativa coerente, contribui para consolidar o aprendizado progressivo. O caráter simbólico do mar — lugar de tesouros escondidos e perigos ocultos — reforça o aspecto investigativo e reflexivo dessa fase, na qual o estudante-jogador precisa demonstrar precisão, leitura crítica e domínio das estruturas aditivas. Assim, Poseidon não apenas guia o percurso da narrativa, mas também estrutura a culminância pedagógica do jogo, associando desafio matemático, imersão estética e significado educacional.

*Zeus* – O deus dos céus, raios e relâmpagos, governante do monte olimpo, será responsável pela fase final, e dará acesso ao jogador ao monte olimpo.



A imagem retrata Zeus, deus dos céus, dos relâmpagos e governante supremo do Olimpo, que protagoniza a fase final do jogo *Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo*. Com feições imponentes, cabelos e barba brancos esvoaçantes, coroa dourada e raio em punho, sua figura simboliza poder, julgamento e a culminância dos desafios enfrentados pelo jogador. Na narrativa, Zeus desafia o protagonista em um labirinto inspirado no mito de Teseu e do Minotauro, onde o avanço depende da resolução correta de problemas do tipo composição de transformações. A cada bifurcação, o jogador precisa responder corretamente um problema matemático para escolher o caminho seguro; erros levam ao encontro do Minotauro, sendo possível escapar apenas duas vezes com acertos adicionais antes de reiniciar a fase.

**Mundo:**

- O mundo do jogo “Desafio dos Deuses” é ambientado no universo mitológico do Monte Olimpo, onde os deuses gregos observam e intervêm no progresso da humanidade por meio de desafios matemáticos. Toda a ambientação carrega uma atmosfera épica e simbólica, misturando elementos clássicos da cultura greco-romana com mecânicas de jogos digitais. Os cenários possuem texturas que remetem a mármore, pergaminhos antigos, colunas ornamentadas e paisagens naturais e mitológicas, como florestas encantadas, mares sagrados, templos elevados e salões divinos. A atmosfera geral é de mistério, reverência e aventura, onde cada fase representa uma prova imposta por uma divindade, mas também uma oportunidade de aprendizado e superação.
- A trilha sonora, a paleta de cores e o design dos personagens reforçam esse ambiente místico e heroico. Tons dourados, azuis e púrpuras predominam, remetendo à divindade, sabedoria e poder. O jogador percorre esse universo na pele de uma “Armadura Vazia”, símbolo de um aprendiz em potencial, pronto para ser preenchido com saber.



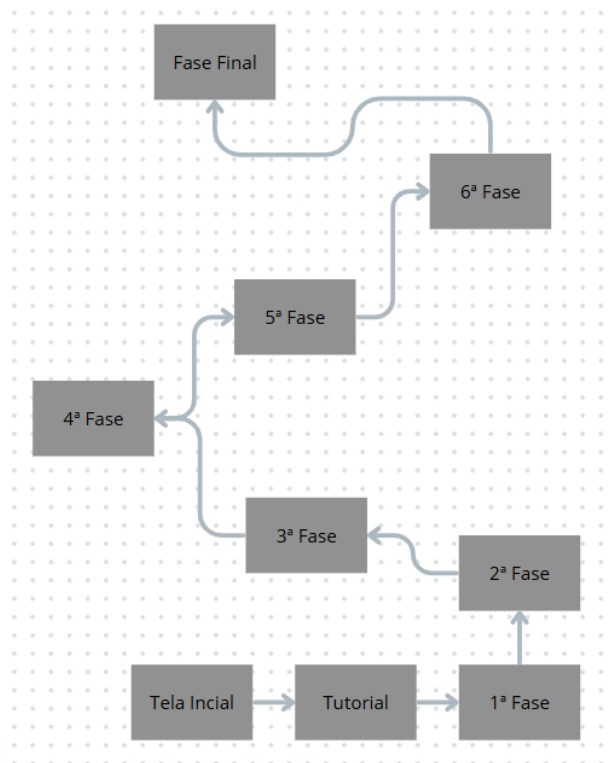
#### HUD:

- A HUD (interface do usuário) do jogo “Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo” foi projetada para harmonizar com a estética mitológica e, ao mesmo tempo, garantir clareza e funcionalidade para o jogador. Os elementos visuais são inspirados em pergaminhos, molduras douradas, ícones cerimoniais e símbolos gregos, compondo uma interface elegante, simbólica e intuitiva.





### Fluxo de Telas:



#### 1. Tela de Abertura (*Cutscene* Inicial)

- Ao iniciar o jogo, é exibida uma animação introdutória narrada pela Deusa Atena. Nessa *cutscene* de 15 a 20 segundos, ela apresenta a história do jogo, explicando como os deuses gregos decidiram criar uma competição matemática para testar os humanos. A estética é épica e mitológica, com nuvens, templos e uma trilha sonora imersiva.

#### 2. Tela Inicial / Menu Principal

Após a introdução, o jogador acessa o menu principal, que apresenta as seguintes opções:

- Jogar
- Opções
- Créditos
- Teclas

#### 3. Tela de Tutorial

- Essa tela apresenta ao jogador as mecânicas básicas do jogo:

- Como responder aos desafios matemáticos
  - Explicação sobre a barra de vida, pontuação e inventário
  - Como movimentar o personagem nas fases com navegação
- O conteúdo é interativo e ilustrado, com linguagem acessível.
4. Tela do Mapa Interativo
- O Mapa do Olimpo é exibido como um pergaminho dividido em sete regiões, cada uma representando uma fase associada a um deus. O mapa apresenta:
  - Fase atual (realçada)
  - Fases concluídas (com selo dourado)
  - Fases bloqueadas (com névoa ou cadeado)
  - O jogador seleciona a fase desejada para continuar sua jornada.
5. Tela da Fase (Gameplay)
- Cada fase possui sua própria tela, com os seguintes elementos:
  - Cenário temático correspondente ao deus da fase
  - HUD com barra de vida, pontuação, personagem e inventário
  - Problemas matemáticos contextuais
  - Diálogos com o deus que apresenta e encerra a fase
  - Elementos interativos como baús, chaves, fantasmas ou caminhos
6. Tela de Conclusão da Fase
- Ao terminar a fase com sucesso, uma mensagem personalizada é exibida com uma fala do deus correspondente. O jogador pode:
  - Avançar para a próxima fase
  - Rever os problemas resolvidos
  - Voltar ao mapa
7. Tela Final (Desafio de Zeus)
- Na fase final, o jogador encara o labirinto do Minotauro. Zeus o desafia a fazer escolhas estratégicas respondendo a problemas compostos. Ao concluir essa fase, uma nova animação ou mensagem de encerramento celebra a vitória e o conhecimento adquirido.
8. Tela de Créditos
- A última tela apresenta:
  - Nome dos criadores e desenvolvedores
  - Referências pedagógicas e bibliográficas
  - Fontes das imagens, trilhas e vozes
  - Agradecimentos e instituições envolvidas

***Minigames:***

- Cada fase do jogo será composta de um minigame
- O jogador/estudante precisa passar por todas as fases em sequência para terminar o jogo

- Cada fase terá um banco de dados contendo 12 situações problemas, sendo específica para cada deus que ela compete, trazendo suas características pessoais.

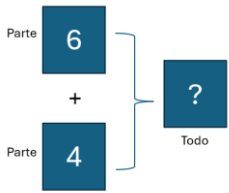
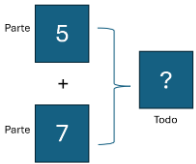
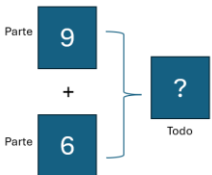
Fases:

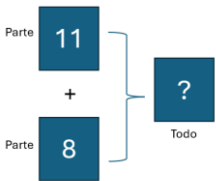
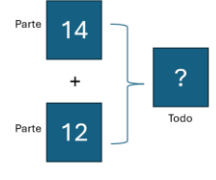
### **Primeira fase (deus Apolo), Quiz matemático**

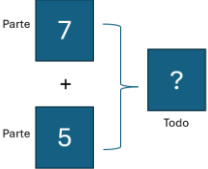
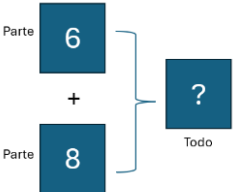
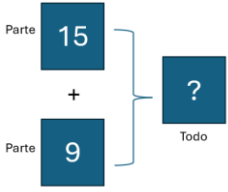
A primeira fase, destinada ao deus Apolo, será um jogo de pergunta e respostas, na qual aparecerá o deus Apolo, que irá explicar como o jogo funciona: “*Olá, caros humanos! Neste desafio, vocês terão um jogo de perguntas e respostas. Vocês terão um tempo de 60 segundos para responder de forma correta problemas. Os problemas terão alternativas a, b, c e d, sendo apenas uma correta. Passarão para a próxima fase caso acertem 6 problemas. Boa sorte, meus guerreiros!*”. Nesta fase, estarão os problemas de composição do tipo todo desconhecido. As perguntas serão ao estilo “show do milhão”, tendo alternativas para que eles assinalem a fim de chegar na resposta correta. Ao responder corretamente 6 perguntas, o deus Apolo aparece, dá os parabéns e guia o aluno à próxima fase. Segue, abaixo, um esboço de como será a fase.

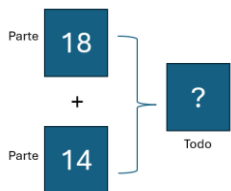
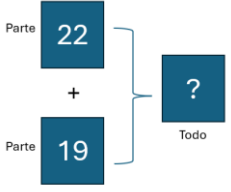


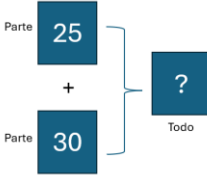
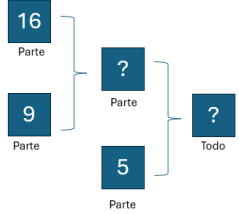
Banco de questões e análise *a priori* Apolo

Enunciado dos Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
<p>Apolo reuniu 6 musas para cantar e 4 musas para tocar lira. Quantas musas estavam presentes?</p>	<p>a) 10 b) 2 c) 11 d) 6</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Com números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem perceber que todas as musas fazem parte do grupo total, então precisam somar: <math>6 + 4 = 10</math></p>	<p>Erro: Responder 6. O estudante pode pensar que o problema pede apenas o número de musas que cantam.</p> <p>Erro: Responder 4. Pode ocorrer se o estudante considerar apenas as musas que tocam lira.</p> <p>Erro: Responder 8. Se o estudante fizer uma subtração errada em vez de uma soma.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
<p>Apolo convidou 5 poetas e 7 músicos para um banquete no Olimpo. Quantas pessoas Apolo convidou para o banquete?</p>	<p>a) 10 b) 12 c) 7 d) 5</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Com números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem perceber que os dois grupos fazem parte do total de convidados, então precisam somar: <math>5 + 7 = 12</math></p>	<p>Erro: Responder 5 ou 7. O estudante pode contar apenas um dos grupos, esquecendo do outro.</p> <p>Erro: Responder 2. Pode ocorrer se o estudante subtrair os números em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
<p>No festival de Apolo, participaram 9 aurigas (condutores de bigas) e 6 cavaleiros montados a cavalo. Quantos competidores</p>	<p>a) 9 b) 6 c) 15 d) 96</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Com números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem perceber que ambos os grupos fazem parte da competição e somar: <math>9 + 6 = 15</math></p>	<p>Erro: Responder 9 ou 6. O estudante pode considerar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 3. Pode ocorrer se o estudante</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>

<p>havia no total?</p>				<p>subtrair os números em vez de somá-los.</p> <p>Erro: Responder 96. Pode acontecer se o estudante concatenar os números (9 e 6) em vez de somá-los.</p>	
<p>Para celebrar a vitória de Apolo contra a serpente Píton, Zeus organizou uma festa com 11 deuses e 8 semideuses. Quantas pessoas Apolo convidou?</p>	<p>a) 19 b) 3 c) 6 d) 20</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Com números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem entender que ambos os grupos são parte do total e somar: <math>11 + 8 = 19</math></p>	<p>Erro: Responder 11 ou 8. O estudante pode considerar apenas um grupo e esquecer do outro.</p> <p>Erro: Responder 3. Pode ocorrer se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 118. Pode acontecer se o estudante concatenar os números (11 e 8) em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
<p>Apolo preparou 14 flechas douradas e 12 flechas prateadas para um torneio de arco e flecha. Quantas flechas ele preparou no total?</p>	<p>a) 14 b) 24 c) 26 d) 2</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>Os estudantes devem perceber que ambas as quantidades fazem parte do total e somar: <math>14 + 12 = 26</math></p>	<p>Erro: Responder 14 ou 12. O estudante pode considerar apenas um dos conjuntos de flechas.</p> <p>Erro: Responder 2. Pode ocorrer se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 24. Pode acontecer se o estudante errar a soma,</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>

				talvez somando incorretamente as unidades	
Apolo tinha 7 pégasos dourados e 5 pégasos prateados em seu estábulo. Quantos pégasos havia no total?	a) 10 b) 11 c) 12 d) 13	Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores	Os estudantes devem somar as duas quantidades: $7 + 5 = 12$	<p>Erro: Responder 7 ou 5. O estudante pode considerar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 2. Pode ocorrer se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 75. Se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
No templo de Apolo, havia 6 liras de ouro e 8 liras de prata. Quantas liras havia no total?	a) 14 b) 15 c) 16 d) 17	Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores	Os estudantes devem somar as duas quantidades: $6 + 8 = 14$	<p>Erro: Responder 6 ou 8. O estudante pode esquecer de somar os dois grupos.</p> <p>Erro: Responder 2. Pode ocorrer se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 68. Se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
Apolo mandou fabricar 15 arcos de bronze e 9 arcos de prata para um torneio. Quantos arcos foram fabricados no total?	a) 20 b) 21 c) 22 d) 24	Nível 3 Introdução de Informações Irrelevantes	Os estudantes devem somar as quantidades de arcos: $15 + 9 = 24$	<p>Erro: Responder 15 ou 9. O estudante pode considerar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 6. Pode ocorrer se o estudante subtrair os Números em</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>

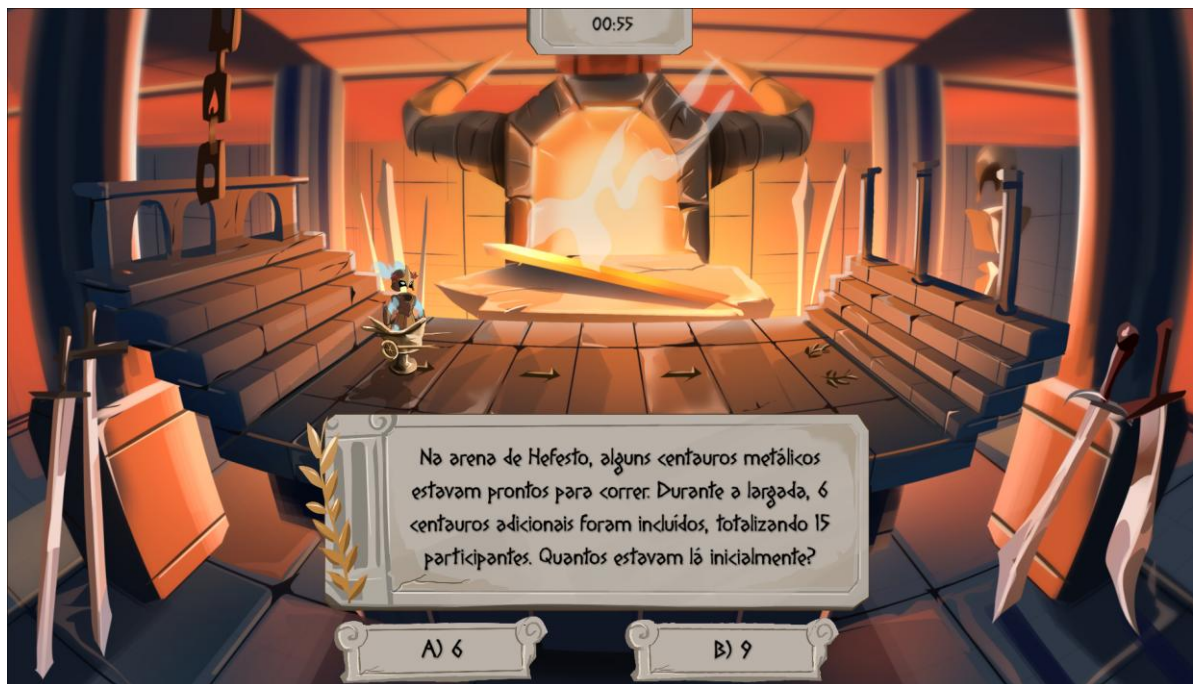
				vez de somá-los.  Erro: Responder 159. Se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.	
Para um banquete, Apolo preparou 18 taças de néctar e 14 taças de vinho para os deuses. Quantos itens foram preparados para o banquete?	a) 30 b) 31 c) 32 d) 33	Nível 3 Introdução de Informações Irrelevantes	Os estudantes devem somar as quantidades de taças e pratos: $18 + 14 = 32$	Erro: Responder 18 ou 14. O estudante pode considerar apenas um dos grupos.  Erro: Responder 4. Pode ocorrer se o estudante subtrair os Números em vez de somá-los.  Erro: Responder 1814. Se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
Apolo construiu 22 colunas de mármore e 19 colunas de ouro para seu templo em Delfos. Quantas colunas foram erguidas no total?	a) 40 b) 41 c) 42 d) 43	Nível 3 Introdução de Informações Irrelevantes	Os estudantes devem somar as quantidades de colunas: $22 + 19 = 41$	Erro: Responder 22 ou 19. O estudante pode esquecer de somar os dois grupos.  Erro: Responder 3. Pode ocorrer se o estudante subtrair os Números em vez de somá-los.  Erro: Responder 2219. Se o estudante concatenar os números em	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>

				vez de somá- los.	
<p>Na grande procissão do Olimpo, 25 deuses e 30 semideuses desfilaram em homenagem a Apolo. Quantos participantes desfilaram no total?</p>	<p>a) 52 b) 53 c) 54 d) 55</p>	<p>Nível 3 Introdução de Informações Irrelevantes</p>	<p>Os estudantes devem somar as quantidades de participantes: <math>25 + 30 = 55</math></p>	<p>Erro: Responder 25 ou 30. O estudante pode contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 5. Pode ocorrer se o estudante subtrair os Números em vez de somá-los.</p> <p>Erro: Responder 2530. Se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido.</p>
<p>No concurso de música de Apolo, participaram 16 harpistas, 9 flautistas e 5 tocadores de tambor. Quantos músicos tocaram ao todo?</p>	<p>a) 30 b) 35 c) 20 e) 21</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>Os estudantes devem perceber que todos os grupos fazem parte do total e somar: <math>16 + 9 + 5 = 30</math></p>	<p>Erro: Responder 16, 9 ou 5. O estudante pode considerar apenas um dos grupos de músicos.</p> <p>Erro: Responder 25. Pode ocorrer se o estudante somar apenas dois dos três grupos.</p> <p>Erro: Responder 1695. Pode acontecer se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>Composição com o todo desconhecido Seguido de outra composição com o todo desconhecido.</p>

### Segunda fase (deus Hefestos) corrida dos problemas.


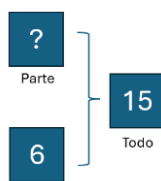
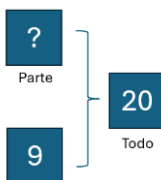
Como Hefestos é o ferreiro dos deuses, a segunda fase será destinada a ele, e se iniciará com o deus forjando uma pista de corrida. O deus irá conversar com o jogador e explicar como funciona a sua fase: “*Bem vindos, caros mortais!, Nesta fase, vocês participarão de uma corrida de carros, em que o vencedor será o que*

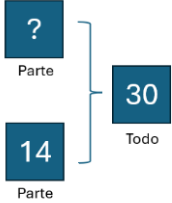
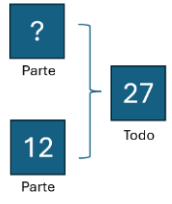
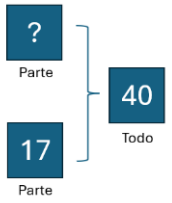
responder corretamente os problemas matemáticos. A cada problema certo, vocês poderão avançar uma casa na corrida e a cada dois problemas errados, vocês retornarão uma casa. Vence quando chegar na parte escrita fim. Boa corrida!” Nessa corrida, serão usados os problemas de composição parte desconhecida, em que o jogador terá que responder a pergunta tendo que escolher entre 2 alternativas; ao acertar uma pergunta, ele avança uma casa; ao errar duas perguntas, ele retorna uma casa, sendo que, ao todo, terão 6 espaços para ele andar até o fim da corrida. Segue, abaixo, um esboço de como irá ficar a fase.

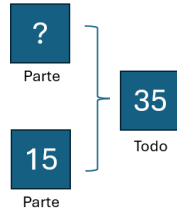
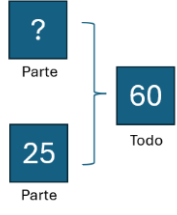
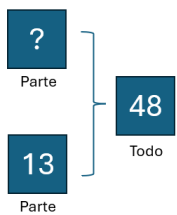



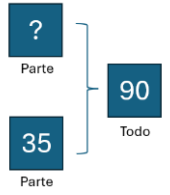
Banco de questões e análise *a priori* Hefestos

Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
Hefesto construiu 10 autômatos para competirem em uma corrida. Alguns largaram na primeira fase, e depois largaram outros 4 autômatos. Quantos começaram correndo na primeira fase?	a) 5 b) 6	Nível 1 (Problemas Simples (Números Pequenos e Sem Distrações) Estrutura: A soma é dada e uma das partes é desconhecida.)	Esperamos que o estudante perceba que a soma dos autômatos da primeira fase com os 4 que entraram depois resulta em 10. Para descobrir quantos começaram, ele deve subtrair: $10 - 4 = 6$	Responder 14, pensando que deveria somar ao invés de subtrair.  Responder 10, sem perceber que parte dos autômatos foram adicionados depois.	<p>Composição parte desconhecida.</p>

<p>Na corrida forjada por Hefesto, 12 carruagens participaram no total. Algumas largaram no início da corrida e, no meio do caminho, 5 outras carruagens entraram na disputa. Quantas começaram a corrida?</p>	<p>a) 7 b) 6</p>	<p>Nível 1 (Problemas Simples (Números Pequenos e Sem Distrações) Estrutura: A soma é dada, e uma das partes é desconhecida.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma das carruagens que já estavam na corrida com as 5 que entraram depois resulta em 12. Para descobrir quantas começaram, ele deve subtrair: <math>12 - 5 = 7</math></p>	<p>Responder 5, confundindo o número dado com o inicial.</p> <p>Responder 17, somando em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Na arena de Hefesto, alguns centauros metálicos estavam prontos para correr. Durante a largada, 6 centauros adicionais foram incluídos, totalizando 15 participantes. Quantos estavam lá inicialmente?</p>	<p>a) 6 b) 9</p>	<p>Nível 1 (Problemas Simples (Números Pequenos e Sem Distrações) Estrutura: A soma é dada, e uma das partes é desconhecida.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos centauros da largada com os 6 que foram adicionados depois resulta em 15. Para descobrir quantos começaram, ele deve subtrair: <math>15 - 6 = 9</math></p>	<p>Responder 21, somando em vez de subtrair.</p> <p>Responder 15, sem perceber que precisa encontrar o número antes da adição.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Hefesto organizou uma maratona com um grupo inicial de gigantes de ferro. No meio do percurso, 9 novos gigantes entraram, totalizando 20 maratonistas quantos começaram?</p>	<p>a) 10 b) 11</p>	<p>Nível 1 (Problemas Simples (Números Pequenos e Sem Distrações) Estrutura: A soma é dada, e uma das partes é desconhecida.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos gigantes de ferros com os que já estavam na pista resulta em 20. Para descobrir quantos começaram, ele deve subtrair: <math>20 - 9 = 11</math></p>	<p>Responder 9, considerando somente os que foram adicionados.</p> <p>Responder 29, somando em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>

<p>No início da corrida, alguns autômatos estavam na pista. Quando Hefesto ativou os últimos 14 competidores, o total subiu para 30. Quantos estavam lá no início?</p>	<p>a) 15 b) 16</p>	<p>Nível 2 (Aumento na Quantidade e Introdução de Distrações Estrutura: Os números aumentam, e pequenas distrações são introduzidas.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos autômatos que já estavam na pista com os 14 que entraram depois resulta em 30. Para descobrir quantos começaram, ele deve subtrair: <math>30 - 14 = 16</math></p>	<p>Responder 14, confundindo o número adicionado com o inicial.  Responder 44, somando os Números em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Zeus e Ares enviaram competidores para a corrida de Hefesto. Primeiro, iniciaram os competidores de Zeus. Depois, os 12 competidores de Ares entraram na corrida, completando 27 competidores. Quantos eram os competidores de Zeus?</p>	<p>a) 15 b) 16</p>	<p>Nível 2 (Aumento na Quantidade e Introdução de Distrações Estrutura: Os números aumentam, e pequenas distrações são introduzidas.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos corredores iniciais com os 12 guerreiros resulta em 27. Para descobrir o número inicial, ele deve subtrair: <math>27 - 12 = 15</math></p>	<p>Responder 12 apenas os que se juntaram.  Responder 39, fazendo uma soma equivocada.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Hefesto criou um percurso especial para dragões de bronze. No começo, alguns dragões participaram. Durante a segunda fase, 17 dragões se juntaram, totalizando 40. Quantos estavam desde o início?</p>	<p>a) 23 b) 24</p>	<p>Nível 2 (Aumento na Quantidade e Introdução de Distrações Estrutura: Os números aumentam, e pequenas distrações são introduzidas.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos dragões iniciais com os 17 que se juntaram resulta em 40. Para descobrir quantos dragões começaram, ele deve subtrair: <math>40 - 17 = 23</math></p>	<p>Responder 17, considerando somente os adicionados.  Responder 57, somando os dois grupos em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>

<p>Na competição, um grupo inicial de golems correu. No meio da prova, 15 golems de pedra entraram, somando 35 participantes. Quantos golems de metal já estavam competindo?</p>	<p>a) 20 b) 21</p>	<p>Nível 2 (Aumento na Quantidade e Introdução de Distrações Estrutura: Os números aumentam, e pequenas distrações são introduzidas.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos golems de metal com os 15 golems de pedra resulta em 35. Para descobrir o número inicial (golems de metal), ele deve subtrair: <math>35 - 15 = 20</math></p>	<p>Responder 15, apenas os que entraram depois.  Responder 50, somando os números em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Na grande corrida forjada por Hefesto, alguns autômatos começaram a prova. Mais tarde, 25 novos competidores foram adicionados. O total foi de 60. Sabendo que 10 autômatos tiveram problemas mecânicos, quantos começaram correndo?</p>	<p>a) 30 b) 35</p>	<p>Nível 3 (Problemas com Raciocínio Avançado e Números Maiores Estrutura: Introdução de números grandes e informações irrelevantes.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos autômatos iniciais com os 25 que se juntaram resulta em 60, e que os 10 autômatos com problemas são uma distração para o cálculo. Para encontrar o número inicial, ele deve subtrair: <math>60 - 25 = 35</math></p>	<p>Responder 25, considerando somente os que foram adicionados.  Responder 85, somando os números, sem subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Hefesto organizou um desafio onde os competidores tinham que correr entre colunas de fogo. 48 guerreiros participaram ao todo, mas 13 entraram depois. Quantos estavam no início?</p>	<p>a) 35 b) 30</p>	<p>Nível 3 (Problemas com Raciocínio Avançado e Números Maiores Estrutura: Introdução de números grandes e informações irrelevantes.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos guerreiros que começaram com os 13 que se juntaram resulta em 48. Para descobrir quantos guerreiros começaram, ele deve subtrair: <math>48 - 13 = 35</math></p>	<p>Responder 13, apenas os que se juntaram.  Responder 61, somando os Números em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>

<p>Os titãs de aço competiram no circuito sagrado de Hefesto. No começo, um grupo correu. Após a primeira volta, 22 novos titãs entraram. No final, havia 80 competidores. Quantos começaram?</p>	<p>a) 50 b) 58</p>	<p>Nível 3 (Problemas com Raciocínio Avançado e Números Maiores Estrutura: Introdução de números grandes e informações irrelevantes.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos titãs que começaram com os 22 que se juntaram resulta em 80. Para descobrir o número inicial, ele deve subtrair: <math>80 - 22 = 58</math></p>	<p>Responder 22, apenas os que se juntaram.  Responder 102, somando os números em vez de subtrair.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>
<p>Hefesto desafiou os filhos dos deuses a uma grande corrida. Antes da largada final, alguns já estavam competindo. Depois, 35 novos corredores entraram, totalizando 90 competidores. No entanto, 5 corredores se retiraram no meio da prova. Quantos competidores começaram a corrida?</p>	<p>a) 60 b) 55</p>	<p>Nível 3 (Problemas com Raciocínio Avançado e Números Maiores Estrutura: Introdução de números grandes e informações irrelevantes.)</p>	<p>Esperamos que o estudante perceba que a soma dos corredores que começaram com os 35 que se juntaram resulta em 90, e que os 5 corredores que se retiraram não interferem no número inicial. Para descobrir quantos corredores começaram, ele deve subtrair: <math>90 - 35 = 55</math></p>	<p>Responder 35, contando apenas os que se juntaram.  Responder 95, somando incorretamente ou levando em conta os 5 que se retiraram.</p>	 <p>Composição parte desconhecida.</p>

### Terceira fase (deusa Ártemis) “PACMAN”

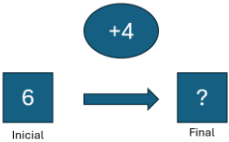
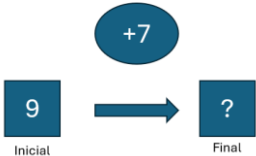
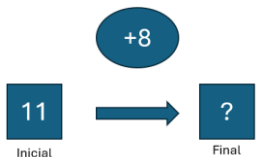
Na terceira fase, a deusa escolhida foi Ártemis, sendo a deusa da caça. Seu desafio será uma caçada e, assim como nas outras fases, a deusa explica como será seu desafio: “*Vocês terão que percorrer o tabuleiro fugindo dos meus servos e chegarem até a resposta correta do problema. Assim que chegarem na resposta correta, outro problema surge e vocês terão que respondê-lo para chegar ao fim do desafio*”. A fase será feita a partir do tabuleiro do *pacman*, no qual o jogador terá que fugir dos servos da Ártemis, “os fantasmas”, utilizando as teclas “setinhas” do teclado do computador e chegar até a resposta do problema. Nesta fase, serão considerados os problemas do tipo transformação com final desconhecido, e o jogador precisará responder 6

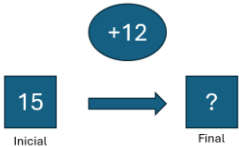
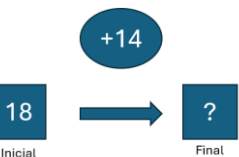
problemas corretamente para passar de fase; caso o jogador chegue em uma resposta incorreta, ele “morre” e perde uma vida, sendo que o jogador tem 4 vidas para passar desse desafio.

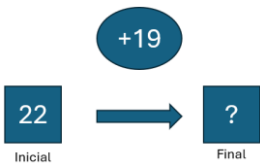



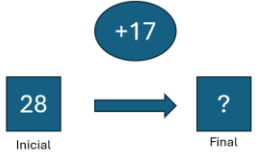


Banco de questões e análise *a priori* Ártemis


Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
<p>Ártemis iniciou uma caçada e encontrou 3 veados na floresta. Durante a caçada, ela avistou e capturou mais 5 veados. Quantos veados ela capturou no total?</p>	<p>a) 8 b) 9 c) 10 d) 11</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)</p>	<p>O estudante deve perceber que começou com 3 e capturou mais 5, então precisa somar: <math>3 + 5 = 8</math></p>	<p>Erro: Responder 3 ou 5. O estudante pode ter contado apenas o valor inicial ou os capturados.</p> <p>Erro: Responder 2, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 35, se o estudante concatenar</p>	<p>Diagrama de transformação:</p> <pre> graph LR     Inicial[3] -- "+5" --&gt; Final[?]     </pre> <p>transformação com final desconhecido</p>

				os números em vez de somá-los.	
<p>Ártemis encontrou 6 coelhos escondidos nos arbustos. Depois de algum tempo, mais 4 coelhos apareceram. Quantos coelhos apareceram no total?</p>	<p>a) 9 b) 10 c) 11 d) 12 e) 13</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)</p>	<p>O estudante deve somar os coelhos: <math>6 + 4 = 10</math></p>	<p>Erro: Responder 6 ou 4. O estudante pode contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 2, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 64, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>Durante uma competição de caça, Ártemis avistou 9 águias no céu. Após um tempo, mais 7 águias apareceram. Quantas águias estavam voando no céu no total?</p>	<p>a) 12 b) 13 c) 15 d) 16</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem somar as quantidades de águias: <math>9 + 7 = 16</math></p>	<p>Erro: Responder 9 ou 7, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 2, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 97, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>Uma alcateia de 11 lobos foi vista durante a noite. Horas depois, mais 8 lobos se juntaram ao grupo. Quantos</p>	<p>a) 18 b) 19 c) 20 d) 21</p>	<p>Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)</p>	<p>Os estudantes devem somar os números corretamente: <math>11 + 8 = 19</math></p>	<p>Erro: Responder 11 ou 8, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>

<p>lobos estavam na alcateia ao final da noite?</p>				<p>3, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 118, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	
<p>Ártemis estava perseguindo 15 javalis na floresta. No meio da caçada, mais 12 javalis se juntaram ao grupo. Quantos javalis Ártemis viu ao todo?</p>	<p>a) 25 b) 26 c) 27 d) 28</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>Os estudantes devem somar as quantidades: <math>15 + 12 = 27</math></p>	<p>Erro: Responder 15 ou 12, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 3, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 1512, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>Durante a noite, Ártemis viu 18 corujas em uma árvore. Depois de algum tempo, mais 14 corujas pousaram na mesma árvore. Quantas corujas estavam na árvore ao final da noite?</p>	<p>a) 30 b) 31 c) 32 d) 33</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>18 + 14 = 32</math></p>	<p>Erro: Responder 18 ou 14, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 4, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 1814, se o estudante</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>

				concatenar os números em vez de somá-los.	
<p>No santuário de Ártemis, 22 cervos dourados pastavam ao amanhecer. Ao meio-dia, mais 19 cervos chegaram. Quantos cervos estavam no santuário ao final do dia?</p>	<p>a) 39 b) 40 c) 41 d) 42</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>22 + 19 = 41</math></p>	<p>Erro: Responder 22 ou 19, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 3, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 2219, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>No festival em homenagem a Ártemis, 25 caçadores participaram da primeira prova. Depois, mais 30 caçadores entraram na segunda fase. Quantos caçadores participaram do festival ao todo?</p>	<p>a) 55 b) 56 c) 57 d) 58</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>25 + 30 = 55</math></p>	<p>Erro: Responder 25 ou 30, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 5, se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 2530, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>

<p>Ártemis encontrou uma manada de 28 veados dourados em uma clareira. No dia seguinte, mais 17 veados se juntaram ao grupo. Quantos veados dourados estavam na manada ao final?</p>	<p>a) 45 b) 46 c) 48 d) 49</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>28 + 17 = 45</math></p>	<p>Erro: Responder 28 ou 17, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 11. Pode ocorrer se o estudante subtrair em vez de somar.</p> <p>Erro: Responder 2817, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>Durante a lua cheia, 35 lobos foram vistos uivando perto do templo de Ártemis. Horas depois, mais 24 lobos apareceram. Quantos lobos estavam reunidos ao final da noite?</p>	<p>a) 56 b) 57 c) 58 d) 59</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>35 + 24 = 59</math></p>	<p>Erro: Responder 35 ou 24, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 11, se o estudante subtrair os números em vez de somá-los.</p> <p>Erro: Responder 3524, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>
<p>Ártemis iniciou uma caçada com 42 javalis gigantes em um vale. No decorrer do</p>	<p>a) 78 b) 79 c) 80 d) 81</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>42 + 36 = 78</math></p>	<p>Erro: Responder 42 ou 36, se o estudante contar</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>

<p>dia, mais 36 javalis apareceram. Quantos javalis estavam na caçada ao final do dia?</p>		<p>elementos de distração)</p>		<p>apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 6 Pode ocorrer se o estudante subtrair os números em vez de somá-los.</p> <p>Erro: Responder 4236, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	
<p>No bosque sagrado de Ártemis, 48 corujas estavam pousadas nas árvores. Com o cair da noite, mais 39 corujas chegaram para se juntar ao grupo. Quantas corujas estavam no bosque ao final da noite?</p>	<p>a) 87 b) 88 c) 89 d) 90</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Os estudantes devem somar corretamente: <math>48 + 39 = 87</math></p>	<p>Erro: Responder 48 ou 39, se o estudante contar apenas um dos grupos.</p> <p>Erro: Responder 9, se o estudante subtrair os números em vez de somá-los.</p> <p>Erro: Responder 4839, se o estudante concatenar os números em vez de somá-los.</p>	 <p>transformação com final desconhecido</p>

#### Quarta fase (deusa Afrodite) Quebra-cabeça com problemas

A quarta fase faz referência à deusa Afrodite. Com sua característica beleza, Afrodite se aproxima do jogador e introduz as regras de sua fase: “Neste jogo, caro humano, você deverá responder corretamente aos problemas para liberar peças e, assim, montar o quebra-cabeça dos deuses. A cada resposta correta, uma das seis peças que formam um retângulo será liberada. Após liberar todas as peças, você deverá montar o quebra-

cabeça de forma correta. No entanto, se encontrar dificuldades, ofereço dicas em troca de uma resposta adicional a um problema”.

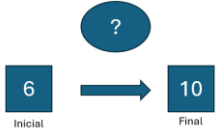
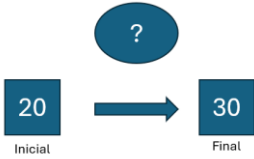
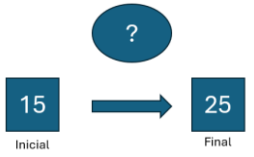
O desafio desta fase consiste em resolver problemas do tipo “transformação desconhecida”. A cada problema respondido corretamente, uma nova peça do quebra-cabeça é desbloqueada. Com seis respostas corretas, todas as peças são liberadas, e o jogador pode prosseguir à montagem do quebra-cabeça. Se o jogador tiver dificuldade em completá-lo, poderá solicitar dicas, obtidas por meio da resolução de um problema extra. A fase é concluída com sucesso quando o quebra-cabeça é montado corretamente.

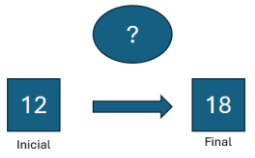
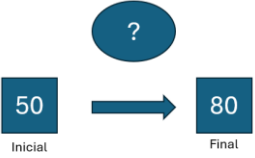
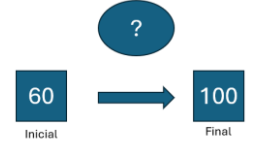
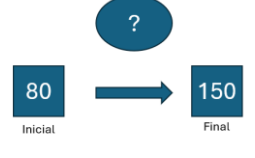
Exemplo de problema que pode surgir: “Afrodite possuía 4 servos ao entrar em um jogo. Ao término, ela contou novamente e percebeu que tinha 10 servos. Quantos servos ela ganhou durante o jogo?”.

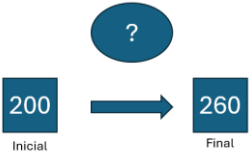
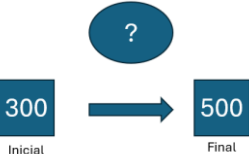
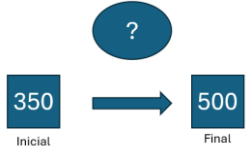


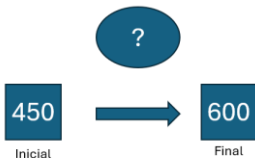
Banco de questões e análise *a priori* Afrodite

Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
Afrodite tem um colar com 8 pedras preciosas. Ela ganha mais algumas pedras e passa a ter 12 pedras no total. Quantas pedras	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Os estudantes devem perceber que o total (12 pedras) é formado pelas 8 pedras iniciais mais o número X de pedras ganhas. Então,	Erro: Responder 12 ou 8, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 20, se o estudante somar os números em vez de subtrair.	<p>transformação desconhecida</p>

Afrodite ganhou?			devem subtrair para encontrar o valor de X: $12 - 8 = 4$	Erro: Responder 2, se o estudante subtrair incorretamente.	
Afrodite tem 6 frutas em sua cesta. Ela ganha mais algumas frutas e a cesta agora tem 10 frutas no total. Quantas frutas Afrodite ganhou?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Os estudantes devem perceber que o total (10 frutas) é formado pelas 6 frutas iniciais mais as X frutas ganhas. Então, devem subtrair: $10 - 6 = 4$	Erro: Responder 10 ou 6, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 16, se o estudante somar em vez de subtrair.  Erro: Responder 5, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação desconhecida</p>
Afrodite possuía 20 moedas de ouro. Ela ganha mais algumas moedas e agora tem 30 moedas de ouro no total. Quantas moedas Afrodite ganhou?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Os estudantes devem perceber que o total (30 moedas) é formado pelas 20 moedas iniciais mais as X moedas ganhas. Então, devem subtrair: $30 - 20 = 10$	Erro: Responder 20 ou 30, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 50, se o estudante somar os números em vez de subtrair.  Erro: Responder 15, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação desconhecida</p>
Afrodite possui um quadro com 15 figuras de corações. Ela decide pintar algumas novas figuras e agora o quadro tem 25 figuras no total. Quantas figuras Afrodite pintou?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O total (25 figuras) é formado pelas 15 figuras iniciais mais as X figuras que ela pintou. Então, devemos subtrair: $25 - 15 = 10$	Erro: Responder 15 ou 25, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 40, se o estudante somar os números em vez de subtrair.  Erro: Responder 5, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação desconhecida</p>

<p>Afrodite tinha um quebra-cabeça com 12 peças. Ela encontrou mais algumas peças e agora tem 18 peças no total. Quantas peças Afrodite encontrou?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>O total (18 peças) é formado pelas 12 peças iniciais mais as X peças que Afrodite encontrou. Então, devemos subtrair: <math>18 - 12 = 6</math></p>	<p>Erro: Responder 12 ou 18, se o estudante apenas copiar um dos números do problema. Erro: Responder 30, se o estudante somar os números em vez de subtrair. Erro: Responder 8, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite tinha 50 rosas em seu palácio. Ela recebe mais algumas rosas como presente e passa a ter 80 rosas no total. Quantas rosas Afrodite recebeu?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>O total (80 rosas) é formado pelas 50 rosas iniciais mais as X rosas que Afrodite recebeu. Então, devemos subtrair: <math>80 - 50 = 30</math></p>	<p>Erro: Responder 50 ou 80, se o estudante apenas copiar um dos números do problema. Erro: Responder 130, se o estudante somar os números em vez de subtrair. Erro: Responder 20, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite tinha 60 corações dourados. Ela ganhou mais alguns corações e passou a ter 100 corações no total. Quantos corações Afrodite ganhou?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>O total (100 corações) é formado pelos 60 corações iniciais mais os X corações que Afrodite ganhou. Então, devemos subtrair: <math>100 - 60 = 40</math></p>	<p>Erro: Responder 60 ou 100, se o estudante apenas copiar um dos números do problema. Erro: Responder 140, se o estudante somar os números em vez de subtrair. Erro: Responder 35, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite tinha um baú com 80 moedas de prata. Ela recebeu algumas</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a</p>	<p>Nível 2 Problemas com Números maiores e elementos lúdicos</p>	<p>O total (150 moedas) é formado pelas 80 moedas iniciais mais as X moedas</p>	<p>Erro: Responder 80 ou 150, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p>	

<p>moedas e agora tem 150 moedas no total. Quantas moedas Afrodite recebeu?</p>	<p>reposta correta</p>		<p>que Afrodite recebeu. Então, devemos subtrair: <math>150 - 80 = 70</math></p>	<p>Erro: Responder 230, se o estudante somar os números em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 60, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	<p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite estava montando um quebra-cabeça com 200 peças. Ela encontrou mais algumas peças e agora tem 260 peças no total. Quantas peças Afrodite encontrou?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>O total (260 peças) é formado pelas 200 peças iniciais mais as X peças que Afrodite encontrou. Então, devemos subtrair: <math>260 - 200 = 60</math></p>	<p>Erro: Responder 200 ou 260, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 460, se o estudante somar os números em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 50, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite possuía 300 flores em seu jardim. Depois, ela plantou mais algumas flores e passou a ter 500 flores no total. Quantas flores Afrodite plantou?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>O total (500 flores) é formado pelas 300 flores iniciais mais as X flores que Afrodite plantou. Então, devemos subtrair: <math>500 - 300 = 200</math></p>	<p>Erro: Responder 300 ou 500, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 800, se o estudante somar os números em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 150, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação desconhecida</p>
<p>Afrodite possui 350 conchas na sua ilha. Depois que ela encontrou mais algumas conchas, o total de</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>O total (500 conchas) é formado pelas 350 conchas iniciais mais as X conchas que Afrodite encontrou. Então,</p>	<p>Erro: Responder 350 ou 500, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 850, se o estudante somar</p>	 <p>transformação desconhecida</p>

conchas passou a ser 500 conchas. Quantas conchas Afrodite encontrou?			devemos subtrair: $500 - 350 = 150$	os números em vez de subtrair. Erro: Responder 200, se o estudante subtrair incorretamente.	
Afrodite organizou um baile no Olimpo com 450 convidados. Mais algumas convidados chegaram durante a festa, aumentando o total para 600 convidados. Quantos convidados chegaram durante o baile?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	O total (600 convidados) é formado pelos 450 convidados iniciais mais os X convidados que chegaram durante a festa. Então, devemos subtrair: $600 - 450 = 150$	Erro: Responder 450 ou 600, se o estudante apenas copiar um dos números do problema. Erro: Responder 1050, se o estudante somar os números em vez de subtrair. Erro: Responder 130, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação desconhecida</p>

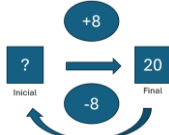


### Quinta fase (deusa Hera) Escape da sala



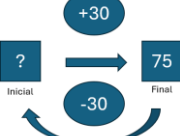

Nessa fase comandada pela deusa Hera, a deusa prende o jogador numa sala e conversa com ele: “*Olá, mero mortal. Nessa fase, você está preso nesta sala e, para sair, você deve andar pela sala e encontrar 6 chaves que abrem a porta. Assim, você passará de fase e estará livre*”. Nesse, sentido o jogador deverá andar em uma sala e clicar nos objetos que tem nela, nos quais tem problemas do tipo transformação positiva estado inicial desconhecido. Acertando o problema, o jogador ganha uma chave; errando o objeto, fica escuro e não pode mais ser clicado. Ao todo, terão 8 objetos clicáveis na sala. Sendo assim, caso o jogador erre mais de 3 problemas, ele deverá reiniciar a fase exemplo de problema que pode cair nessa fase: “Hera tinha alguns súditos e ganhou de Zeus 4 súditos, ficando com 12 súditos, quantos súditos Hera ganhou de Zeus?”.


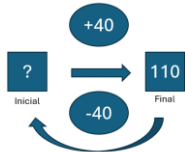



Banco de questões e análise *a priori* Hera

Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
Hera tinha alguns pavões no jardim do Olimpo. Depois, recebeu 5 pavões como presente de Zeus, e agora tem 12 pavões no total. Quantos pavões Hera tinha antes?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Os estudantes devem perceber que o total (12 pavões) veio da soma dos pavões iniciais com os 5 que chegaram. Então, precisam subtrair: $12 - 5 = 7$	Erro: Responder 12 ou 5, Se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 17, Se o estudante somar os números em vez de subtrair.  Erro: Responder 6, se o estudante subtrair incorretamente.	<p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
Hera já tinha alguns templos dedicados a ela. Depois que 4 novos templos foram construídos, ela passou a	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O total de templos foi formado pelos templos iniciais mais 4. Então, devemos subtrair: $10 - 4 = 6$	Erro: Responder 10 ou 4, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 14, se o estudante somar os números em vez de subtrair.	<p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>

ter 10 templos no total. Com quantos templos Hera começou?				Erro: Responder 5, se o estudante subtrair incorretamente.	
Hera tinha alguns pássaros mensageiros. Depois que 8 novos pássaros foram treinados, ela passou a ter 20 pássaros no total. Com quantos pássaros Hera começou?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O total (20 pássaros) veio da soma dos iniciais mais os 8 que foram treinados. Então, precisamos subtrair: $20 - 8 = 12$	Erro: Responder 20 ou 8, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 28, se o estudante somar em vez de subtrair.  Erro: Responder 10, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
No jardim sagrado de Hera, havia algumas flores. Depois que 7 flores foram plantadas, o jardim passou a ter 18 flores no total. Quantas flores havia no início?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O total de flores foi formado pelas flores iniciais mais 7. Então, devemos subtrair: $18 - 7 = 11$	Erro: Responder 18 ou 7, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 25, se o estudante somar os números em vez de subtrair.  Erro: Responder 10, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
No templo de Hera, havia algumas sacerdotisas. Depois que 15 novas sacerdotisas chegaram, o templo passou a ter 40 sacerdotisas no total. Quantas sacerdotisas havia antes?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores	O total (40 sacerdotisas) foi formado pelas sacerdotisas iniciais mais as 15 novas. Então, devemos subtrair: $40 - 15 = 25$	Erro: Responder 40 ou 15, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.  Erro: Responder 55, se o estudante somar em vez de subtrair.  Erro: Responder 30 Se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
Hera possuía alguns cetros mágicos. Depois de	Não terão alternativas nesse desafio	Nível 2 Introdução de Distrações	O total (50 cetros) veio da soma dos cetros iniciais com os 18 novos.	Erro: Responder 50 ou 18, se o estudante apenas copiar um dos	

<p>ganhar 18 novos cetros, passou a ter 50 cetros no total. Quantos cetros Hera possuía antes?</p>	<p>O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>e Problemas Maiores</p>	<p>Então, devemos subtrair: <math>50 - 18 = 32</math></p>	<p>números do problema.</p> <p>Erro: Responder 68, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 30, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
<p>Hera organizou um banquete com alguns convidados. Depois que 25 deuses chegaram, havia 60 convidados no total. Quantos convidados já estavam no banquete antes?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>O total (60 convidados) foi formado pelos iniciais mais os 25 novos. Então, devemos subtrair: <math>60 - 25 = 35</math></p>	<p>Erro: Responder 60 ou 25, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 85, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 30, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
<p>Hera convocou alguns guerreiros para defender o Olimpo. Depois que 30 guerreiros chegaram, havia 75 guerreiros no total. Quantos guerreiros estavam no início?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>O total (75 guerreiros) veio da soma dos iniciais mais os 30 novos. Então, devemos subtrair: <math>75 - 30 = 45</math></p>	<p>Erro: Responder 75 ou 30, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 105, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 50, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
<p>Hera possuía um tesouro com algumas joias preciosas. Depois que 35 novas joias foram adicionadas ao tesouro, ele passou a ter 95 joias no total. Quantas joias Hera</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>O total (95 joias) veio da soma das joias iniciais com as 35 novas. Então, devemos subtrair: <math>95 - 35 = 60</math></p>	<p>Erro: Responder 95 ou 35, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 130, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 65, se o estudante</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>

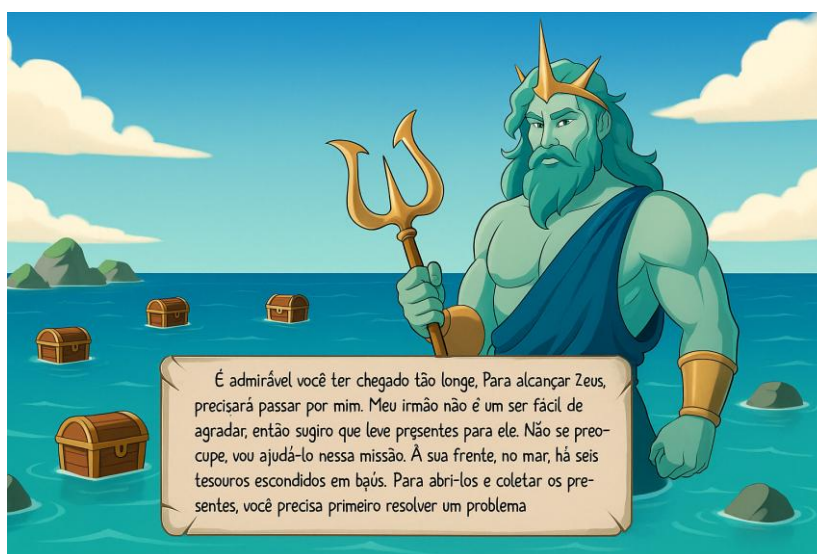
possuía inicialmente?				subtrair incorretamente.	
No templo de Hera, havia algumas estátuas. Depois que 45 novas estátuas foram adicionadas, o templo passou a ter 120 estátuas no total. Quantas estátuas estavam no templo inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	O total (120 estátuas) veio da soma das estátuas iniciais com as 45 novas. Então, devemos subtrair: $120 - 45 = 75$	<p>Erro: Responder 120 ou 45, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 165, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 70, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
Hera organizou um e algumas exercício no Olimpo, com alguns atletas. Depois que 40 atletas chegaram para participar, ela teve 110 atletas no total. Quantos atletas estavam presentes inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	O total (110 atletas) veio da soma dos atletas iniciais com os 40 novos. Então, devemos subtrair: $110 - 40 = 70$	<p>Erro: Responder 110 ou 40, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 150, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 60, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>
Hera possuía alguns cavalos de ouro. Depois que 50 cavalos foram trazidos para ela, o total de cavalos passou a ser 130 cavalos. Quantos cavalos Hera possuía inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	O total (130 cavalos) veio da soma dos cavalos iniciais com os 50 novos. Então, devemos subtrair: $130 - 50 = 80$	<p>Erro: Responder 130 ou 50, se o estudante apenas copiar um dos números do problema.</p> <p>Erro: Responder 180, se o estudante somar em vez de subtrair.</p> <p>Erro: Responder 70, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação positiva estado inicial desconhecido</p>

### Sexta fase (deus Poseidon) caça tesouros no mar

O cenário desta fase ocorre no mar, onde Poseidon escondeu tesouros que o jogador deve reunir como presentes para Zeus, necessários para acessar a última fase. Como nas demais etapas, a fase se inicia com uma introdução do próprio deus, que se dirige ao jogador: “É admirável você ter chegado tão longe. Para alcançar Zeus, precisará passar por mim. Meu irmão não é um ser fácil de agradar, então sugiro que leve presentes para ele. Não se preocupe, vou ajudá-lo nessa missão. À sua frente, no mar, há seis tesouros escondidos em baús. Para abri-los e coletar os presentes, você precisa primeiro resolver um problema”.



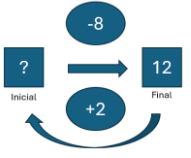
Nesta dinâmica de caça ao tesouro, o jogador navega em um tabuleiro semelhante ao mar, buscando baús ocultos. Ao clicar em um baú, surge um problema do tipo “transformação negativa com estado inicial desconhecido”. Ao responder corretamente, o jogador recebe um presente destinado a Zeus para garantir acesso à fase final. No total, existem sete baús, e o jogador deve abrir pelo menos seis para avançar.

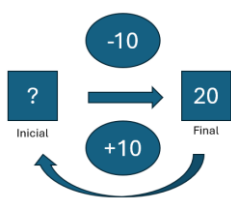
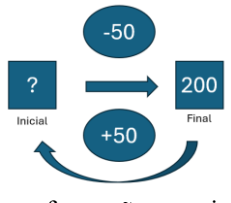
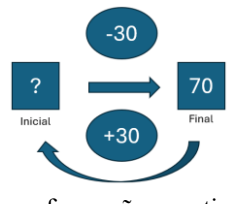
Exemplo de problema que pode aparecer: “Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de peixes e deu 4 para um amigo, ficando com 8 peixes. Quantos peixes Poseidon tinha inicialmente?”.








Banco de questões e análise *a priori* Poseidon

Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de tesouros e deu 4 tesouros para um amigo, ficando com 8 tesouros. Quantos	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O estudante deve perceber que, para encontrar o número inicial de tesouros, ele deve somar os tesouros dados com	Erro: Responder 4 ou 8, se o estudante confundir o número de tesouros dados ou restantes com o número inicial.	

tesouros Poseidon tinha inicialmente?			os tesouros restantes: $X + 4 = 8$ , onde $X$ é o número inicial de tesouros. Portanto, $X = 8 - 4 = 12$ .	Erro: Responder 2, se o estudante subtrair incorretamente.	transformação negativa estado inicial desconhecido
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de baús de ouro e deu 2 baús para um amigo, ficando com 5 baús. Quantos baús Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Para encontrar o número inicial de baús, o estudante deve somar os baús dados com os baús restantes: $X + 2 = 5$ , onde $X$ é o número inicial de baús. Portanto, $X = 5 - 2 = 7$ .	Erro: Responder 2 ou 5, se o estudante confundir o número de baús dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 3, se o estudante subtrair incorretamente.	 transformação negativa estado inicial desconhecido
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de tesouros submersos e deu 5 tesouros para um amigo, ficando com 15 tesouros. Quantos tesouros Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Para encontrar o número inicial de tesouros, o estudante deve somar os tesouros dados com os tesouros restantes: $X + 5 = 15$ , onde $X$ é o número inicial de tesouros. Portanto, $X = 15 - 5 = 20$ .	Erro: Responder 5 ou 15, se o estudante confundir o número de tesouros dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 10, se o estudante subtrair incorretamente.	 transformação negativa estado inicial desconhecido
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de pérolas raras e deu 8 pérolas para um amigo, ficando com 12 pérolas. Quantas pérolas Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	Para encontrar o número inicial de pérolas, o estudante deve somar as pérolas dadas com as pérolas restantes: $X + 8 = 12$ , onde $X$ é o número	Erro: Responder 8 ou 12, se o estudante confundir o número de pérolas dadas ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 18, se o estudante	 transformação negativa estado inicial desconhecido

			<p>inicial de pérolas. Portanto, <math>X = 12 + 8 = 20</math>. Resposta: Poseidon tinha 20 pérolas inicialmente.</p>	subtrair incorretamente.	
<p>Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de conchas raras e deu 10 conchas para um amigo, ficando com 20 conchas. Quantas conchas Poseidon tinha inicialmente?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>Para encontrar o número inicial de conchas, o estudante deve somar as conchas dadas com as conchas restantes: <math>X - 10 = 20</math>, onde X é o número inicial de conchas. Portanto, <math>X = 20 + 10 = 30</math>.</p>	<p>Erro: Responder 10 ou 20, se o estudante confundir o número de conchas dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 40, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação negativa estado inicial desconhecido</p>
<p>Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de moedas de ouro e deu 50 moedas para um amigo, ficando com 200 moedas. Quantas moedas Poseidon tinha inicialmente?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Problemas Maiores</p>	<p>Para encontrar o número inicial de moedas, o estudante deve somar as moedas dadas com as moedas restantes: <math>X + 50 = 200</math>, onde X é o número inicial de moedas. Portanto, <math>X = 200 - 50 = 250</math>.</p>	<p>Erro: Responder 50 ou 200, se o estudante confundir o número de moedas dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 300, se o estudante subtrair incorretamente.</p>	 <p>transformação negativa estado inicial desconhecido</p>
<p>Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de baús de tesouro e deu 30 baús para um amigo, ficando com 70 baús. Quantos baús</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores</p>	<p>Para encontrar o número inicial de baús, o estudante deve somar os baús dados com os baús restantes:</p>	<p>Erro: Responder 30 ou 70, se o estudante confundir o número de baús dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 130, se o</p>	 <p>transformação negativa estado inicial desconhecido</p>

Poseidon tinha inicialmente?			$X + 30 = 70$ , onde X é o número inicial de baús. Portanto, $X = 70 - 30 = 100$ .	estudante subtrair incorretamente.	
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de corais e deu 40 corais para um amigo, ficando com 60 corais. Quantos corais Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores	Para encontrar o número inicial de corais, o estudante deve somar os corais dados com os corais restantes: $X + 40 = 60$ , onde X é o número inicial de corais. Portanto, $X = 60 - 40 = 100$ .	Erro: Responder 40 ou 60, se o estudante confundir o número de corais dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 110, se o estudante subtrair incorretamente.	 transformação negativa estado inicial desconhecido
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de pérolas e deu 100 pérolas para um amigo, ficando com 400 pérolas. Quantas pérolas Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	Para encontrar o número inicial de pérolas, o estudante deve somar as pérolas dadas com as pérolas restantes: $X + 100 = 400$ , onde X é o número inicial de pérolas. Portanto, $X = 400 - 100 = 500$ .	Erro: Responder 100 ou 400, se o estudante confundir o número de pérolas dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 600, se o estudante subtrair incorretamente.	 transformação negativa estado inicial desconhecido
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de baús de ouro e deu 200 baús para um amigo, ficando com 800 baús. Quantos baús Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	Para encontrar o número inicial de baús, o estudante deve somar os baús dados com os baús restantes: $X + 200 = 800$ , onde X é o número	Erro: Responder 200 ou 800, se o estudante confundir o número de baús dados ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 1.200, se o estudante subtrair incorretamente.	 transformação negativa estado inicial desconhecido

			inicial de baús. Portanto, $X = 800 - 200 = 1.000$ .		
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de moedas de prata e deu 50 moedas para um amigo, ficando com 150 moedas. Quantas moedas Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio o estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	Para encontrar o número inicial de moedas, o estudante deve somar as moedas dadas com as moedas restantes: $X + 50 = 150$ , onde X é o número inicial de moedas. Portanto, $X = 150 - 50 = 200$ .	Erro: Responder 50 ou 150, se o estudante confundir o número de moedas dadas ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 250, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação negativa estado inicial desconhecido</p>
Poseidon possuía uma quantidade desconhecida de relíquias submersas e deu 70 relíquias para um amigo, ficando com 300 relíquias. Quantas relíquias Poseidon tinha inicialmente?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)	Para encontrar o número inicial de relíquias, o estudante deve somar as relíquias dadas com as relíquias restantes: $X + 70 = 300$ , onde X é o número inicial de relíquias. Portanto, $X = 300 - 70 = 370$ .	Erro: Responder 70 ou 300, se o estudante confundir o número de relíquias dadas ou restantes com o número inicial.  Erro: Responder 400, se o estudante subtrair incorretamente.	 <p>transformação negativa estado inicial desconhecido</p>

### Sétima fase (final) (deus Zeus) Labirinto do Minotauro

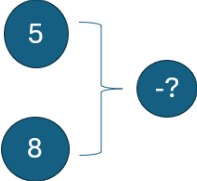
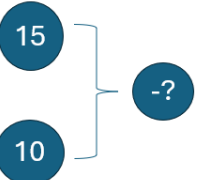
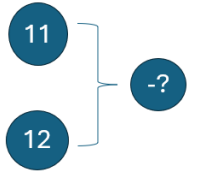
Ao chegar na fase, Zeus recebe o jogador com uma risada, e diz para o jogador: “Parabéns por passar por todos os desafios! Fico grato com os presentes que me trouxe, mas se você acha que por causa dos presentes a fase será fácil, está muito enganado, uma vez eu coloquei meu próprio filho, Teseu, dentro de um labirinto., Neste labirinto, tinha um Minotauro. Meu filho teve que derrotar esse Minotauro para ser digno. Bem, acho que farei o mesmo com você. Sua missão será passar pelo labirinto sem o Minotauro te pegar!”. Nesta fase, para passar pelo labirinto, o jogador irá andar com o personagem em linha reta e, quando chegar na bifurcação em T, ele deverá escolher direita ou esquerda. Para isso, terá que responder um problema do tipo composição de uma transformação; caso responda de forma correta, ele irá virar para o lado correto, onde não está o Minotauro, mas, caso erre o problema, o Minotauro aparecerá na sua frente e, para que o Minotauro não o

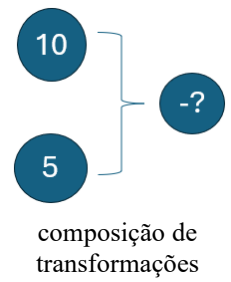
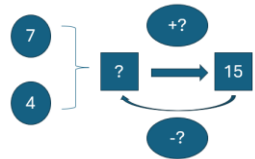
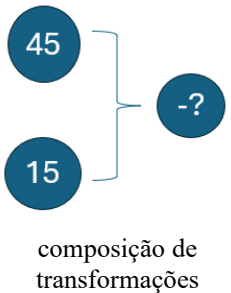
pegue, ele tem a opção de responder um problema de mesma dificuldade do anterior. No entanto, essa opção só poderá ser feita por 2 vezes; após, ele precisa reiniciar a fase. Exemplo de problema que pode aparecer: “Zeus saiu de casa com alguns dracmas, gastou D\$ 7 para almoçar, depois gastou D\$ 5 para andar de barco com o Caronte. Quanto Zeus gastou ao todo?”.

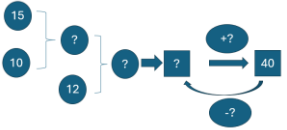
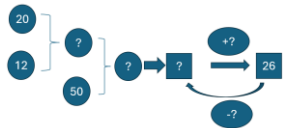


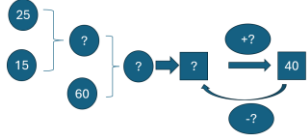
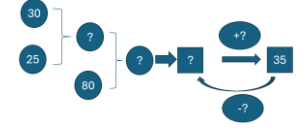
Banco de questões e análise *a priori* Zeus

Problemas	Alternativas	Nível de dificuldade	Cálculo esperado	Erros esperados	Diagrama e cálculo relacional / classificação do problema segundo Magina <i>et al.</i>
Zeus saiu de casa com alguns dracmas, gastou D\$ 7 para almoçar e depois D\$ 5 para andar de barco com Caronte. Quanto Zeus gastou ao todo?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O estudante deve somar os gastos: $7 + 5 = 12$ .	Erro: Responder D\$ 7 ou D\$ 5, se o estudante considerar apenas um dos gastos.  Erro: Responder D\$ 2, se o estudante subtrair em vez de somar.	<p>composição de transformações</p>
Zeus saiu de casa com alguns dracmas, fez uma oferta de D\$ 10 para Atena e D\$ 3 para Hermes. Quanto	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O estudante deve somar os Números das ofertas: $10 + 3 = 13$ .	Erro: Responder D\$ 10 ou D\$ 3, se o estudante considerar apenas uma das ofertas.  Erro: Responder D\$ 23, se o	<p>composição de transformações</p>

Zeus gastou ao todo com as ofertas?				estudante somar erroneamente os Números iniciais e das ofertas.	
Zeus entrou no labirinto de Creta alguns dracmas. Durante o percurso, ele usou 5 unidades para superar armadilhas e 8 unidades para lutar contra o Minotauro. Quantas unidades de energia Zeus gastou ao todo?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O estudante deve somar as unidades de energia gastas: $5 + 8 = 13$ .	<p>Erro: Responder 5 ou 8, se o estudante considerar apenas uma das situações de gasto de energia.</p> <p>Erro: Responder 3, se o estudante subtrair em vez de somar.</p>	 <p>composição de transformações</p>
Zeus saiu de casa alguns dracmas gastou D\$ 15 em um passeio com Hera e depois gastou D\$ 10 em um evento no Olimpo. Quanto Zeus gastou ao todo?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 1 Problemas Simples (Números pequenos e sem distrações)	O estudante deve somar os gastos: $15 + 10 = 25$ . E depois subtrair esse valor de D\$ 50: $50 - 25 = 25$ .	<p>Erro: Responder D\$ 50 ou D\$ 25, se o estudante não subtrair o gasto do total inicial.</p> <p>Erro: Responder D\$ 75, se o estudante somar o valor total e o gasto, em vez de subtrair.</p>	 <p>composição de transformações</p>
Zeus saiu de casa com D\$ 30, gastou D\$ 5 para entrar no barco de Caronte e depois D\$ 8 em uma parada no Inferno. Quanto Zeus gastou ao todo?	Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta	Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores	O estudante deve somar os gastos: $5 + 8 = 13$ .	<p>Erro: Responder D\$ 5 ou D\$ 8, se o estudante considerar apenas um gasto.</p> <p>Erro: Responder D\$ 18, se o estudante somar incorretamente os números.</p>	 <p>composição de transformações</p>

<p>Zeus saiu de casa com D\$ 40, gastou D\$ 10 com um banquete e depois D\$ 5 com o vinho. Quanto Zeus gastou ao todo?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores</p>	<p>O estudante deve somar os gastos: <math>10 + 5 = 15</math>.</p>	<p>Erro: Responder D\$ 10 ou D\$ 5, se o estudante considerar apenas um dos números de gasto.</p> <p>Erro: Responder D\$ 20, Se o estudante somar incorretamente os números.</p>	 <p>composição de transformações</p>
<p>Ariadne deu a Teseu 15 metros de fio para ele usar no labirinto. Ao entrar no labirinto, Teseu usou 7 metros para se orientar e 4 metros para encontrar o Minotauro. Quanto fio restou para Teseu depois desses usos?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores</p>	<p>O estudante deve somar o fio usado e subtrair do total dado: <math>7 + 4 = 11</math> e <math>15 - 11 = 4</math>.</p>	<p>Erro: Responder 11, se o estudante considerar o total usado como o resultado.</p> <p>Erro: Responder 20, se o estudante somar incorretamente o fio restante com o gasto.</p>	 <p>composição de transformações</p>
<p>Teseu entrou no labirinto com 25 unidades de energia. Ele gastou 10 unidades para encontrar o Minotauro e 5 unidades para derrotá-lo. Quantas unidades de energia Teseu usou ao todo?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 2 Introdução de Distrações e Números Maiores</p>	<p>O estudante deve somar as unidades de energia gastas: <math>10 + 5 = 15</math>.</p>	<p>Erro: Responder 10 ou 5, se o estudante considerar apenas uma das situações de gasto de energia.</p> <p>Erro: Responder 25, se o estudante não subtrair o gasto do total de energia.</p>	 <p>composição de transformações</p>

<p>Teseu entrou no labirinto com 40 unidades de energia. Ele usou 15 unidades para navegar pelas passagens e 10 unidades para encontrar o Minotauro. No final da batalha contra o Minotauro, Teseu gastou mais 12 unidades de energia. Quanto de energia Teseu usou no total e quanto sobrou para ele depois de tudo?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio. O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Primeiro, o estudante deve somar a energia usada:  <math>15 + 10 + 12 = 37</math>.          Depois, o estudante deve subtrair o total gasto do total inicial de energia:  <math>40 - 37 = 3</math>.</p>	<p>Erro:          Responder <math>15 + 10 = 25</math> ou <math>15 + 12 = 27</math>, se o estudante somar incorretamente apenas duas das quantidades.</p> <p>Erro:          Responder 7, se o estudante somar a energia total e depois adicionar em vez de subtrair o gasto.</p>	 <p>composição de transformações</p>
<p>Hércules entrou no labirinto com 50 unidades de força. Ele usou 20 unidades para atravessar o labirinto e 12 unidades para enfrentar o Minotauro. Depois de derrotar o Minotauro, ele teve que recuperar 8 unidades de força com o auxílio de um elixir. Quanto de força Hércules usou e</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio o estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Primeiro, o estudante deve somar as forças usadas:  <math>20 + 12 = 32</math>.          Depois, subtrair do total inicial de força:  <math>50 - 32 = 18</math>.          Por fim, somar o elixir recuperado:  <math>18 + 8 = 26</math>.</p>	<p>Erro:          Responder 32 sem considerar a recuperação com o elixir.</p> <p>Erro:          Responder 42, se o estudante somar incorretamente a recuperação do elixir com a força usada.</p>	 <p>composição de transformações</p>

quanto sobrou no final?					
<p>Perseu entrou no labirinto com 60 unidades de energia. Ele usou 25 unidades para localizar o Minotauro e 15 unidades para derrotá-lo. Durante o caminho de volta, ele encontrou uma fonte que restaurou 20 unidades de energia. Quanto de energia Perseu usou no labirinto e quanto ele tem agora?</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Primeiro, somar a energia usada: <math>25 + 15 = 40</math>. Depois, subtrair do total inicial: <math>60 - 40 = 20</math>. Finalmente, somar a energia restaurada pela fonte: <math>20 + 20 = 40</math>.</p>	<p>Erro: Responder 40 sem considerar a recuperação de energia.</p> <p>Erro: Responder 30, se o estudante esquecer de somar a energia restaurada.</p>	 <p>composição de transformações</p>
<p>Zeus entrou no labirinto com 80 unidades de energia. Ele usou 30 unidades para passar pelas passagens estreitas e 25 unidades para enfrentar o Minotauro. Depois de derrotar o Minotauro, ele encontrou um portal que aumentou sua energia em 10 unidades. Quanto de energia</p>	<p>Não terão alternativas nesse desafio O estudante precisa digitar a resposta correta</p>	<p>Nível 3 Problemas Mais Difíceis (Números maiores e mais elementos de distração)</p>	<p>Primeiro, somar a força usada: <math>30 + 25 = 55</math>. Depois, subtrair do total inicial de força: <math>80 - 55 = 25</math>. Finalmente, somar a força restaurada pelo portal: <math>25 + 10 = 35</math>.</p>	<p>Erro: Responder 25 sem considerar o aumento de força.</p> <p>Erro: Responder 45, Se o estudante somar incorretamente a recuperação da força ao gasto.</p>	 <p>composição de transformações</p>

Zeus usou no labirinto e quanto ele tem agora?					
--	--	--	--	--	--

Fonte: o autor.

A elaboração do *Game Design Document* (GDD) consolidou as diretrizes para o desenvolvimento do jogo pedagógico, garantindo a coerência entre os fundamentos teóricos, os objetivos educacionais e as mecânicas interativas propostas. O processo de estruturação do jogo foi conduzido com base na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e na Engenharia Didático-Informática, assegurando que os desafios matemáticos contemplassem a construção progressiva do conhecimento das estruturas aditivas.

O jogo desenvolvido neste trabalho será disponibilizado previamente por meio de um link, sendo acessível a qualquer pessoa que possuir o endereço eletrônico. Dessa forma, é possível compartilhar facilmente o jogo com diferentes usuários para que ele seja experimentado, independentemente de seu local ou do dispositivo utilizado. É importante destacar que, neste momento, o jogo ainda não conta com um sistema de *feedback*, ou seja, os jogadores não serão capazes de registrar suas opiniões, dúvidas ou sugestões diretamente na plataforma. A avaliação e o recolhimento de contribuição dos usuários serão implementados em uma versão posterior, visando ao aprimoramento da experiência.

Com a finalização deste capítulo, conclui-se a fase de concepção do jogo e sua fundamentação teórica e metodológica. No capítulo seguinte, serão apresentadas as considerações finais da pesquisa, destacando as contribuições do estudo, as limitações encontradas e as perspectivas para futuras investigações na área de jogos digitais aplicados à Educação Matemática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo principal elaborar um Documento de Design de Jogo (GDD) para um jogo pedagógico fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud, com foco no ensino das estruturas aditivas a alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental. Para tanto, foi adotada a metodologia da Engenharia Didático-Informática (EDI), que combina os princípios da Engenharia Didática e da Engenharia de Software, garantindo um processo estruturado e fundamentado para o desenvolvimento do protótipo do jogo.

As escolhas dos elementos presentes nos problemas foram feitas de maneira pessoal, com base nas características e mitos de cada deus, buscando refletir a essência de suas histórias. Por exemplo, Apolo, conhecido por sua ligação com a música e as artes, trouxe as musas para ilustrar a ideia de diferentes talentos se somando. Sua habilidade em reunir várias formas de arte se conecta ao conceito de adição, em que cada musa, com sua habilidade única, contribui para um total maior, assim como as partes se somam para formar algo completo.

Hefesto, deus da metalurgia e da criação, foi associado aos gigantes de ferro, simbolizando a força e a transformação. Hefesto é o criador de máquinas e seres mecânicos, e seus gigantes de ferro no problema refletem como algo forte e imutável pode ser transformado ou aumentado. Esse tema de criação e adição foi escolhido para ilustrar o conceito de mudança e crescimento ao longo do tempo.

Ártemis, a deusa da caça e da natureza selvagem, foi retratada com caçadores se unindo à caçada. A natureza de Ártemis e sua liderança sobre caçadores em florestas e montanhas reflete o aumento de participantes durante uma jornada, o que está ligado ao conceito de transformação positiva. O número de caçadores, assim como o crescimento do grupo ao longo da jornada, é uma metáfora para como os elementos se adicionam à medida que os desafios se tornam mais complexos.

Afrodite, deusa do amor, é frequentemente associada à transformação das emoções e dos relacionamentos. No problema envolvendo a transformação, Afrodite simboliza a ideia de que os sentimentos e as relações mudam com o tempo. Assim como o amor pode crescer ou diminuir, os números no problema se transformam, refletindo a fluidez das emoções e as mudanças que acontecem em qualquer interação, conectando-se à ideia de transformações constantes.

Hera, deusa do casamento e da família, foi escolhida para representar o número desconhecido. Em sua mitologia, Hera está frequentemente envolvida em situações de ajustes

familiares e relações dinâmicas. Ao construir um problema no qual o número inicial é desconhecido, a ideia é refletir como, muitas vezes, o ponto de partida nas relações familiares ou sociais não é claro, sendo preciso fazer ajustes para descobrir esse número oculto, assim como em muitas histórias mitológicas de Hera.

Poseidon, senhor dos mares, foi retratado com tesouros perdidos e recursos no mar, simbolizando a diminuição e a imprevisibilidade. No mar, tudo pode ser alterado — recursos podem ser encontrados ou perdidos em um piscar de olhos. Assim, os problemas que envolvem a perda de peixes ou recursos no oceano servem para ensinar como a diminuição de elementos reflete a natureza volúvel e mutável de Poseidon, ilustrando a ideia de transformações negativas.

Por fim, Zeus, o líder do Olimpo, foi associado ao labirinto do Minotauro, um dos maiores desafios mitológicos. Assim como Zeus enfrenta grandes obstáculos, o problema envolvendo o labirinto simboliza desafios complexos que exigem múltiplas etapas para serem superados. O labirinto, com suas várias etapas e caminhos a seguir, conecta-se à ideia de composição de transformações, mostrando que, para resolver um problema grande, é necessário passar por diferentes estágios e aplicar raciocínios sucessivos.

Essas escolhas foram feitas para garantir que os elementos das narrativas estivessem diretamente ligados aos mitos e à essência de cada deus, proporcionando uma maneira envolvente e educativa de praticar conceitos matemáticos enquanto se explora o universo mitológico. A conexão dos mitos com os problemas matemáticos visa não apenas o ensino das operações, mas também a compreensão de como cada elemento, seja uma musa, um gigante de ferro ou um caçador, desempenha um papel vital na construção do conhecimento.

O problema de pesquisa que orientou este estudo foi: “Quais elementos considerar para desenvolver o design de um jogo educacional para o ensino dos conceitos de estruturas aditivas dos números naturais a alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental?”. Para respondê-lo, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre o ensino das operações aditivas, abordando desde aspectos históricos até as diretrizes estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que norteiam o ensino da Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, a pesquisa se apoiou na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990, 1993), a qual estabelece que o aprendizado de conceitos matemáticos se dá por meio de diferentes situações, demandando que os estudantes mobilizem esquemas cognitivos para compreender e resolver problemas. A Engenharia Didático-Informática, conforme proposta por Tiburcio (2016, 2020), foi utilizada como metodologia para estruturar o desenvolvimento do GDD e validar seu potencial pedagógico.

Ao longo da pesquisa, foram obtidos avanços concretos, incluindo a formulação de um protótipo de GDD estruturado com base na TCC e na EDI. O jogo foi concebido a partir de uma narrativa inspirada na mitologia grega, promovendo um ambiente lúdico e engajador para os estudantes. As mecânicas e dinâmicas do jogo foram elaboradas com base nas categorias de problemas aditivos de composição e transformação, conforme definidas por Vergnaud (1990), garantindo uma progressão de desafios que favoreça a construção do conhecimento matemático. Além disso, a estrutura do jogo respeitou os princípios da Engenharia Didático-Informática, passando pelas etapas de análise teórica, levantamento de requisitos, prototipação e planejamento da validação.

Embora o desenvolvimento do GDD tenha sido concluído e a estrutura do jogo esteja finalizada, a aplicação do jogo com estudantes ainda não foi realizada, sendo este um ponto de melhoria e aprofundamento para pesquisas futuras. A experimentação com alunos permitirá validar empiricamente o impacto do jogo no ensino das estruturas aditivas e verificar se os desafios propostos contribuem efetivamente para a aprendizagem matemática. Como sugere Prensky (2012), a inserção de jogos digitais na educação pode transformar o ensino, tornando-o mais dinâmico e interativo, mas sua eficácia precisa ser comprovada com experimentação prática.

A proposta do jogo desenvolvido neste trabalho pode se apresentar como um importante elo na aproximação dos professores dos anos iniciais à Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud. Isso se torna particularmente relevante, uma vez que essa teoria não é contemplada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), dificultando o seu acesso e a compreensão pelos agentes da educação. Dessa forma, o jogo não apenas proporciona uma alternativa lúdica para o ensino da matemática, como também se constitui em um caminho para que os professores se apropriem gradualmente dos conceitos da teoria, ampliando suas estratégias pedagógicas e aumentando o envolvimento dos estudantes na aprendizagem.

Dessa forma, esta pesquisa contribui significativamente para o campo da Educação Matemática, ao propor um modelo estruturado para o *design* de jogos educacionais fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais. A utilização de jogos digitais no ensino da Matemática representa uma abordagem inovadora e potencialmente eficaz, respeitando os processos cognitivos envolvidos na aquisição dos conceitos matemáticos. Como apontam Mattar (2010) e Gee (2004), os jogos digitais podem proporcionar um contexto alternativo de aprendizagem, favorecendo a motivação e a retenção do conhecimento.

Acredita-se que esta pesquisa possa impulsionar novas práticas pedagógicas que integrem jogos digitais ao ensino da Matemática, incentivando a adoção de metodologias mais

alinhadas às necessidades contemporâneas da educação. Como perspectivas futuras, recomenda-se a aplicação do jogo em sala de aula, a coleta de dados empíricos sobre sua efetividade e a ampliação da proposta para abranger outros conceitos matemáticos, como multiplicação e divisão. Dessa forma, este estudo não apenas propõe um modelo inovador para o ensino das estruturas aditivas, mas também abre caminhos para novas investigações que explorem o potencial dos jogos digitais na Educação Matemática.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. W.; SILVA, J. C.; LINS, H. A. M. Criação de jogo matemático digital com crianças e jovens surdos: contribuições da pedagogia visual. **Revista Cocar**. v. 13 n. 27, p. 399-422, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2845>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- ARTIGUE, M. **Engenharia Didática**. In: BRUN, J. Didática das Matemáticas. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. Cap. 4, p. 193 -217.
- BADOCO, J. V.; CIBOTTO, R. A. G. jogos digitais para ensino de matemática: um panorama a respeito de sua utilização nos anais do enem. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. **Anais...Brasília (DF) On-line**, 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ULnXp>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- BELLEMAIN, F.; RAMOS, C. S.; TIBÚRCIO, R S. Engenharia de software educativos, o caso do bingo dos racionais. In: seminário internacional de pesquisa em educação matemática - SIPEM, 6, 2015, Goiás. **Anais [...]**. Goiás: SBEM, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/14051>. Acesso em: 18 de nov. 2024.
- BELLEMAIN. F.; BELLEMAIN, P. M. B.; GITIRANA. V. Elementos de engenharia de software educativos para a concepção de ferramentas computacionais para o CSCL. In: Rosa, M.; Bairral, M. A.; Amaral, R. B. Educação Matemática, **Tecnologias Digitais e Educação a Distância**: pesquisas contemporâneas. Natal: Editora da Física, 2014.
- BOLLER, S; KAPP, K. **Jogar para aprender**: tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes. São Paulo: DVS Editora, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- BRENELLI, R. P. Uma proposta psicopedagógica com o jogo de regras. In: **SISTO, F. F. et al.** Atuação psicopedagógica e aprendizagem escolar. Petrópolis: Vozes, 1996. p. 140-162.
- CÉSAR, R. Contribuição dos Games para o Ensino da Matemática. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação - SIMEDUC**, 9, 2018. **Anais [...]**. Unit: Aracaju, 2018. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/simeduc/article/view/9479>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- COSTA, R. R. da; AMARAL, W. A. Os materiais didáticos veiculados pelo Manual do Professor Primário do Paraná para o ensino da matemática na década de 1960. **RIDPHE\_R Revista Iberoamericana do Patrimônio Histórico-Educativo**, Campinas, SP, v. 5, p. e019021, 2019. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/ridphe/article/view/9863>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- CRUZ, É. N. A. **Os Saberes Elementares Aritméticos em Revistas Pedagógicas Brasileiras (1890-1930)**. 2018. 145f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/189238>. Acesso em: 16 nov. 2024.

FERREIRA, J. W. C.; NUNES, J. M. V. Representações de Estudantes do 4º Ano do Ensino Fundamental Frente a Problemas do Campo Multiplicativo: uma análise de resoluções. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 10, n. 23, 31 maio 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/3292>. Acesso em: 19 de nov. 2024.

FLEURY, A; SAKUDA, L. O.; CORDEIRO, J. H. D. O. **I Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais**. São Paulo: Pesquisa do GEDIGames, NPGT, Escola Politécnica, USP, para o BNDES, 2014.

GEE, J. P. **Situated language and learning: a critique of traditional schooling**. London: Routledge, 2004.

GEE, J.P. **Are video games good for learning?** Keynote address at Curriculum Corporation. 13th National Conference. Adelaide, August, 2006.

GEE, J.P. **What video games have to teach us about learning and literacy. Revise dans update dedition**. New York: Palgrave/Macmillan. 2007.

HUF, V. B. de S.; HUF, S. F.; PINHEIRO, N. A. M.; BURAK, D. Avaliação diagnóstica no 6º ano: o que ela mostra em relação aos conteúdos matemáticos / Diagnostic evaluation in 6th year: what she shows about mathematical content. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 12, p. 30600–30613, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5384>. Acesso em: 16 nov. 2024.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 9 Ed. rev. e atual. São Paulo: Perspectiva, 2019.

IFRAH, G. **História universal dos algarismos: a inteligência dos homens contada pelos números e pelo cálculo**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. v.1.

IFRAH, Georges. **Os números: a história de uma grande invenção**. 11. ed. São Paulo: Globo, 1998.

INVESTSP. **Mundo dos games cresce, conquista jovens e se torna profissão dos sonhos**. 2023. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/mundo-dos-games-cresce-conquista-jovens-e-se-torna-profissao-dos-sonhos/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

KROEFF, R. F. DA S.; GAVILLON, P. Q.; CARANGACHE KIJNER, L.; MARASCHIN, C. Entre Pais e Filhos: Encontros com a Cultura dos Videogames. **PSI UNISC**, v. 3, n. 1, p. 152-172, 3 jan. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/331040218\\_Entre\\_Pais\\_e\\_Filhos\\_Encontros\\_com\\_a\\_Cultura\\_dos\\_Videogames](https://www.researchgate.net/publication/331040218_Entre_Pais_e_Filhos_Encontros_com_a_Cultura_dos_Videogames). Acesso em: 18 de nov. 2024.

LEIVAS, J. C. P. Resolução de problemas e as operações de adição e subtração na formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 5–10, 2019. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/544>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MAGINA, S.; CAMPOS, T. As estratégias dos alunos na resolução de problemas aditivos: um estudo diagnóstico. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-71, 2004. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/4680>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MAGINA, S.; CAMPOS, T. M. M.; NUNES, T.; GITIRANA, V. **Repensando Adição e Subtração: Contribuições da Teoria dos Campos Conceituais**. 3. ed. São Paulo: PROEM, 2008.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MIRANDA, C. A. **Situações-problema que envolvem o conceito de função afim: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais**. 2019. 160f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4671>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. *In*: MORAN, José Manuel; MOSETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. rev. atual. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/infEducteoriapratica/article/view/6474>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

MOREIRA, M. A. O Iceberg da Conceitualização. *In*: GROSSI, E. P. (Org.). **Coleção Campos Conceituais**. Porto Alegre: CIP, 2017. p. 61-113.

MOTA, P. C. C. L. M. **Jogos no ensino da Matemática**. 2009. Dissertação (Mestrado em Matemática/Educação) - Universidade Portucalense, Portugal, 1989. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11328/525>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MOTTA, R. L.; Junior, J. T. Short game design document (sgdd). **SBC – Proceedings of SBGames 2013**. Disponível em: [https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/15-dt-paper\\_SGDD.pdf](https://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/15-dt-paper_SGDD.pdf). Acesso em: 16 nov. 2024.

NASCIMENTO, N. F. C. do. **A resolução de problemas de estruturas aditivas por crianças da educação infantil: uso de jogos e problemas escolares**. 2007, 125f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/4591>. Acesso em: 16 nov. 2024.

NEWZOO. **Key Insights into Brazilian Gamers**. Newzoo Gamer Insights Report. 2022. Disponível em: <https://newzoo.com/resources/trend-reports/key-insights-into-brazilian-gamers-newzoo-gamer-insights-report>. Acesso em: 16 nov. 2024.

NOGUEIRA, C. M. I.; REZENDE, V. A Teoria dos Campos Conceituais no Ensino de Números Irracionais: Implicações da Teoria Piagetiana no Ensino de Matemática. **Psicologia e Epistemologia Genéticas**, São Paulo, v.6, n.1, p. 41-63, 2014. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/3950>. Acesso em: 18 de

nov. 2024.

NOVAK, J. **Desenvolvimento de games**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PACETE, L. G. **Games e eSports ganham força como opção de carreira no Brasil**. Forbes Tech. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/03/games-e-esports-ganham-forca-como-opcao-de-carreira-no-brasil/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

PAIVA, C. A.; TORI, R. Jogos Digitais no Ensino: Processos cognitivos, benefícios e desafios. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 16, 2017. **Anais [...]**. SBGames: Curitiba, PR, p. 1052-1055, 2017. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaShort/175287.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

PETRY, L.C. O conceito ontológico de jogo. In: ALVES, L.; COUTINHO, I. J. (Orgs.). **Jogos Digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. Campinas: Papirus, 2017.

PIRES, C. E. S; NAVARRO, D. D; PIRES, V. F; QUEIROZ, A. R. M; MARINHO, L. B. Um Jogo Didático para Detecção de Problemas de Qualidade de Dados em Bancos de Dados Relacionais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 3, p. 98-112, 2015. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/viewFile/3296/4475>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac-SP, 2012.

RAMOS. C. S. **Princípios da engenharia de software educativo com base na engenharia didática: uma prototipação do bingo dos racionais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/14051>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

REZENDE, V. **Os conhecimentos sobre números irracionais mobilizados por alunos brasileiros e franceses no processo escolar: um estudo com alunos concluintes dos três níveis de ensino**. 2013. 209p. Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4525>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

ROGERS, S. **Level Up!** um guia para o design de grandes jogos. São Paulo: Blucher, 2013. 575 p.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E., **Rules of Play: Game Design Fundamentals**, Cambridge, MIT Press, 2003.

SENA, Samara de. **Jogos digitais educativos design propositions para GDDE**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/178089>. Acesso em: 08 jun. 2025.

SANTOS W. O; SILVA NETO, S. R; SILVA JUNIOR, C. G. Uso de Games no ensino da Matemática: uma proposta de virtualização dos jogos tradicionais, para uso como mecanismo de apoio ao processo de ensino e aprendizagem, BRASIL, 2013, 5º simpósio hipertexto e tecnologias na educação. Disponível em: <https://encurtador.com.br/Exfge>. Acesso em: 16 nov. 2024.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **RENTE**, v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405>. Acesso em: 16 nov. 2024.

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. Burlington – USA. Elsevier, 2008.

SILVA, A. D. P. R. da. **Prototipação, desenvolvimento e validação de um micromundo com suportes para o ensino de área e perímetro**. 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35718>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

SILVA, C. T. J. **A Engenharia Didático-Informática na prototipação de um software para abordar o conceito de taxa de variação**. 2016. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/19687>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

SILVA, D.M.; SILVEIRA, I.F. As manifestações de game design nas pesquisas acadêmicas que relacionam os jogos digitais e o ensino e a aprendizagem de matemática: dez anos de estudos no Brasil. **REnCiMa, Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. Disponível em: [https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1206305/MoreiraDaniel\\_As\\_Manifestaciones.pdf](https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1206305/MoreiraDaniel_As_Manifestaciones.pdf). Acesso em: 18 nov. 2024.

SIQUEIRA, J. E. M. **Articulando os registros de representação semiótica das Curvas Cônicas através da integração de recursos computacionais**. 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34200>. Acesso em: 18 nov. 2024.

SOUSA, C. M. S. G. de; MOREIRA, M. A.; MATHEUS, T. A. M. A resolução de situações-problema experimentais no campo conceitual do eletromagnetismo: uma tentativa de identificação de conhecimentos-em-ação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 5, n. 3, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4058>. Acesso em: 16 nov. 2024.

TIBÚRCIO, R. S. **Processo de desenvolvimento de software educativo: um estudo da prototipação de um software para o ensino de função**. 2016. 112f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica – Edumatec) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17425>. Acesso em: 16 nov. 2024.

TIBÚRCIO, R. S. **A Engenharia Didático-Informática: uma metodologia para a produção de software educativo**. 2020. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39121>. Acesso em: 18 de nov. 2024.

TIBÚRCIO, R. S.; BELLEMAIN, F. Aperfeiçoamento da Engenharia Didático-Informática com Contribuições da Metodologia de Desenvolvimento do Software Modellus. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 14, n. 35, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/12504>. Acesso em: 16 nov. 2024.

TONEIS, C. N.; PAULO, R. M. Games no ensino de Matemática: propostas e desafios. IN: SILVEIRAS, J. L. **Educação em partes: Estudos e Investigações**, v. 4. Formiga (MG): Editora Uniesmero, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/lrRUX>. Acesso em: 16 nov. 2024.

VAN ECK, R. N. Digital Game-Based Learning: Still Restless, After All These Years, **EDUCAUSE review**, Denver, 2015. Disponível em: <https://er.educause.edu/-/media/files/articles/2015/10/erm1561.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escola elementar**. Curitiba: Editora UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. A incorporação dos professores na teoria dos campos conceituais: contribuição em homenagem a Claude Comiti. Tradução de Camila Rassi, In : BESSOT, A. (Ed.). **Formation des enseignants et Étude Didactique de l'Enseignant**. Actes de la journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti, Grenoble: CNRS/ INPG/UJF. 2002. Disponível em: <https://vergnaudbrasil.com/textos/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

VERGNAUD, G. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, J. (Org.). **Didáctica das Matemáticas**. Trad. Maria Jose Figueiredo, Lisboa: Instituto Piaget, 1997. p. 155 – 191.

Vergnaud, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 10, n. 23, p. 133–170, 1990. Disponível em: [https://gerardvergnaud.files.wordpress.com/2021/09/gvergnaud\\_1990\\_theorie-champs-conceptuels\\_recherche-didactique-mathematiques-10-2-3.pdf](https://gerardvergnaud.files.wordpress.com/2021/09/gvergnaud_1990_theorie-champs-conceptuels_recherche-didactique-mathematiques-10-2-3.pdf). Acesso em: 16 nov. 2024.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: HIEBERT, H.; BEHR, M. (Ed.). **Research Agenda in Mathematics Education** Number Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1988. p. 141–161.

VERGNAUD, G. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. Especial, p. 15-27, 2011. Link?

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceituais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 1993, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática, 1993, p. 1-27. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Wagner-Pommer/publication/325035542\\_A\\_Teoria\\_dos\\_Campos\\_Conceituais\\_de\\_Gerard\\_Vergnaud/links/5af27dafaca272bf4259dd17/A-Teoria-dos-Campos-Conceituais-de-Gerard-Vergnaud.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Wagner-Pommer/publication/325035542_A_Teoria_dos_Campos_Conceituais_de_Gerard_Vergnaud/links/5af27dafaca272bf4259dd17/A-Teoria-dos-Campos-Conceituais-de-Gerard-Vergnaud.pdf). Acesso em: 18 de nov. 2024.

VERGNAUD, G. Conceitualização. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS, 2. 2017. **Anais [...]**. Brasília: Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia da Pesquisa e Ação, 2017, p. 28-49.

ZANATTA, L. F. **Formas operatória e predicativa relativas à função afim manifestadas por estudantes de licenciatura em matemática**. 2024. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática – PRPGEM, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR campus de Campo Mourão, 2024. Disponível em: <https://prpgem.unespar.edu.br/dissertacoes/dissertacao/dissertacao-final-leonardo-ferreira-zanatta.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A - TUTORIAL

### Introdução

Bem-vindo ao “Desafio dos Deuses da Mitologia Grega!”. Neste jogo matemático, você deve resolver situações-problema para progredir pelas sete fases. Cada fase é regida por um deus do Olimpo e apresenta um desafio único. Para avançar, você precisará responder corretamente e superar os desafios matemáticos. O jogo se passa em uma grande escadaria mitológica, onde você sobe degrau por degrau até chegar ao topo!

### Regras do Jogo

- O jogador deve completar todas as fases em ordem, sem pular nenhuma.
- Cada fase apresenta um tema diferente e desafios matemáticos.
- Ao completar uma fase, o jogador sobe a escadaria e encontra o próximo desafio.
- Ao completar todas as sete fases, o jogador vence e se torna um verdadeiro herói matemático da mitologia!

### Fases do Jogo

#### Fase 1 - Apolo: Quiz Matemático

Tema: Composição com o todo desconhecido.

- Apolo desafia o jogador com um quiz de problemas matemáticos relacionados a adições.
- O jogador deve responder corretamente 6 problemas para subir o primeiro degrau da escadaria.

#### Fase 2 - Hefesto: Corrida de Cálculo

Tema: Composição parte desconhecida.

- Hefesto, o deus da forja, coloca o jogador em uma corrida em que ele precisa resolver problemas matemáticos para acelerar seu personagem.
- O jogador controla um personagem que corre e deve escolher a resposta correta para ganhar velocidade.
- Para vencer, o jogador precisa acertar 6 problemas.
- A cada 2 problemas errados, o jogador volta uma casa.
- Vence o desafio ao chegar no fim da pista.

### **Fase 3 - Ártemis: Caçada Numérica (Estilo Pac-Man)**

Tema: transformação com final desconhecido

- Ártemis desafia o jogador a coletar números e formar a resposta correta para os problemas apresentados.
- O jogador se move em um labirinto (similar ao Pac-Man) e precisa capturar os números corretos enquanto foge de bestas mitológicas.
- Se pegar um número errado, perde pontos e precisa recomeçar a fase.
- Vence quando conseguir coletar 6 respostas corretas.

### **Fase 4 - Afrodite: Quebra-Cabeça Matemático**

Tema: transformação desconhecida

- Afrodite propõe um quebra-cabeça no qual o jogador precisa resolver corretamente problemas matemáticos para liberar as peças.
- Se o jogador errar a resposta, outro problema surge para ele resolver.
- O jogador tem 2 chances para errar o problema; caso erre o terceiro problema, a fase se reinicia.
- Após resolver todos os problemas propostos, o jogador precisa encaixar as peças no quebra-cabeça.
- Quando todas as peças estiverem encaixadas corretamente, o jogador sobe para a próxima fase.

### **Fase 5 - Hera: Escape da Sala**

Tema: transformação positiva estado inicial desconhecido

Hera tranca o jogador em uma sala e ele precisa resolver charadas matemáticas para sair.

- O jogador precisa resolver 6 problemas para sair, adquirir pedaços da chave e assim montar a chave.
- O jogador tem um tempo limite para resolver todos os desafios e escapar.
- Após responder os problemas corretamente, a chave se forma e o jogador consegue vencer o desafio.

### **Fase 6 - Poseidon: Caça ao Tesouro no Mar**

Tema: transformação negativa estado inicial desconhecido

- Poseidon escondeu um tesouro no fundo do mar e o jogador deve encontrá-lo para presentear Zeus e poder participar da última fase.
- O jogador precisa acertar 6 problemas para coletar os presentes necessários a Zeus.
- Ao encontrar os 6 tesouros, a próxima fase é liberada.

### **Fase 7 - Zeus: O Labirinto do Minotauro**

Tema: composição de transformações

- Zeus coloca o jogador dentro do Labirinto do Minotauro, onde ele precisa resolver problemas matemáticos para encontrar a saída.
- Cada encruzilhada do labirinto tem um problema matemático, que o jogador necessita acertar para poder passar.
- Se o jogador errar 3 respostas, pode acabar preso no labirinto e ter que recomeçar a fase.
- Após responder corretamente 7 problemas, o jogador encontra a saída e vence o jogo!

## APENDICE B- *Prompts* de comando utilizados na IA.

Usuário

Gostaria que verificasse as normas gramaticais do documento.

Assistente

Claro! Vou revisar as normas gramaticais do seu documento e te devolver com as correções.

Usuário

Fazer a mesma coisa com a imagem do Hefestos, mas faça um parágrafo acadêmico, explicando o personagem criado a partir da narrativa associando com o capítulo sobre jogos.

Assistente

A figura apresentada representa o deus Hefesto, concebido como um dos antagonistas no jogo \*Desafio dos Deuses: Matemática no Olimpo\*. Associado ao fogo, à forja e à criação de artefatos divinos, Hefesto foi reinterpretado visualmente com atributos robustos, postura imponente e elementos visuais que evocam poder técnico e artesanal — características que dialogam diretamente com os desafios propostos no jogo. Dentro da narrativa, Hefesto personifica o domínio das estruturas racionais e construtivas do pensamento matemático...

Usuário

Refaça a imagem de Poseidon sem o texto que estava agregado.

Assistente

Imagem de Poseidon sem texto foi criada com sucesso.

Usuário

Gostaria que refizesse a imagem do fluxo do jogo, utilizando o mesmo estilo estético das outras imagens que criou.

Assistente

Aqui está a nova versão do fluxograma com todas as fases, incluindo a 5ª fase que estava ausente.

Usuário

Na tela inicial do jogo, aparece a Deusa Atena contando a história a seguir Figura 13.

Assistente

Aqui está a imagem com a deusa Atena e o fundo, iniciando a narrativa que você mencionou.

Usuário

Gostaria que colocasse Atena no topo da imagem em anexo, observando os mortais e pode colocar o mortal representado pela outra imagem, a Armadura vazia, bem embaixo, olhando para cima.

Assistente

A imagem foi criada com Atena observando o mortal, representado pela Armadura Vazia, abaixo dela.

Usuário

Gostaria de refazer a imagem do fluxo do jogo, agora com a 5ª fase.

Assistente

Aqui está a nova versão com a 5ª fase do jogo corretamente colocada.

Usuário

Gostaria de uma cutscene de 10 a 20 segundos contando a história.

Assistente

Aqui está a cutscene com a narrativa que você pediu, com a voz de Zeus e a música de fundo.

Usuário

Agora, gostaria de adicionar áudio de fundo à cutscene.

Assistente

O áudio de fundo foi criado com sucesso, integrando a narração e a música para a cutscene.

