

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE – CAMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA  
CURSO TÉCNICO EM DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**GEISTREICH: UMA PLATAFORMA DE ENSINO DEDICADA À GERAÇÃO DE  
EXERCÍCIOS PARA A DISCIPLINA DE MATEMÁTICA**

**Samir Saleh Godinho**

Pelotas, 2024.

**Samir Saleh Godinho**

**GEISTREICH: UMA PLATAFORMA DE ENSINO DEDICADA À GERAÇÃO DE  
EXERCÍCIOS PARA A DISCIPLINA DE MATEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito na disciplina de Metodologia da Pesquisa II  
do curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas,  
do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus  
Pelotas - Visconde da Graça.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira

Pelotas, 2024.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2. TEMA</b>	<b>6</b>
<b>3. MOTIVAÇÕES</b>	<b>7</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
4.1. OBJETIVO GERAL	8
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>5. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS</b>	<b>9</b>
<b>5.1. MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS</b>	<b>9</b>
5.2. REQUISITOS FUNCIONAIS	13
5.3. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	14
<b>6. MODELAGEM</b>	<b>15</b>
6.1. MODELO DE CASOS DE USO	15
6.2. MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS	16
6.3. MODELAGEM LÓGICA DO BANCO DE DADOS	17
<b>7. TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	<b>19</b>
<b>8. IMPLEMENTAÇÃO DA API GEMINI NO PROJETO GEISTREICH: INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA COM PYTHON</b>	<b>21</b>
<b>9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA</b>	<b>23</b>
9.1. TELA DE LOGIN E REGISTRO	23
9.2. DASHBOARD DO PROFESSOR	25
9.3. CRIAÇÃO DE ARQUÉTIPOS	27
9.4. CONFIGURAÇÕES DE CONTA	28
9.5. EDITAR ARQUÉTIPO	29
9.6. RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO	30
9.7. RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO COM DICAS	32
9.8. RESULTADO DO EXERCÍCIO	32
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>34</b>
<b>11. REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE I - Instruções SQL para Criação da Base de Dados</b>	<b>37</b>
<b>APÊNDICE II - Prompt em Python</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Matemática desempenha um papel fundamental na educação, sendo uma das disciplinas que mais contribuem para o desenvolvimento intelectual dos alunos. Ela promove a capacidade de resolver problemas complexos, pensar de forma abstrata e desenvolver uma mentalidade lógica e organizada. Essas habilidades são transferíveis para diversas áreas do conhecimento e da vida profissional, tornando o aprendizado da Matemática uma competência indispensável para o sucesso acadêmico e profissional (Menezes, 2000).

Para tentar maximizar o potencial de cada aluno, é necessário que eles tenham acesso a exercícios e atividades matemáticas adaptados às suas necessidades e afinidades, de acordo com a evolução de suas aprendizagens. A personalização dos processos de ensino e de aprendizagem permite que os educadores identifiquem e abordem as áreas de dificuldade de cada aluno, oferecendo suporte direcionado e desafios compatíveis com seu nível de habilidade. Além disso, a adaptação dos exercícios às preferências e interesses dos alunos torna o aprendizado mais significativo, facilitando a compreensão e o aprofundamento dos conceitos matemáticos.

A Inteligência Artificial (IA) tem se mostrado essencial para a educação personalizada, permitindo um ensino adaptado às necessidades individuais dos alunos por meio da análise e da interpretação de dados sobre seu desempenho. Diferentemente do modelo tradicional, em que o professor centraliza o conhecimento e os alunos desempenham um papel passivo, a IA possibilita um aprendizado adaptativo, monitorando o progresso dos alunos em tempo real, identificando dificuldades e ajustando o conteúdo conforme suas necessidades. Além disso, a IA pode auxiliar educadores na criação de materiais personalizados, no fornecimento de retorno imediato e na oferta de tutoria virtual contínua, contribuindo para a melhoria da qualidade e da eficácia do ensino (Poole & Mackworth, 2017; Michael & Andreas, 2019; Mohamed *et al.*, 2022).

Portanto, embora os professores possam personalizar exercícios para seus alunos, esse processo pode ser extremamente trabalhoso e demorado, especialmente para aqueles com uma alta carga horária de trabalho. Nesse contexto, surge o **Geistreich**, uma plataforma de ensino que utiliza Inteligência Artificial para gerar exercícios de Matemática procedural, considerando as

dificuldades, interesses e pontos fortes de cada aluno. Esse software tem como objetivo maximizar o aprendizado individual, proporcionando uma experiência educativa personalizada que se adapta às necessidades específicas de cada estudante. A plataforma analisa continuamente o desempenho dos alunos e ajusta os exercícios para garantir que cada um seja desafiado na medida certa e receba o suporte necessário para superar suas dificuldades.

Logo, investir no ensino e no aprendizado personalizado de Matemática é investir no futuro. Com uma base matemática sólida, os indivíduos podem estar mais bem preparados para enfrentar os desafios do mundo atual, atuar de forma ativa na sociedade e contribuir para o progresso contínuo em diversas áreas. Ao oferecer um ensino de Matemática personalizado, como o proporcionado pelo **Geistreich**, possibilitamos que cada aluno tente alcançar seu pleno potencial e contribua de maneira significativa para a sociedade.

## **2. TEMA**

Desenvolvimento de uma Plataforma de ensino, chamada de **Geistreich**, dedicada à geração procedural de exercícios, que sejam personalizados para atender as necessidades de cada usuário, baseado em técnicas de IA.

### **3. MOTIVAÇÕES**

Os jovens enfrentam desafios cada vez maiores no aprendizado da Matemática, evidenciados pela dificuldade em construir um conhecimento progressivo nessa disciplina crucial. Muitos, em vez de compreenderem os conceitos, optam por memorizar fórmulas para garantir notas satisfatórias nas provas, o que resulta em uma limitação no desenvolvimento do raciocínio matemático essencial. Essa abordagem superficial não apenas restringe o aprendizado, mas também compromete a capacidade de resolver problemas complexos.

Além disso, estudos recentes, como o Pisa (2022), revelam que apenas 1 em cada 4 alunos brasileiros alcança um nível adequado de proficiência em Matemática. Esses resultados são fundamentais não apenas para diagnosticar lacunas no aprendizado, mas também para orientar intervenções educativas que promovam uma compreensão mais profunda e duradoura da disciplina.

Como estudante do Curso Técnico de Desenvolvimento de Sistemas, observei que alguns colegas enfrentaram dificuldades com exercícios que pressupunham o domínio de fórmulas e conceitos que nem todos possuíam. Essa experiência me levou a refletir sobre o ensino de Matemática e a pensar em maneiras de torná-lo mais acessível e eficiente.

Portanto, a criação de uma plataforma que permita aos professores desenvolverem exercícios personalizados para seus alunos pode representar um avanço significativo no ensino da Matemática, oferecendo ferramentas que adaptem os conteúdos às necessidades de cada estudante.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1.OBJETIVO GERAL**

Desenvolver uma plataforma de ensino chamada Geistreich, dedicada à geração procedural de exercícios personalizados, projetados para atender às necessidades específicas de cada usuário com base em técnicas de Inteligência Artificial.

### **4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos são:

- a) realizar um estudo detalhado sobre a estrutura, funcionalidades e capacidades de uma API de IA, identificando como ela pode ser integrada ao projeto;
- b) criar uma interface de usuário intuitiva e funcional, garantindo que seja amigável e de fácil navegação para os usuários finais;
- c) projetar e implementar um algoritmo para a geração automática de prompts, utilizando técnicas de IA para garantir a relevância e precisão dos resultados.

## 5. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

A especificação de requisitos é uma etapa crucial no processo de desenvolvimento de sistemas e software, na qual são documentadas todas as necessidades e expectativas dos *stakeholders* (partes interessadas) em relação ao sistema a ser desenvolvido.

De acordo com Sommerville (2015), os requisitos de software são descrições dos serviços e restrições de um sistema, elaboradas durante o processo de engenharia de requisitos. A especificação de requisitos é essencial para garantir que o sistema final atenda às necessidades dos usuários e das partes interessadas, evitando mal-entendidos e mudanças custosas nas etapas posteriores do desenvolvimento. Nas seções a seguir, serão apresentados os métodos para a especificação de requisitos, bem como os requisitos funcionais e não funcionais do sistema em questão.

### 5.1. MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

A definição precisa dos requisitos é fundamental para o sucesso no desenvolvimento de qualquer sistema, pois assegura que as necessidades dos usuários sejam atendidas de forma eficaz. Dentre os métodos escolhidos, destacam-se a técnica de Prototipação e a Análise Comparativa.

A técnica de Prototipação foi aplicada para criar representações preliminares do sistema, permitindo uma visualização antecipada da interface do usuário. Para esse propósito, utilizou-se o Figma, conforme ilustram as Figuras 1, 2 e 3.

Na tela apresentada na Figura 1, o professor cria um arquétipo<sup>1</sup> que servirá como modelo para a Inteligência Artificial (IA) gerar os exercícios destinados aos alunos. A categoria organiza arquétipos de conteúdos similares, enquanto o tipo de questão pode ser definido como dissertativa, de múltipla escolha ou verdadeiro/falso. O exemplo de enunciado serve como base para a IA formular as questões. Já as

---

<sup>1</sup> Um arquétipo é uma estrutura de dados que serve como base para a geração de exercícios personalizados. Esses arquétipos são usados juntos com dados do aluno (como performance) para criar prompts para uma API de IA, para que ela produza exercícios adaptados às necessidades e preferências de cada aluno.

opções de número de questões e exemplos de questões são exclusivas para as questões de múltipla escolha.

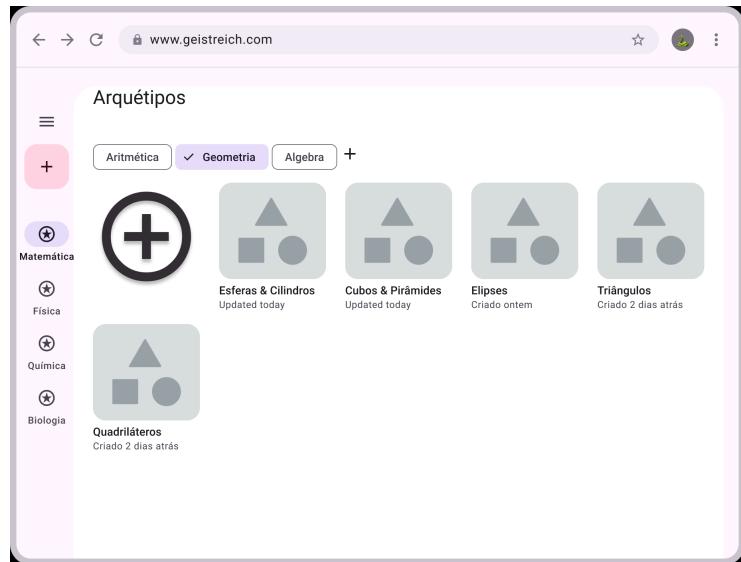
Figura 1. Geração do arquétipos

The screenshot shows a user interface for generating math exercises. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Categoria' with 'Geometria' selected. Below it, another dropdown menu labeled 'Tipo de questão' has 'Marcar' selected. To the right of this is a dropdown menu labeled 'Número de opções' with '4' selected. Underneath these, there is a text input field containing the enunciation: 'Dado o triângulo ABC com lados de medidas AB = x, BC = y e AC = z, é correto afirmar que esse triângulo é:'. Below this is a section titled 'Exemplos de opções:' containing four options: 'Esquilátero', 'Isósceles', 'Escaleno', and 'Este triângulo não existe'. At the bottom of the interface is a large black button labeled 'Enviar'.

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 2, é apresentada a tela onde alunos e professores podem selecionar um arquétipo para acessar. Os arquétipos estão organizados em múltiplas categorias. Ao acessar um arquétipo, um novo exercício será gerado. Caso o usuário já tenha realizado um ou mais exercícios anteriormente, seu desempenho prévio influenciará a geração do próximo exercício, ajustando a dificuldade de acordo com o nível de cada aluno.

Figura 2. Seleção de arquétipo



Fonte: Autoria Própria

Na tela apresentada na Figura 3, é exibido um exemplo de um dos exercícios gerados a partir do arquétipo ilustrado na Figura 1. O botão "Explicação" oferece uma explicação mais detalhada sobre o enunciado, com o objetivo de facilitar sua compreensão e, possivelmente, sua resolução, de acordo com a orientação do professor. Já o botão "Resposta" permite ao usuário desistir de resolver a questão e, em vez disso, receber uma explicação didática sobre como solucioná-la.

Figura 3. Realização de exercício



Fonte: Autoria Própria

A Análise Comparativa foi utilizada para avaliar e comparar o sistema Geistreich com outras plataformas de ensino já consolidadas, como o Khan Academy. Essa técnica envolveu a investigação das funcionalidades, metodologias e abordagens pedagógicas empregadas por essas plataformas, destacando seus aspectos positivos e negativos.

A Khan Academy é uma plataforma de ensino gratuita criada por Salman Khan, que oferece uma ampla gama de conteúdos educacionais, incluindo vídeos explicativos e exercícios interativos sobre diversas áreas, como matemática, ciências, artes, entre outros. Alguns de seus exercícios são desenvolvidos com a ajuda de IA, mas a plataforma ainda depende de ajustes manuais feitos por professores responsáveis.

Em comparação, o Geistreich adota uma abordagem mais automatizada e escalável na criação de exercícios. A plataforma permite que o professor crie um único arquétipo, a partir do qual a IA pode gerar uma quantidade praticamente infinita de exercícios. Embora a criação de um arquétipo demande um pouco mais de tempo do que a criação de um único exercício, essa estrutura torna o Geistreich extremamente eficiente a longo prazo, pois libera os professores da necessidade de criar exercícios repetidamente. Uma vez que o arquétipo está cadastrado, a IA gera novos exercícios adaptados às necessidades e dificuldades dos alunos conforme necessário.

Além disso, o Geistreich não se limita apenas à geração dos exercícios. A plataforma também fornece dicas automatizadas e realiza a correção do exercício, facilitando o processo de aprendizado e fornecendo retorno contínuo aos alunos sem a intervenção direta do professor. No entanto, é importante destacar que, apesar dessas funcionalidades avançadas, a IA pode ocasionalmente cometer erros na geração das dicas ou correções, em comparação com um professor humano, que possui a capacidade de interpretar contextos complexos e nuances específicas dos exercícios com maior precisão. Isso ressalta a importância de o professor acompanhar e validar o conteúdo gerado pela IA, especialmente em cenários onde o erro pode impactar o aprendizado do aluno.

Outro ponto relevante na comparação entre as plataformas é o uso da IA para suporte ao aluno. A Khan Academy implementa um chatbot de IA nativo da plataforma chamado Khanmigo, que pode auxiliar os alunos durante a resolução dos exercícios. O Khanmigo é capaz de identificar o exercício que o aluno está tentando

resolver, compreender suas dificuldades e oferecer sugestões para ajudá-lo a chegar à resposta correta, tudo isso enquanto busca preencher lacunas no aprendizado do aluno de forma sutil e progressiva. Essa funcionalidade é uma grande vantagem, pois promove uma experiência mais interativa, personalizada e eficiente, funcionando como um assistente virtual que guia o aluno sem entregar diretamente a resposta.

## 5.2. REQUISITOS FUNCIONAIS

Os requisitos funcionais são especificações que descrevem o comportamento e as funcionalidades que um sistema deve possuir para atender às necessidades dos *stakeholders*. Segundo Sommerville (2015), os requisitos funcionais são declarações sobre os serviços que o sistema deve fornecer, como ele deve reagir a entradas específicas e como deve se comportar em determinadas situações.

Os requisitos funcionais do sistema estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Requisitos funcionais

REF	Caso de Uso	Descrição
REF01	Gerenciar Professor	Permitir o cadastro de contas para professores, o cadastro será feito com nome, email e uma senha que será definida para a plataforma, os professores terão acesso a todas funcionalidades do sistema.
REF02	Realizar Login	Realizar o login em ambos os tipos de conta através do email e senha que foi definida para a plataforma.
REF03	Gerenciar Arquétipo	Permitir a criação de arquétipos de exercícios, o cadastro será feito através do preenchimento de vários campos, tais como exemplo de exercício, tipo, nome, descrição, categoria, dentre outros, essa funcionalidade será exclusiva aos professores.
REF04	Gerar Exercício	Gerar exercícios a partir dos arquétipos cadastrados, essa ação será realizada de maneira independente pela própria plataforma.
REF05	Gerar Explicação	Gerar uma explicação a partir de um exercício gerado a fim de esclarecer o enunciado.
REF06	Gerar Resolução	Gerar uma explicação da resolução de um exercício a fim de esclarecer como resolver.
REF07	Compartilhar Link	Gera um link para encaminhar para os alunos a página onde os exercícios serão gerados.

Fonte: Autoria Própria

É importante destacar que os professores têm acesso exclusivo às funcionalidades de criação, edição e remoção de arquétipos, enquanto os usuários comuns (alunos e visitantes) podem apenas acessar os arquétipos para a realização de exercícios.

Além disso, a ausência de funcionalidades, como o cadastro de alunos e a criação de turmas, constitui uma prioridade para as fases futuras do projeto.

### 5.3. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Os requisitos não funcionais são especificações que descrevem os critérios de operação de um sistema, em vez de suas funcionalidades específicas. Eles definem como o sistema deve se comportar e quais restrições devem ser atendidas, com foco em atributos de qualidade, como desempenho, usabilidade, confiabilidade e segurança. Segundo Sommerville (2015), os requisitos não funcionais podem ser ainda mais críticos do que os requisitos funcionais, pois, se não forem atendidos, o sistema poderá se tornar inutilizável.

Os requisitos não funcionais do sistema estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Requisitos não funcionais

RNF	Tipo	Descrição
RNF01	Usabilidade	O sistema irá possuir um design intuitivo proporcionando facilidade de uso para todos usuários.
RNF02	Usabilidade	O sistema terá suporte para Windows e Android.
RNF03	Acessibilidade	O sistema será compatível com ferramentas de leitura de texto, como o Narrador do Windows.
RNF04	Acessibilidade	O sistema usará uma fonte que facilite a legibilidade para pessoas com baixa visão e/ou com dislexia.
RNF05	Acessibilidade	O sistema terá uma interface com alto contraste, para facilitar a leitura.
RNF06	Desenvolvimento	O sistema será desenvolvido com as linguagens HTML, CSS, JS, PHP e Python.
RNF07	Desenvolvimento	O sistema se comunicará com um banco de dados MySQL.

RNF08	Segurança	O sistema não será vulnerável à injeções SQL. <sup>2</sup>
-------	-----------	--

Fonte: Autoria Própria

## 6. MODELAGEM

### 6.1. MODELO DE CASOS DE USO

Um modelo de casos de uso é uma representação gráfica que descreve as interações entre os usuários (atores) e um sistema, demonstrando como diferentes atores utilizam o sistema para alcançar objetivos específicos. Essa ferramenta é fundamental na fase de levantamento e análise de requisitos, pois auxilia na identificação e no esclarecimento das funcionalidades que o sistema deve fornecer.

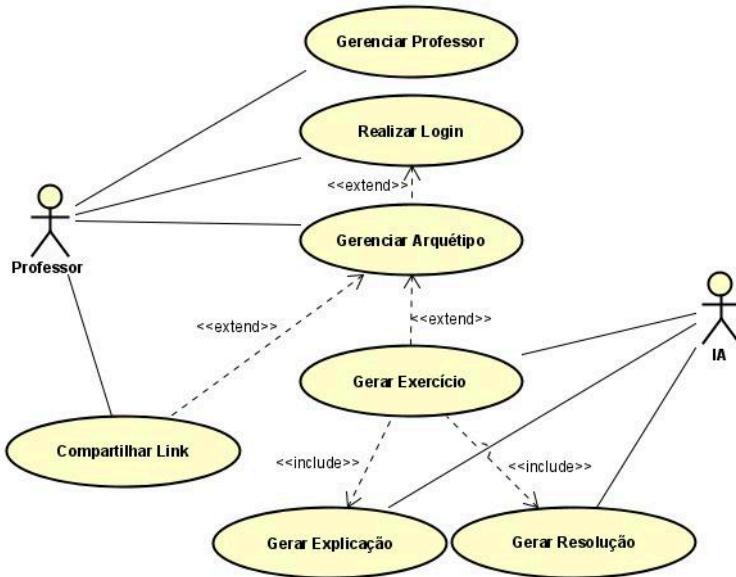
Segundo Sommerville (2015), os modelos de casos de uso são essenciais para a captura e especificação de requisitos funcionais, proporcionando uma visão clara das interações entre os atores e o sistema.

O modelo de casos de uso do sistema a ser desenvolvido, destacando as principais ações e os respectivos atores, é apresentado na Figura 4.

---

<sup>2</sup> O sistema é projetado para ser seguro contra ataques de injeção SQL. Este tipo de ataque ocorre quando um invasor tenta inserir código malicioso em um campo de entrada de dados para manipular ou acessar informações do banco de dados de maneira indevida. Para assegurar a segurança do sistema, foi utilizada a técnica de declarações preparadas (*prepared statements*), isto é, ao invés de executar os comandos SQL imediatamente eles são preparados previamente com placeholders para representar os valores reais, isso impede que caracteres especiais inseridos por um usuário malicioso sejam interpretados como parte do código.

Figura 4. Modelo de casos de uso



Fonte: Autoria Própria

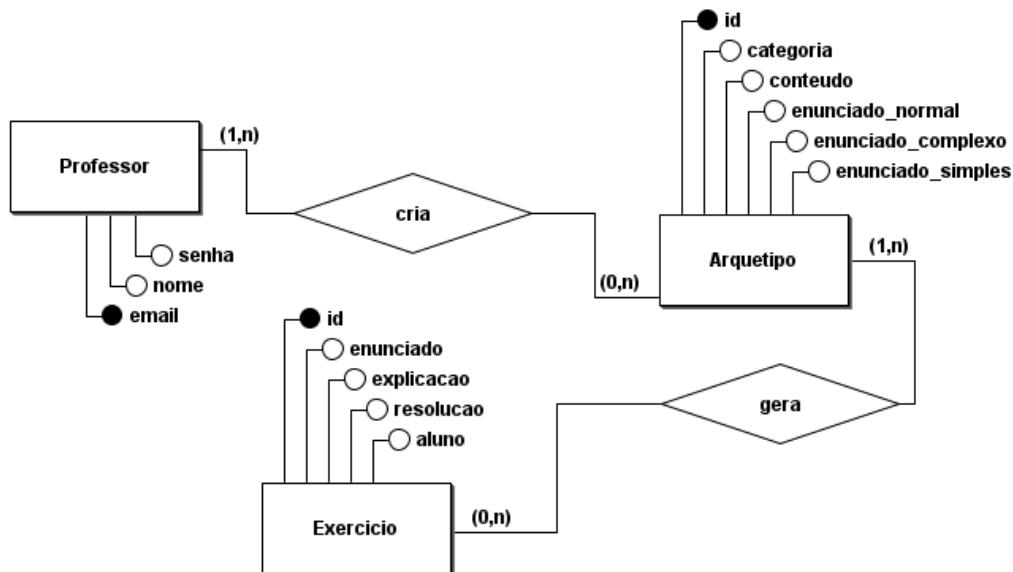
## 6.2. MODELAGEM CONCEITUAL DO BANCO DE DADOS

A modelagem conceitual de banco de dados é a primeira etapa no processo de design de um banco de dados, na qual se cria uma representação abstrata dos dados e suas relações. O objetivo é capturar a estrutura lógica dos dados sem considerar os detalhes técnicos de implementação.

Segundo Sommerville (2015), a modelagem conceitual é essencial para garantir que os requisitos de dados sejam compreendidos e documentados de forma clara e precisa antes da implementação do banco de dados.

O modelo conceitual de banco de dados, que explicita as entidades e seus relacionamentos no sistema a ser desenvolvido, está representado na Figura 5.

Figura 5. Modelo conceitual do banco de dados



Fonte: Autoria Própria

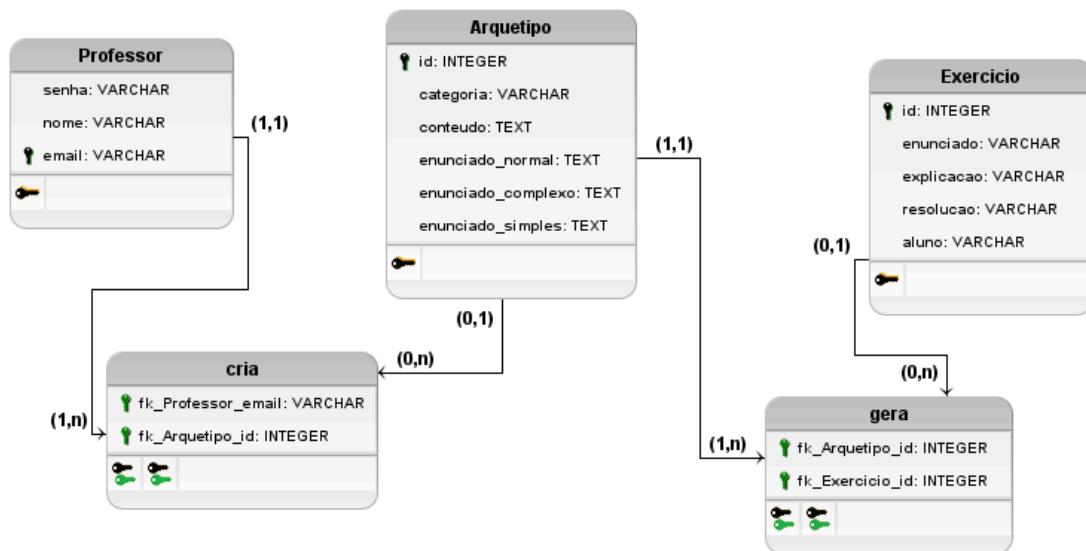
### 6.3. MODELAGEM LÓGICA DO BANCO DE DADOS

A modelagem lógica do banco de dados é uma etapa intermediária no processo de design de banco de dados, que consiste em traduzir o modelo conceitual em uma representação mais detalhada, próxima do modelo relacional, mas ainda independente de uma implementação específica. O principal objetivo dessa fase é organizar os dados de forma estruturada, garantindo a consistência, a integridade e a eficiência no armazenamento e na manipulação das informações.

De acordo com Sommerville (2015), a modelagem lógica é essencial para conectar os requisitos de alto nível aos detalhes técnicos, pois é a base para a implementação do banco de dados físico. Essa fase também envolve a definição de restrições, como regras de integridade referencial, e tipos de dados, preparando o modelo para ser adaptado a um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) específico na etapa seguinte.

O modelo lógico de banco de dados, que explicita as entidades e seus relacionamentos no sistema a ser desenvolvido, está representado na Figura 6.

Figura 6. Modelo lógico do banco de dados



Fonte: Autoria Própria

## 7. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

O sistema foi desenvolvido utilizando tecnologias e linguagens de programação amplamente reconhecidas no desenvolvimento web, escolhidas para garantir uma integração eficiente e um desempenho otimizado. A seguir, são detalhadas as tecnologias selecionadas.

- **HTML (*HyperText Markup Language*):** a linguagem de marcação padrão para a criação de páginas web. Ele define a estrutura e o conteúdo das páginas, permitindo a organização de elementos como texto, imagens, links, tabelas e outros componentes essenciais. Sua simplicidade e compatibilidade com navegadores o tornam indispensável para qualquer sistema web.
- **CSS (*Cascading Style Sheets*):** é responsável pelo estilo visual do sistema, incluindo cores, fontes, layouts e responsividade. Ele separa a apresentação visual do conteúdo estrutural, permitindo um design consistente e adaptável a diferentes dispositivos, como computadores, tablets e smartphones.
- **JavaScript (JS):** é uma linguagem de programação que adiciona interatividade às páginas web. Com ele, é possível criar elementos dinâmicos, como validação de formulários, animações, atualizações em tempo real e manipulação do DOM (*Document Object Model*). É uma ferramenta essencial para melhorar a experiência do usuário.
- **PHP (*Hypertext Preprocessor*):** é uma linguagem de script amplamente utilizada no desenvolvimento web do lado do servidor. Ele permite a criação de sistemas dinâmicos, como gerenciamento de usuários, processamento de formulários e integração com bancos de dados. Sua flexibilidade e suporte a diferentes servidores fazem dele uma escolha ideal para *back-end*.
- **Python:** é uma linguagem de programação versátil e poderosa, usada em diversas áreas, incluindo desenvolvimento web. No sistema, foi utilizada para tarefas específicas, como processamento de dados, integração com APIs e implementação de algoritmos complexos. Sua sintaxe simples facilita o desenvolvimento e a manutenção do código.

- **Banco de Dados MySQL:** é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (SGBD) amplamente utilizado por sua robustez, desempenho e confiabilidade. Ele foi responsável por armazenar e gerenciar os dados do sistema, garantindo que as informações estejam organizadas, acessíveis e seguras.
- **Gemini:** Integrado ao Python, o Gemini foi utilizado para a geração procedural de exercícios. Este módulo aproveita algoritmos avançados para criar questões customizadas de forma dinâmica, baseando-se nos parâmetros definidos pelo sistema. O código gerado por meio do Gemini será executado no *back-end*, processado pelo servidor e os exercícios resultantes serão armazenados no banco de dados para uso posterior. Essa integração foi fundamental para automatizar a criação de exercícios personalizados e otimizados.

## **8. IMPLEMENTAÇÃO DA API GEMINI NO PROJETO GEISTREICH: INTEGRAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA COM PYTHON**

Um dos objetivos específicos deste trabalho foi realizar um estudo detalhado sobre a estrutura, funcionalidades e capacidades de uma API de Inteligência Artificial, com o intuito de identificar como ela poderia ser integrada ao projeto. Nesse contexto, a API escolhida para implementação foi a *Gemini*, oferecida pelo *Google*, acessada por meio da biblioteca *google* no Python, utilizando especificamente o módulo *generativeai*. Essa API é voltada para o uso de inteligência artificial generativa, permitindo a criação de conteúdo textual e outras aplicações baseadas em prompt.

A escolha da API Gemini foi resultado de um processo criterioso de experimentação com diversas outras soluções de inteligência artificial. Durante os testes preliminares, a API do ChatGPT (OpenAI) demonstrou-se superior em termos de qualidade nas respostas geradas. Contudo, por ser uma solução paga, foi descartada, visto que a gratuidade foi um critério determinante neste projeto, devido à necessidade de otimizar recursos durante a fase de desenvolvimento e testes. A API Gemini, por sua vez, apresentou resultados satisfatórios sem custos adicionais, consolidando-se como a alternativa ideal para o contexto do projeto.

Para aprofundar o entendimento sobre a estrutura e as funcionalidades da API Gemini, foi realizada uma análise da documentação oficial, disponível no repositório do GitHub (<https://github.com/google-gemini/generative-ai-python>). Essa documentação detalha os processos de instalação, autenticação e utilização dos módulos da API, sendo essencial para a integração com o projeto.

Além disso, a consulta a materiais audiovisuais foi crucial para a implementação prática da API. Dentre os principais recursos utilizados, destacam-se:

- Criação de um site usando Python no backend → Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ivWp6XTtFjo>
  - Este vídeo forneceu uma introdução sobre como integrar o Python no backend, servindo como base para conectar a API ao projeto.
- Uso da API Gemini no Python → Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=pTcunloZ\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=pTcunloZ_o)

- Esse tutorial explicou detalhadamente a utilização do módulo *generativeai*, abordando a estrutura básica de requisições e respostas da API.

A combinação desses recursos teóricos e práticos permitiu uma compreensão abrangente da API, além de fornecer subsídios para a resolução de problemas técnicos enfrentados durante a implementação.

Como etapa final deste estudo, foi desenvolvida uma estrutura de prompts personalizada (detalhada nos Anexos 1 e 2), adaptada para maximizar a eficácia da API Gemini no contexto do projeto. Essa estrutura visa alinhar os recursos da IA generativa às necessidades específicas do sistema Geistreich, contribuindo significativamente para o alcance dos objetivos do projeto.

## 9. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

### 9.1. TELA DE LOGIN E REGISTRO

A tela da Figura 7 mostra a interface inicial do sistema Geistreich, uma plataforma de geração de exercícios personalizados. Ela é dividida em duas seções principais: Login e Registrar-se, facilitando o acesso e o cadastro de novos usuários de maneira intuitiva e organizada.

Figura 7. Tela de Login e Registro



Fonte: Autoria própria.

Na parte superior da tela, encontra-se o logotipo do sistema (Geistreich) acompanhado do subtítulo "Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados", que reforça o objetivo principal da plataforma. O cabeçalho está disposto em um fundo azul claro, garantindo destaque e uma apresentação visual agradável.

A seção de Login é destinada aos usuários já cadastrados na plataforma. Nela, há um campo para inserir o e-mail do usuário, e um campo para digitar a senha, que é protegida por caracteres ocultos para garantir a privacidade. Para acessar o sistema, o usuário deve clicar no botão azul com o texto "Login", que valida as informações e permite a entrada no sistema.

Já a seção de Registro, localizada à direita, é voltada para o cadastro de novos usuários. Esta área apresenta campos para preencher o Nome, E-mail, Senha e Confirmar Senha, garantindo que o usuário forneça as informações corretamente. Após preencher os dados, o botão azul com o texto "Registrar-se" pode ser clicado para cadastrar as informações fornecidas, criando um novo perfil no sistema.

Logo abaixo das seções de acesso, encontra-se o título "Funcionalidades" (Figura 8), que apresenta os principais recursos oferecidos pelo sistema. A primeira funcionalidade destacada é a de Exercícios Personalizados, que permite criar atividades sob medida, adaptadas ao nível de conhecimento, ritmo de aprendizado e áreas de interesse de cada aluno. Esse recurso busca oferecer desafios progressivos, otimizando o aprendizado de maneira individualizada.

Figura 8. Continuação da Tela de Login e Registro



Fonte: Autoria própria.

A segunda funcionalidade apresentada é a Integração com IA, que utiliza inteligência artificial para gerar exercícios variados e de diferentes níveis de complexidade. Esse recurso tem como objetivo estimular habilidades importantes, como a resolução de problemas e o raciocínio lógico, proporcionando uma experiência de aprendizado dinâmica e interativa.

Na parte inferior da tela, está localizado o rodapé, com o texto: "© 2024 Geistreich - Todos os direitos reservados", indicando o ano de criação e os direitos

autorais da plataforma. O rodapé, em azul escuro, reforça a identidade visual e adiciona um toque de formalidade ao design da página.

## 9.2. DASHBOARD DO PROFESSOR

A tela apresentada na Figura 9 é o painel principal do professor na plataforma Geistreich, onde o usuário pode gerenciar e acessar os arquétipos de exercícios matemáticos personalizados. A interface é dividida em seções organizadas para facilitar o uso e a navegação.

Figura 9. Dashboard do Professor

The screenshot shows the Geistreich dashboard. At the top, there's a blue header bar with the platform's logo and name, "Geistreich", and its subtitle, "Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados". Below the header, a welcome message "Bem-vindo(a) Professor(a) Samir" is displayed, along with "Configuração" and "Logout" buttons. The main content area is titled "Lista de Arquétipos". It features a table with columns: Categoría, Conteúdo, Enunciado Normal, Enunciado Simples, Enunciado Complexo, Exercicio, Compartilhar, Editar, and Excluir. The first row of the table represents an arithmetic problem:

Categoría	Conteúdo	Enunciado Normal	Enunciado Simples	Enunciado Complexo	Exercicio	Compartilhar	Editar	Excluir
Aritmética Básica	Ler e interpretar um enunciado de um problema matemático. Realizar operações básicas de aritmética, como adição, multiplicação;	[Pessoa 1] comprou [valor entre 5 e 20] [Fruta 1]. [Pessoa 2] comprou [valor entre 3 e 30] [Fruta 1]. [Pessoa 2] deu [metade ou um terço] de suas [Fruta 1]	[Pessoa 1] comprou [valor entre 2 e 5] [Fruta 1], [Pessoa 2] comprou [valor entre 3 e 30] [Fruta 1]. [Pessoa 2] deu [metade de suas [Fruta 1]]	[Pessoa 1] comprou [valor entre 10 e 50] [Fruta 1], [Pessoa 2] comprou [valor entre 20 e 40] [Fruta 1]. [Pessoa 2] deu [metade, um terço ou um quarto] de suas [Fruta 1] para [Pessoa 1] e comeu [metade, um terço ou um quarto] de suas [Fruta 1]	<a href="#">Exercicio</a>	<a href="#">Compartilhar</a>	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Excluir</a>

Fonte: Autoria própria.

No cabeçalho, localizado no topo da página, é exibido o logotipo da plataforma Geistreich, acompanhado do subtítulo "Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados", em um fundo azul claro que reforça a identidade visual do sistema. Logo abaixo, há uma mensagem de boas-vindas personalizada com o nome do professor, como, por exemplo, "Bem-vindo(a) Professor(a) Samir".

À direita da mensagem de boas-vindas, estão disponíveis dois botões para interações rápidas:

- **Configuração (botão azul)**: permite que o professor ajuste preferências e configurações da conta (apresentada na Seção 8.4).
- **Logout (botão vermelho)**: possibilita a saída segura do sistema, encerrando a sessão do usuário.

Abaixo do cabeçalho, encontra-se a seção principal da tela, intitulada "Lista de Arquétipos", que apresenta uma tabela com as seguintes colunas:

- **categoria**: exibe a área de estudo, como por exemplo "Aritmética Básica", organizando os arquétipos por temas específicos.
- **conteúdo**: descreve o objetivo do arquétipo, como por exemplo "Ler e interpretar um enunciado de um problema matemático", e especifica as habilidades abordadas, incluindo operações básicas, como adição, subtração, multiplicação e divisão.
- **enunciado normal**: apresenta um exemplo de problema em um nível de dificuldade padrão.
- **enunciado simples**: oferece uma versão simplificada do enunciado, adequada para alunos iniciantes ou que necessitam de maior suporte.
- **enunciado complexo**: exibe um enunciado mais desafiador, projetado para alunos avançados ou para estimular o raciocínio mais aprofundado.

Além dessas colunas, a tabela inclui uma área de ações, com botões para interagir com os arquétipos:

- **Exercício (botão azul)**: permite visualizar e trabalhar com os exercícios gerados a partir do arquétipo.
- **Compartilhar (botão azul claro)**: copia o endereço da página de exercício do arquétipo em questão para a área de transferência.
- **Editar (botão amarelo)**: possibilita modificar detalhes do arquétipo, como categoria, conteúdo ou enunciados (apresentado na Seção 8.5).
- **Excluir (botão vermelho)**: permite remover o arquétipo selecionado da plataforma.

### 9.3. CRIAÇÃO DE ARQUÉTIPOS

A seção "Criar Novo Arquétipo" é destinada à criação de novos modelos de exercícios personalizados (Figura 10). Nessa área, o professor pode inserir informações detalhadas sobre o arquétipo utilizando os seguintes campos:

- **Categoria:** permite definir a área de estudo ou tema, como por exemplo "Aritmética Básica".
- **Conteúdo:** espaço para descrever os objetivos e o conteúdo pedagógico do arquétipo, incluindo habilidades ou conceitos que o exercício deve abordar.
- **Enunciado Normal:** campo para inserir um modelo/exemplo enunciado do exercício em um nível de dificuldade padrão.
- **Enunciado Simples:** utilizado para exibir uma versão simplificada do enunciado, adaptada para alunos que necessitam de maior suporte, a fim de assegurar que eles entendam bem os fundamentos antes de avançar.
- **Enunciado Complexo:** destinado a apresentar uma versão mais desafiadora do exercício, projetada para alunos avançados, a fim de mantê-los envolvidos.

Figura 10. Criação de Arquétipos

The screenshot shows a user interface for creating a new archetype. The title 'Criar Novo Arquétipo' is at the top. Below it are five input fields with labels: 'Categoria:' (Category), 'Conteúdo:' (Content), 'Enunciado Normal:' (Normal Statement), 'Enunciado Simples:' (Simple Statement), and 'Enunciado Complexo:' (Complex Statement). Each field has a large text area for input. At the bottom is a blue button labeled 'Criar Arquétipo' (Create Archetype).

Fonte: Autoria própria.

Ao preencher os campos, o professor pode clicar no botão azul "Criar Arquétipo", localizado na parte inferior, para salvar o arquétipo na plataforma.

Na funcionalidade de Criação de Arquétipos da plataforma Geistreich, a Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel fundamental no processo de geração e personalização dos exercícios a partir das informações fornecidas pelo professor. Após o professor preencher os campos Categoria, Conteúdo, e os diferentes níveis de enunciados (Normal, Simples e Complexo - Simples e Complexo sendo opcionais), a IA analisa os dados inseridos para compreender o contexto, o tema do exercício e as habilidades que ele pretende desenvolver.

A partir dessas informações, a IA utiliza algoritmos avançados para gerar automaticamente variações do exercício com base nos enunciados fornecidos. Isso inclui ajustar parâmetros, como valores numéricos, estruturas de questões ou situações-problema, para criar exercícios diversificados e únicos. Com base nos enunciados fornecidos, a IA se adequa à dificuldade do aluno e cria exercícios específicos para ele. Essa personalização permite atender alunos em diferentes estágios de aprendizado.

Uma vez criado o arquétipo, a IA é capaz de gerar múltiplos exercícios dentro do mesmo modelo, garantindo escalabilidade e economia de tempo para o professor. Esses exercícios podem ser atribuídos diretamente aos alunos, ajustando-se automaticamente conforme o desempenho de cada um.

#### 9.4. CONFIGURAÇÕES DE CONTA

A tela da Figura 11 permite ao usuário acessar e editar as configurações de sua conta na plataforma Geistreich, oferecendo uma interface simples e intuitiva para gerenciar informações pessoais.

Figura 11. Configurações de Conta



Fonte: Autoria própria.

A seção "Configurações de Conta", apresenta três campos editáveis:

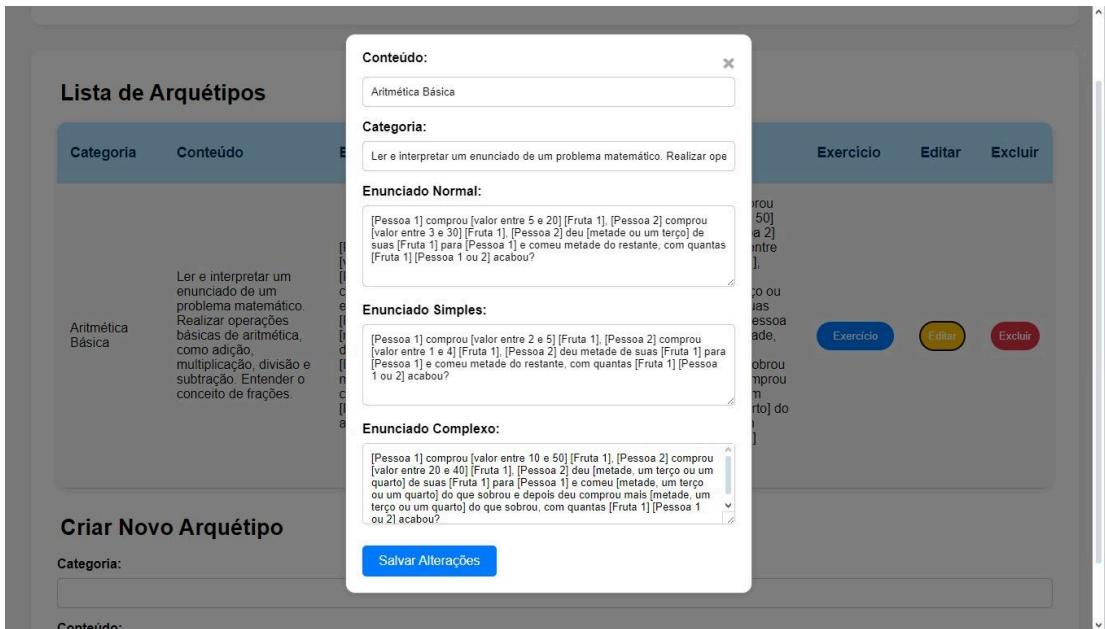
- **Nome:** permite ao usuário atualizar ou corrigir o nome associado à conta.
- **Email:** possibilita a edição do endereço de e-mail cadastrado, usado para login e comunicação pela plataforma.
- **Nova Senha:** oferece a opção de redefinir a senha de acesso, garantindo maior segurança para a conta.

Na parte inferior da seção, encontra-se o botão azul "Salvar Alterações", que, ao ser clicado, aplica e salva as modificações feitas pelo usuário. Além disso, há um botão vermelho chamado “Excluir Conta” caso o usuário queira deletar sua conta.

## 9.5. EDITAR ARQUÉTIPO

A tela apresentada na Figura 12 corresponde à funcionalidade de edição de arquétipo na plataforma Geistreich, permitindo ao professor atualizar informações de um modelo de exercício previamente criado. Essa interface é exibida em um modal sobreposto à tela principal, mantendo foco total na tarefa de edição.

Figura 12. Editar Arquétipo



Fonte: Autoria própria.

Os campos disponíveis na tela de edição incluem: conteúdo, categoria, enunciado normal, enunciado simples e enunciado complexo. Na parte inferior do modal, encontra-se o botão azul "Salvar Alterações", que, ao ser clicado, aplica e salva as mudanças realizadas no arquétipo.

## 9.6. RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO

A tela da Figura 13 de resolução de exercícios na plataforma Geistreich, projetada para que o aluno responda a uma questão gerada com base em um arquétipo específico.

Figura 13. Resolução De Exercício

The screenshot shows a web application interface for 'Geistreich' (Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados). At the top, the logo 'Geistreich' is displayed above the subtitle 'Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados'. Below this, the title 'Exercício para o Arquétipo de Aritmética Básica' is shown in blue text. The main content area contains a math problem in Portuguese: 'Matheus comprou 12 maçãs e João comprou 18. João deu  $\frac{1}{3}$  das suas maçãs para Matheus e comeu  $\frac{1}{2}$  das maçãs restantes. Quantas maçãs João ficou no final?'. Below the problem is a placeholder text input field with the instruction 'Digite sua resposta aqui...'. To the right of the input field is a green button labeled 'Responder'. At the bottom of the content area are two buttons: 'Mostrar Dica' (Show Hint) in blue and 'Gerar Novo Exercício' (Generate New Exercise) in grey. The footer of the page contains the copyright notice '© 2024 Geistreich - Todos os direitos reservados'.

Fonte: Autoria própria.

A tela exibe o título "Exercício para o Arquétipo de Aritmética Básica", que identifica a categoria ou tema da questão proposta.

Logo abaixo, é apresentado o enunciado do exercício, que, neste exemplo, propõe: "*Matheus comprou 12 maçãs e João comprou 18. João deu  $\frac{1}{3}$  das suas maçãs para Matheus e comeu  $\frac{1}{2}$  das maçãs restantes. Quantas maçãs João ficou no final?*". O enunciado é exibido de forma clara e direta, orientando o aluno sobre a tarefa a ser realizada.

Abaixo do enunciado, há um campo de resposta, onde o aluno pode inserir sua solução para a questão. Esse campo apresenta o texto placeholder "Digite sua resposta aqui...", indicando de maneira intuitiva o local para a inserção da resposta.

Na sequência, três botões de interação estão dispostos, cada um com uma função específica:

- **Mostrar Dica (botão azul):** fornece uma orientação ou dica ao aluno para ajudá-lo a resolver a questão.
- **Responder (botão verde):** permite que o aluno envie a resposta digitada para validação.

- **Gerar Novo Exercício (botão cinza):** possibilita abandonar a tentativa de resolver o exercício, possivelmente exibindo a solução explicada.

## 9.7. RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIO COM DICAS

A tela da Figura 14 apresenta um exercício baseado no Arquétipo de Aritmética Básica, com a funcionalidade adicional de exibir uma dica para auxiliar na resolução (texto em azul claro). Essa orientação detalha os passos necessários para a resolução, ajudando o aluno a organizar seu raciocínio e a evitar erros.

Figura 14. Resolução De Exercício com Dicas

The screenshot shows a web-based application interface. At the top, a blue header bar contains the logo "Geistreich" and the text "Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados". Below the header, the main content area has a light gray background. The title "Exercício para o Arquétipo de Aritmética Básica" is displayed in blue. The exercise text is in green: "Um fazendeiro tinha 25 galinhas e 12 porcos. Ele vendeu metade de suas galinhas e um terço de seus porcos. Com quantos animais ele ficou?". A blue text box below the question provides instructions: "Para resolver esse problema, primeiro determine quantos animais o fazendeiro vendeu e, em seguida, subtraia esse número do número original de animais.". At the bottom of the exercise area, there is a text input field with the placeholder "Digite sua resposta aqui...", a green "Responder" button, and two smaller buttons: "Esconder Dica" (blue) and "Desistir" (red). A dark blue footer bar at the bottom contains the copyright notice "© 2024 Geistreich - Todos os direitos reservados".

Fonte: Autoria própria.

## 9.8. RESULTADO DO EXERCÍCIO

Na Figura 15, logo abaixo do enunciado, é exibida a resposta enviada pelo aluno, indicada como "Sua Resposta: 6", permitindo que ele compare sua resposta com o raciocínio apresentado pela plataforma.

Figura 15. Resolução De Exercício com Dicas

The screenshot shows a user interface for a math exercise. At the top, there's a blue header bar with the logo "Geistreich" and the subtitle "Plataforma de Geração de Exercícios Personalizados". Below the header, the main content area has a white background. It starts with a section titled "Exercício para o Arquétipo de Aritmética Básica". Underneath this, there's a math problem: "Matheus comprou 12 maçãs e João comprou 18. João deu 1/3 das suas maçãs para Matheus e comeu 1/2 das maçãs restantes. Quantas maçãs João ficou no final?". Below the question, it says "Sua Resposta: 6". A detailed feedback message follows: "Resposta Correta: O exercício está correto. O raciocínio é o seguinte: João comprou 18 maçãs e deu 1/3 delas para Matheus, o que significa que ele deu  $18 \times 1/3 = 6$  maçãs. Depois, ele comeu  $1/2$  das 12 maçãs restantes, o que significa que ele comeu  $12 \times 1/2 = 6$  maçãs. Portanto, João ficou com  $18 - 6 - 6 = 6$  maçãs." At the bottom of the content area is a small button labeled "Continuar". At the very bottom of the page, there's a dark blue footer bar with the copyright notice "© 2024 Geistreich - Todos os direitos reservados".

Fonte: Autoria própria.

A plataforma fornece um feedback detalhado para o aluno:

- **Validação da Resposta:** confirma que a resposta está correta com o texto: "Resposta Correta: O exercício está correto."
- **Explicação do Raciocínio:** apresenta o processo passo a passo para resolver o problema:

Essa explicação ajuda o aluno a compreender o raciocínio por trás do problema, consolidando o aprendizado.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresentou o desenvolvimento da plataforma Geistreich, focada na criação e gerenciamento de exercícios personalizados para o ensino de Matemática. Utilizando tecnologias modernas e integrando Inteligência Artificial (IA), a plataforma busca oferecer um ambiente eficiente e dinâmico para professores, promovendo um ensino mais adaptado às necessidades individuais dos alunos. Desde a criação de arquétipos até a geração automática de exercícios, o sistema demonstrou potencial para otimizar o trabalho docente e estimular o aprendizado de maneira personalizada.

No entanto, devido à limitação de tempo para a execução do projeto, algumas funcionalidades importantes ainda não foram implementadas. Entre elas, destaca-se a capacidade de os alunos serem cadastrados e acessarem a plataforma para realizar os exercícios gerados pelos arquétipos. Embora os professores já possam criar e gerenciar exercícios, a ausência dessa funcionalidade limita a interação direta dos estudantes com o sistema, que será essencial para medir o impacto do aprendizado e aprimorar a personalização do ensino.

Outra funcionalidade pendente é a criação e o gerenciamento de turmas dentro da plataforma. Esse recurso permitiria aos professores organizarem seus alunos em grupos e acompanharem de forma mais estruturada o progresso de cada turma. Essa funcionalidade seria fundamental para integrar a plataforma ao cotidiano escolar, facilitando o monitoramento do desempenho dos alunos e a aplicação de intervenções pedagógicas mais direcionadas.

Dito isso, tanto as funcionalidades referentes aos alunos quanto às turmas serão prioritárias para fases futuras do projeto, visto que ambas funcionalidades são indispensáveis para a evolução do projeto, devido ao fato de que outras funcionalidades, como por exemplo permitir que o aluno favorite um exercício ou que um professor corrija algum eventual erro por parte da IA em algum exercício favoritado pelo aluno, necessitam que os alunos possuam uma conta própria.

Apesar dessas lacunas, o projeto avançou de forma significativa ao longo de seu desenvolvimento, estabelecendo uma base sólida para futuras implementações. As funcionalidades já desenvolvidas, como a criação de arquétipos, a personalização de exercícios e a utilização da IA, demonstram a viabilidade do

sistema e o potencial para atender às demandas do ensino moderno, especialmente em um contexto que exige inovação e flexibilidade.

## 11. REFERÊNCIAS

NOTA SOBRE O BRASIL NO PISA 2022 DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA DAEB. [s.l]: s.n.]. Disponível em: <[https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2022/pisa\\_2022\\_brazil\\_prt.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/pisa_2022_brazil_prt.pdf)>.

MENEZES, Luís. Matemática, linguagem e comunicação. Millenium, 2000.

SOUZA, Lívia Barbosa Pacheco et al. Inteligência Artificial na Educação: rumo a uma aprendizagem personalizada. **Journal Of Humanities And Social Science**, v. 28, n. 5, p. 19-25, 2023.

DOS REIS, Leonardo Rodrigues. REJEIÇÃO À MATEMÁTICA: CAUSAS E FORMAS DE INTERVENÇÃO.

SOMMERVILLE, I.; Software Engineering, 8. ed., Addison-Wesley, 2007.

## **APÊNDICE I - Instruções SQL para Criação da Base de Dados**

```
CREATE TABLE Professor (
    senha VARCHAR(255),
    nome VARCHAR(255),
    email VARCHAR(255) PRIMARY KEY
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

CREATE TABLE Arquetipo (
    id INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    categoria VARCHAR(255),
    conteudo TEXT,
    enunciado_normal TEXT,
    enunciado_complexo TEXT,
    enunciado_simples TEXT
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

CREATE TABLE Exercicio (
    id INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    enunciado VARCHAR(255),
    explicacao VARCHAR(255),
    resolucao VARCHAR(255),
    aluno VARCHAR(255),
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

```
CREATE TABLE cria (
    fk_Professor_email VARCHAR(255),
    fk_Arquetipo_id INTEGER
```

```
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

```
CREATE TABLE gera (
    fk_Arquetaipo_id INTEGER,
    fk_Exercicio_id INTEGER
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

```
ALTER TABLE cria ADD CONSTRAINT FK_cria_1
    FOREIGN KEY (fk_Professor_email)
        REFERENCES Professor (email)
    ON DELETE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE cria ADD CONSTRAINT FK_cria_2
    FOREIGN KEY (fk_Arquetaipo_id)
        REFERENCES Arquetaipo (id)
    ON DELETE SET NULL;
```

```
ALTER TABLE gera ADD CONSTRAINT FK_gera_1
    FOREIGN KEY (fk_Arquetaipo_id)
        REFERENCES Arquetaipo (id)
    ON DELETE RESTRICT;
```

```
ALTER TABLE gera ADD CONSTRAINT FK_gera_2
    FOREIGN KEY (fk_Exercicio_id)
        REFERENCES Exercicio (id)
    ON DELETE SET NULL;
```

## APÊNDICE II - Prompt em Python

*prompt = f"""\nVocê deve verificar se um exercício de matemática foi respondido corretamente.*

*Você deve focar em verificar se o número que o usuário fornecer está certo.*

*Eis o exercício real:*

{pergunta}

*Eis a resposta real:*

{resposta}

*O resultado deve ser formatado no seguinte formato JSON, com os campos:*

- "Correto": Deve ser um valor numérico sem aspas, pois vai ser interpretado como int, 0 significa que o exercício está errado, 1 significa que o exercício está certo.
- "Explicação": Deve ser uma explicação didática do porquê o exercício está errado.

*Exemplo de saída 1:*

```
{}  
    "Correto": 1,  
    "Explicação": "O exercício está correto, parabéns!"  
}
```

*Exemplo de saída 2:*

```
{}  
    "Correto": 0,  
    "Explicação": "O exercício está errado pois 2 + 2 é igual à 4, e não 5."  
}
```

*Agora, gere uma saída com base no exercício real e resposta real fornecidos e forneça uma saída no formato acima (JSON).*

"""

*prompt = f"""Você deve gerar um exercício de matemática, precisamente de {categoria}.*

*Esse exercício deve testar a capacidade do aluno de realizar o seguinte:*

*{conteudo}*

*A seguir alguns exemplos de exercícios de diferentes níveis.*

*Os exercícios mais simples possuem menos passos para serem resolvidos e possuem valores menores para facilitar o raciocínio.*

*Os mais complexos precisam de mais passos necessários para serem resolvidos.*

*Os exercícios gerados devem ser claros e livres de ambiguidade:*

*{exemplos}*

*Você deve ajustar o exercício gerado de acordo com a performance do aluno.*

*A performance do aluno varia de 1 até 10.*

*Se for 1 você deve fazer o exercício mais simples possível espelhado no exemplo simples.*

*Se for 10 você deve fazer o exercício mais complexo possível espelhado no exemplo complexo.*

*Uma performance de 5 significa que o exercício precisa ser mediano, e ter uma dificuldade espelhada no exemplo normal.*

*A performance atual do aluno é {performance}.*

*Você deve gerar apenas um único exercício com uma única pergunta.*

*O resultado deve ser formatado no seguinte formato JSON, com os campos:*

*- "Enunciado": o enunciado do exercício de maneira clara e objetiva, e não deve conter nenhum placeholder como [Pessoa 1] ou [Fruta 1] por exemplo.*

- "Dica": uma dica útil para o aluno resolver o exercício, sem incluir a resposta, a dica deve ser uma explicação a fim de esclarecer o enunciado e ajudar o aluno a chegar resposta por conta própria.

- "Resolução": o passo a passo completo para resolver o exercício.

*Exemplo de saída:*

`{`

*"Enunciado": "Calcule o valor de x na equação  $2x + 3 = 7$ .",*

*"Dica": "Reorganize a equação para isolar x, começando por subtrair 3 de ambos os lados.",*

*"Resolução": "Subtraia 3 de ambos os lados da equação:  $2x = 4$ . Divida ambos os lados por 2:  $x = 2$ ."*

`}`

*Agora, gere o exercício com base na performance do aluno e forneça o resultado no formato acima.*

`""""`