

# STI Curumim: Uma Ferramenta de Aprendizagem de Trigonometria baseada na Teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas

Fabiann Matthaus Barbosa<sup>1,2</sup>, José Francisco de Magalhães Netto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Av. General Rodrigo Otávio, Coroadó, Manaus – AM – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) – Campus Manaus Zona Leste

Av. Cosme Ferreira, 8045 - São José Operário, Manaus – AM – Brasil

{fabiann.barbosa, jnetto}@icomp.ufam.edu.br

**Abstract.** *Nowadays, the learning of Mathematics is a fundamental part in the development of the human being and in this context lies Trigonometry. Intelligent Tutoring Systems (ITS) offer an alternative for autonomous and self-directed learning, however, for the construction of knowledge, it is often necessary to mediate learning. This study presents an ITS called Curumim, as a tool in the conception of knowledge in Trigonometry, based on the Theory of Mediated Learning Experiences (EAM). Therefore, to validate the system, a Case Study was carried out with two groups: Experimental and Control. Therefore, the results showed that the tool has been promoting a practice that encourages students to build knowledge.*

**Resumo.** *Nos dias atuais, a aprendizagem da Matemática é parte fundamental no desenvolvimento do ser humano e neste contexto situa-se a Trigonometria. Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) oferecem uma alternativa de aprendizagem autônoma e autodirecionada, entretanto para a construção do conhecimento muitas vezes é necessário uma mediação na aprendizagem. Neste estudo é apresentado um STI denominado Curumim, como ferramenta na concepção dos conhecimentos em Trigonometria, com base na Teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas (EAM). Portanto, para validação do sistema foi realizado um Estudo de Caso com dois grupos: Experimental e Controle. Assim sendo, os resultados demonstraram que a ferramenta vem promovendo uma prática que incentiva os alunos na construção do conhecimento.*

## 1. Introdução

O aumento da Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) em diversos ambientes tem sido uma tendência marcante nas últimas décadas, impulsionada pelo rápido avanço da Ciência e da Inovação Tecnológica [Santos et al. 2018]. Diante de um novo cenário mundial, impactado pela pandemia do Covid-19 o papel desempenhado pela Tecnologia se tornou ainda mais fundamental em diversos âmbitos, na educação por exemplo possibilitou o ensino online, permitindo que estudantes continuassem a aprender mesmo com o fechamento das escolas.

A utilização da Inteligência Artificial (IA) aplicada à Educação, propõe alternativas computacionais que podem auxiliar no ensino, um exemplo, é o uso de Sistemas Tutores Inteligentes - STI (ou *Intelligent Tutoring Systems – ITS*) [Woolf 2009]. Entretanto, tradicionalmente os STI são projetados como ferramentas de aprendizagem, de forma que a presença do docente não é necessária. Na maioria dos casos, a base de conteúdos de um STI é composta por atividades e problemas a serem resolvidos pelo aluno com o auxílio do tutor artificial [Raabe and Silva 2005].

Com base em pesquisas e estudos, identificou-se a importância e viabilidade de propor um modelo de STI para apoiar o processo educacional na disciplina de matemática mais especificamente em problemas trigonométricos para o Ensino Médio. O conteúdo foi escolhido com base nas dificuldades enfrentadas ao se aprender Trigonometria, sendo ainda um tema central para compreender tópicos em Física, Arquitetura e muitos ramos da Engenharia [Weber 2005, p. 91] .

Diante do cenário exposto, esta pesquisa apresenta um STI, denominado Curumim, cujo objetivo é auxiliar na concepção dos conhecimentos em Trigonometria, inserindo o professor como agente ativo neste processo. Dessa forma, a pesquisa irá explorar o potencial da Teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas (EAM) proposta por [Feuerstein 1997], para construção do STI oferecendo suporte pedagógico focado na mediação e no atendimento aos problemas de aprendizagem.

A natureza desse estudo se define por ser uma pesquisa aplicada, com a finalidade de gerar conhecimentos para aplicação prática. Para abordagem do problema foram coletados dados quali-quantitativos, por meio de uma pesquisa de intervenção com o intuito de promover transformações e, ao mesmo tempo, coletar dados sobre o processo adotado. Portanto, para este estudo o método de pesquisa adotado foi o Estudo de Caso, conforme proposto por [Yun 2001].

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta a base teórica para aplicação deste estudo, a Seção III descreve os trabalhos relacionados, a Seção IV apresenta o STI Curumim. A Seção V descreve o avaliações em sala de aula e a Seção VI mostra os resultados e discussões obtidos e a Seção VII as conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Fundamentação Teórica**

Atualmente, é indispensável considerar a presença das Tecnologias Digitais no contexto educacional. Essas tecnologias tornaram-se essenciais para o processo de aprendizagem, que se mostra cada vez mais complexo, exigindo a busca por novas metodologias de ensino.

### **2.1. Tecnologia e Educação**

O uso dessas tecnologias digitais tem se mostrado uma tendência irreversível na educação, oferecendo oportunidades de acesso a recursos multimídia, interativos e colaborativos. Portanto, é fundamental que as escolas acompanhem essa evolução e explorem o potencial educacional das tecnologias digitais para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e atender às necessidades dos alunos em um mundo cada vez mais conectado.

Segundo [Moran and BEHRENS 2010, p. 01], as Tecnologias Digitais hoje são muitas, acessíveis, instantâneas e podem ser utilizadas para aprender em qualquer lugar,

tempo e de muitas formas. O que faz a diferença não são os aplicativos, mas estarem nas mãos de educadores, gestores (e estudantes) com uma mente aberta e criativa, capaz de encantar, de fazer sonhar e inspirar. Professores interessantes desenham atividades interessantes, gravam vídeos atraentes. Professores afetivos conseguem comunicar-se de forma acolhedora com seus estudantes através de qualquer aplicativo, plataforma ou rede social.

## **2.2. Teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas**

A EAM enfatiza a importância de acreditar na plasticidade do indivíduo, independentemente de suas limitações iniciais, e na possibilidade de mudança e crescimento por meio da mediação apropriada. Essa abordagem destaca a necessidade de um ambiente de aprendizagem interativo, que proporcione oportunidades de aprendizagem desafiadoras e significativas.

[Feuerstein 1997] afirma que o ser humano pode aprender de duas maneiras. A primeira é a experiência direta de aprendizado, ou seja, a relação do aprendiz com ambiente, já a outra é a EAM, que configura a presença e a atividade de um indivíduo para organizar, interpretar e elaborar aquilo que foi experimentado.

A Experiência de Aprendizagem Mediada (EAM) enfatiza três conceitos fundamentais que demandam a atenção deliberada do mediador: Intencionalidade / Reciprocidade, Significado e Transcendência. O primeiro conceito destaca que o mediador interage de forma intencional com o sujeito, selecionando e interpretando informações no processo de construção do conhecimento. A reciprocidade, por sua vez, implica em uma troca, na qual o mediador abre espaço para as respostas e contribuições do sujeito, de modo que ele se sinta cooperativo e envolvido no processo de aprendizagem.

O Significado refere-se ao valor atribuído às atividades, objetos e eventos, tornando-os relevantes para a realidade do sujeito. O terceiro conceito, Transcendência, busca promover a aquisição de princípios e estratégias que possam ser aplicados em outras situações além do contexto imediato de aprendizagem.

Ao observar e aplicar os conceitos de Intencionalidade/Reciprocidade, Significado e Transcendência na Experiência de Aprendizagem Mediada, o mediador pode potencializar o processo de aprendizagem, tornando-o mais significativo, motivador e eficiente para o sujeito.

## **3. Trabalhos Relacionados**

Durante a pesquisa realizada, foi identificado um número significativo de estudos relacionados ao tema em questão. Alguns desses estudos serviram como base para o desenvolvimento desse trabalho considerando que produziram frutos com conteúdo relevante para a realização desta pesquisa.

Pela consonância desta pesquisa é importante enfatizar a obra de [Vidotto et al. 2017], que elaboraram uma pesquisa com técnicas de Inteligência Artificial, sobre a construção e aplicação de um ambiente inteligente (MAZK). Essa ferramenta foi criada com o propósito de apoiar o processo de ensino -aprendizagem e motivar os alunos a praticarem seus conhecimentos por meio de conteúdos elaborados pelos professores [MORO et al. 2018].

Trabalhos de [Raabe and Silva 2005], [Vanlehn et al. 2005], [Van Ga and Thai 2020], [Rivers and Koedinger 2015], [Litman and Silliman 2004], [Craig et al. 2013] e [Lopes et al. 2019] tiveram sua contribuição e estão relatados na Tabela 1.

STI	TRABALHOS	CARACTERÍSTICAS	TEMÁTICA
MAZK	<a href="#">Vidotto, Pozzebon e Lopes (2017)</a>	Tutor inteligente para ensino e aprendizagem de diversos temas.	Diversas áreas
ALICE	<a href="#">Raabe et al. (2005)</a>	Sistema Inteligente para o ensino a algoritmos usando o professor como agente participante	Algoritmos e Programação
ANDES	<a href="#">VanLehn (2005)</a>	Envolve várias etapas para aprendizagem de Física	Física
DME	<a href="#">Thai e Hieu (2018)</a>	Métodos interativos de ensino e feedback para o ensino da matemática	Matemática (Ensino Médio e Superior)
ITAP	<a href="#">Rivers e Koedinger (2017)</a>	Tutor aprimorado para fornecer dicas personalizadas de acordo com a solução individual de cada aluno	Programação
ITSPOKE	<a href="#">Litman e Silliman (2004)</a>	Adaptar-se às necessidades individuais dos alunos, fornecendo um ambiente de aprendizado personalizado.	Diversas áreas
ALEKS	<a href="#">Craig et al. (2013)</a>	Experiência personalizada aos alunos, adaptando o conteúdo com base em suas necessidades e conhecimentos individuais.	Matemática (Ensino Fundamental)
LEIA	<a href="#">Lopes et al. (2019)</a>	Feedback construtivo e do acompanhamento do progresso do aluno ao longo do tempo.	Equações Polinomiais do 1º grau

**Tabela 1. Extração dos Trabalhos Relacionados**

As pesquisas citadas contribuíram e motivaram para o desenvolvimento desta proposta, visto que os resultados serviram de base para a implementação de um sistema que tem buscado atender às necessidades encontradas focando no engajamento dos estudantes, de modo a apoiar e aprimorar o conhecimento e as habilidades no processo de aprendizagem focando na resolução de problemas envolvendo Trigonometria. Assim como a inclusão do professor auxiliando na personalização do seu atendimento e observando as necessidades pedagógicas dos estudantes.

Na próxima seção, temos uma descrição detalhada do ambiente de desenvolvimento apresentando uma visão geral da plataforma e suas funcionalidades.

#### 4. STI Curumim

O STI Curumim tem como principal objetivo ser um recurso pedagógico que auxilia nas estratégias do professor promovendo a integração entre o docente e as tecnologias educacionais, visando melhorar a socialização e contribuir para a qualidade do ensino dos alunos em Trigonometria. O sistema é executado em qualquer plataforma de Sistema Operacional com dispositivo conectado à Internet. A plataforma foi dividida em dois tipos de acesso com diferentes funcionalidades: Professor e Aluno.

No módulo do professor é possível criar turmas, gerenciar as aulas (criar conteúdos, avaliações e fóruns) e também é possível gerenciar o desempenho dos alunos por meio dos resultados dos logs de interação e desenvolvimento durante as atividades.

Para que o aluno possa acessar as atividades dentro do Curumim, ele deverá se cadastrar no sistema e inserir o código enviado pelo professor para se matricular na turma

criada pelo docente. Posteriormente à escolha da classe, no primeiro acesso o sistema irá convidá-lo a responder um teste de nivelamento com 15 questões referentes a Trigonometria, a fim de que seja possível identificar qual o nível de conhecimento do aluno em relação ao conteúdo abordado, adaptando o perfil do usuário aos desafios que serão apresentados, de tal forma a considerar os índices de acertos e erros das questões propostas, o grau de dificuldade e o conhecimento.

O módulo aluno ainda possui um Chatbot para tirar dúvidas sobre o tópico abordado a fim de serem respondidas de forma instantânea. Caso a dúvida persista o estudante tem um canal para entrar em contato com o professor enviando seus questionamentos e aguardando a resposta posteriormente, na Figura 1 mostra essas funcionalidades.

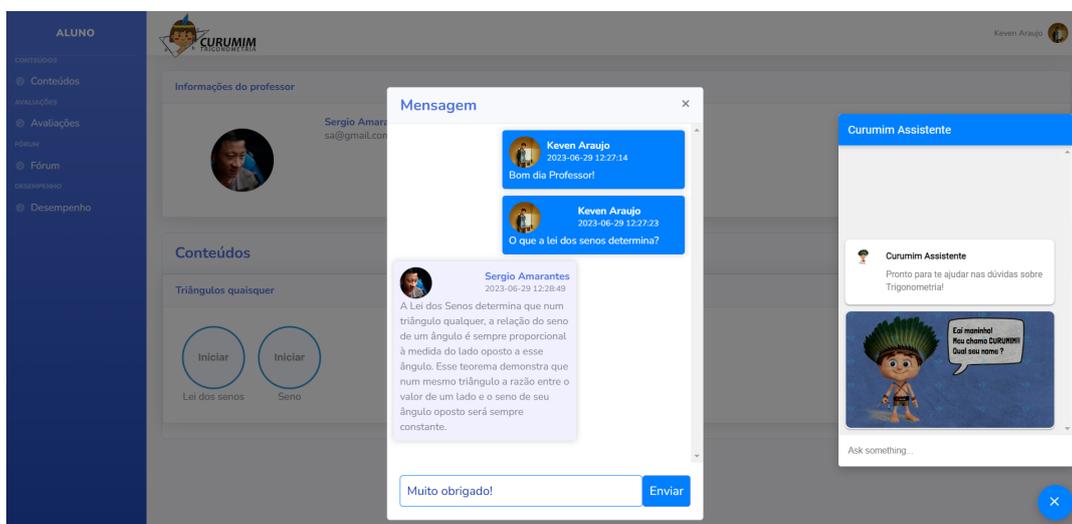


Figura 1. Chat de Interação Professor e Aluno e Chatbot Curumim

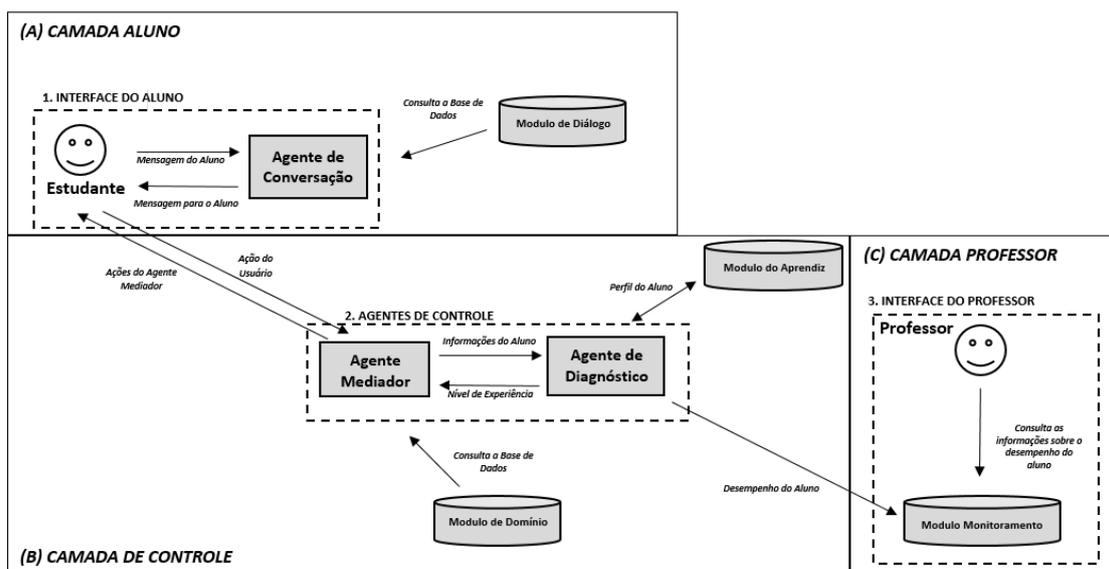
#### 4.1. Arquitetura do Sistema

A Figura 2 ilustra a arquitetura do sistema, que é composta por três agentes, cada um com sua função específica. A seguir, apresenta-se a descrição de cada um dos agentes propostos e seus respectivos papéis.

- **Agente de Conversação:** O agente realiza a interação com o estudante, respondendo a seus acionamentos, esclarecendo dúvidas e fornecendo as informações necessárias para auxiliar o aluno em sua aprendizagem.
- **Agente Mediador:** Responsável pela interface de comunicação do aluno com o ambiente, envia dados e consulta informações sobre aluno, requisita e envia conteúdos e questões para mostrar na interface do aluno.
- **Agente de Diagnóstico:** Receptor, atualizador e emissor de dados do aluno, armazenando essas informações na base de dados do Módulo do Aprendiz que contém todos os dados relevantes sobre o aluno, além de enviar as ações do estudante para o módulo monitoramento.

Os agentes Mediador e de Diagnóstico são responsáveis por observar o desenvolvimento real do estudante e propor conceitos baseados na EAM. O Agente Mediador solicita e recebe dados do Agente de Diagnóstico, de acordo com o perfil do aluno.

O Agente de Diagnóstico implementa os conceitos de Significado e Transcendência, buscando transformar habilidades potenciais em habilidades reais e expandir a capacidade de desenvolvimento do aluno no tópico estudado. Dessa forma, o Agente Mediador intervém na interação entre o estudante e os conceitos de EAM. Além disso, o Agente de Diagnóstico analisa o comportamento e desempenho do aluno em relação ao uso do sistema e envia essas informações ao professor. O Módulo de Monitoramento identifica o último acesso do aluno no sistema e informa sobre a realização de eventos específicos, como a existência de atividades a serem corrigidas.



**Figura 2. Arquitetura do STI Curumim**

O STI Curumim foi estruturado em três camadas distintas. A camada Aluno é responsável pela interação do estudante com o agente de conversação (A); a camada Controle abrange módulos que gerenciam a interface de comunicação e toda a infraestrutura que atua entre a camada Aluno e o Professor (B); e, por fim, a camada Professor, onde o desenvolvimento do aluno no conteúdo é gerenciado por meio do módulo de monitoramento (C). O Ciclo de Tutoria se desenrola seguindo cada uma das camadas.

O processo do Ciclo de Tutoria é descrito no seguinte cenário: o tutor avalia o nível do aluno e apresenta o conteúdo apropriado; em seguida, o aluno enfrenta um desafio com questões relacionadas ao conteúdo estudado anteriormente. Após o desafio, o resultado da pontuação do aluno é exibido, e o feedback, junto com alertas sobre questões em que o aluno enfrentou dificuldades, é enviado ao professor. Caso o aluno seja aprovado no desafio, o sistema verifica se ele possui pontuação suficiente para avançar de nível. Entretanto, se o aluno não for aprovado no desafio, o conteúdo é apresentado novamente para que ele possa reforçar seu aprendizado.

#### 4.2. Estratégias de Ensino

No STI CURUMIM, as Estratégias de Ensino têm a responsabilidade de ajustar o nível de dificuldade das questões de acordo com o conhecimento do estudante e determinar o momento adequado para a mudança desse nível. Para isso, é utilizada a avaliação somativa para cada questão resolvida, a qual ocorre no final do processo de ensino. Essa avaliação

tem como objetivo verificar o que o aluno aprendeu após todo o conteúdo trabalhado em sala, atribuindo notas que serão divulgadas posteriormente.

O ajuste computacional do nível de conhecimento do estudante é realizado através da análise do número de respostas corretas e incorretas de cada aprendiz. Além disso, o STI utiliza um sistema de nível de experiência com base nos dados de desempenho de cada aluno.

## 5. Avaliações em Sala de Aula

Neste Estudo de caso foi realizado uma pesquisa de intervenção, dessa forma a fim de analisar e identificar o progresso dos estudantes foi utilizado um método de pesquisa mista [Pina and Fávero 2012], foram avaliados quantitativamente o desempenho dos alunos antes e depois da intervenção, além de uma análise qualitativa do desenvolvimento dos alunos, com o intuito de construir conhecimento em vez de meramente emitir opiniões sobre o contexto.

Os participantes deste estudo consistiram em estudantes de duas turmas do segundo nível do Ensino Médio, compreendendo o quarto bimestre de 2022. A amostra total foi composta por 58 participantes, sendo 29 alunos no Grupo de Controle (GC) e 29 no Grupo Experimental (GE). As atividades práticas eram realizadas no Laboratório de Informática com o auxílio do professor da disciplina de Matemática. A escolha de conduzir esta pesquisa nessa Escola se deve à acessibilidade desse curso para atividades que possam ser realizadas em Laboratório.

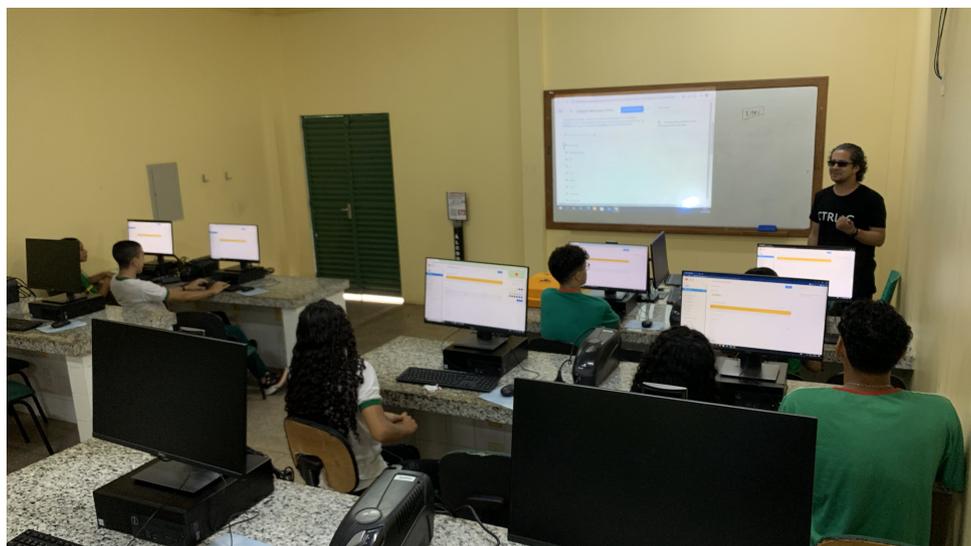
Para a coleta de dados dessa pesquisa, utilizou-se instrumentos como Avaliação Diagnóstica (pré-testes), Avaliação Final (pós-testes), Check-list e o Diário de Campo. Com o objetivo de promover uma melhor sistematização e acompanhamento, a pesquisa foi dividida em etapas, conforme apresentado no Tabela 2. As etapas incluíram: [1] avaliação dos conhecimentos prévios, [2] atividades de intervenção, realizadas exclusivamente com o Grupo Experimental (GE) e [3] avaliação dos conhecimentos adquiridos. Essa divisão permitiu uma organização mais clara do processo de pesquisa e facilitou o monitoramento dos resultados ao longo do estudo.

Etapas da pesquisa	Grupos	
	Controle (GC)	Experimental (GE)
1ª etapa: Avaliação diagnóstica (Pré-teste)	X	X
2ª etapa: Atividades de intervenção	-	X
3ª etapa: Avaliação dos conhecimentos adquiridos (Pós-teste)	X	X

**Tabela 2. Sistematização das etapas da pesquisa junto aos grupos**

A primeira etapa consistiu na realização de atividades para diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos em relação à compreensão ao nível básico de Trigonometria. A intervenção foi realizada na segunda etapa exclusivamente com o Grupo Experimental durante as aulas de Matemática. Essa intervenção teve a duração de pouco mais de 3 meses,

totalizando 16 encontros (32 horas/aula). O professor da turma esteve presente em todas as atividades junto ao Grupo Experimental, porém a intervenção em si foi conduzida pelo pesquisador no Laboratório de Informática (Figura 3). As aulas com o Grupo Controle foram ministradas pelo professor da turma, seguindo o plano de aula desenvolvido por ele, que incluía o uso do livro didático e as atividades em sala de aula.



**Figura 3. Práticas utilizando o STI Curumim com o GE**

A avaliação dos conhecimentos adquiridos foi realizada na terceira etapa com atividades semelhantes a da primeira etapa. Nessa fase, assim como na primeira, não foi utilizado nenhum tipo de tecnologia digital, apenas caneta e papel. Para a realização da coleta de dados, que ocorreu por meio de atividades, observações e análises de cada aluno participante, foi assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## **6. Resultados e Discussões**

Os resultados da pesquisa foram organizados em duas categorias distintas e serão apresentados em subseções separadas. Na primeira subseção, intitulada "Desempenho dos Alunos", serão exibidos os dados coletados por meio de atividades diagnósticas aplicadas ao grupo GC e GE. Na segunda subseção, intitulada "Estratégias dos Alunos", serão analisados os dados obtidos através dos Diários de Campo, e observação na utilização do STI Curumim com o GE.

### **6.1. Desempenho dos alunos**

A fim de avaliar o conhecimento dos alunos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste (grupo controle e experimental), foram verificados por meio de testes estatísticos [Siegel 1975], os desempenhos na Identificação dos Ângulos avaliando os seguintes aspectos: Reconhecimento e Classificação, Relações entre ângulos e lados e Interpretação de gráficos e diagramas. Esses aspectos foram avaliados com notas de 1 a 10.

Para cada um dos aspectos analisados foram realizadas 2 questões a fim de avaliar no pré e no pós-teste de forma igual, nesse caso, a pontuação foi dividida em 5 pontos para cada questão em cada aspecto avaliado. A Tabela 3, a seguir, apresenta a média de acertos aos aspectos analisados.

Aspectos Analisados	Grupo Controle (GC)		Grupo Experimental (GE)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Reconhecimento e Classificação	3,10	5,17	5,00	7,06
Relações entre ângulos e lados	6,20	5,34	4,65	6,72
Interpretação de gráficos e diagramas	3,10	2,58	3,10	4,31
<b>Médias de Identificação dos Ângulos</b>	<b>4,13</b>	<b>4,36</b>	<b>4,25</b>	<b>6,03</b>

**Tabela 3. Média de acerto do desempenho em Identificação dos Angulos (GC e GE)**

Em termos gerais no pré-teste, há algumas diferenças de desempenho em relação aos três aspectos analisados, mas quando se faz a comparação pelo desempenho geral em identificação dos ângulos no pré-teste (média: GC: 4,13 e GE: 4,25), é possível observar pelas médias, que os desempenhos dos grupos foram bem próximos.

O teste U de Mann-Whitney e o Test-T foi empregado para comparar as amostras independentes, e os resultados confirmaram que, no pré-teste, os dois grupos (controle e experimental) não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, após a intervenção, constatou-se que o grupo experimental demonstrou um desempenho significativamente superior em relação aos participantes do grupo controle (média GC: 4,00 e GE: 6,97). Ao observar a Tabela 3, é possível constatar que o grupo controle teve uma leve melhora em todos os aspectos. Os resultados dos testes U de Mann-Whitney e Teste-T também confirmam que os grupos diferem de forma significativa no pós-teste.

Comparando os pós-testes (Tabela 4) por meio do Test-T e U de Mann-Whitney, em cada grupo, é possível observar que os alunos do grupo experimental apresentaram um desempenho expressivo nos aspectos de "Reconhecimentos e Classificação" e "Relações entre ângulos e lados". Esses dados indicam que a intervenção teve um impacto positivo no aprendizado em relação a Identificação de Ângulos, levando a uma melhora notável nas habilidades dos estudantes nessas áreas específicas.

		Estadística	gl	p
Reconhecimento e Classificação	t de Student	3.66	56.0	< .001
	U de Mann-Whitney	223		0.001
Relações entre ângulos e lados	t de Student	3.38 <sup>a</sup>	56.0	0.001
	U de Mann-Whitney	233		0.002
Interpretação de gráficos e diagramas	t de Student	1.67	56.0	0.101
	U de Mann-Whitney	315		0.072

Nota.  $H_a \mu_{\text{Experimental}} \neq \mu_{\text{Controle}}$

**Tabela 4. Test-T e U de Mann-Whitney nos Pós-testes**

## 6.2. Estratégias dos Alunos

A análise qualitativa da aplicação do STI Curumim revelou *insights* valiosos sobre o impacto da ferramenta na rotina dos alunos na disciplina. Através dos chek-lists e diários de campo utilizados para coletar dados, foi possível observar um maior engajamento dos alunos nas atividades propostas, além disso a interatividade e a natureza visual dos recursos tecnológicos utilizados no STI Curumim demonstraram-se especialmente eficazes na compreensão dos conceitos trigonométricos, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e significativo.

Também foi possível evidenciar que os alunos sentiram-se mais motivados a explorar os conteúdos de trigonometria por meio da ferramenta, o que resultou em um aumento na frequência e na qualidade das interações com os materiais apresentados pelo professor por meio da plataforma. Os diários de campo permitiram registrar as percepções individuais dos estudantes, evidenciando a satisfação com a abordagem tecnológica e sua contribuição para o desenvolvimento de suas habilidades matemáticas.

Dessa maneira, as estratégias aplicadas demonstraram que a aplicação do STI Curumim trouxe resultados positivos para os alunos. A combinação de ferramentas interativas, recursos visuais e a possibilidade de personalização do aprendizado, permitiu que os estudantes se engajassem de forma mais ativa e autônoma em sua jornada de aprendizagem, resultando em uma compreensão mais profunda dos conceitos trigonométricos e uma experiência de aprendizado mais gratificante.

## 7. Conclusões e Trabalhos Futuros

A pesquisa científica proposta teve como intuito gerar contribuição no ensino e aprendizagem de Trigonometria por meio de um STI, para o processo de aprendizagem da área de Informática na Educação. A utilização do STI Curumim se mostrou uma abordagem promissora e eficaz, proporcionando resultados positivos para os estudantes.

Os trabalhos futuros sugeridos oferecem um caminho promissor para o aprimoramento contínuo do STI Curumim. Estudos longitudinais, adaptação para outros conteúdos, personalização avançada, avaliação de feedback contínuo e integração de interação social são algumas das possibilidades que podem ampliar ainda mais a efetividade da ferramenta no processo de aprendizagem.

Portanto, o STI Curumim emerge como um aliado no ensino, mostrando-se capaz de potencializar a experiência de aprendizagem, motivar os estudantes e proporcionar resultados satisfatórios. A contínua evolução e aprimoramento dessa ferramenta representam uma etapa desafiadora, mas torna o processo de ensino-aprendizagem mais acessível, envolvente e efetivo para os alunos, preparando-os para novos desafios.

## Referências

- Craig, S. D., Hu, X., Graesser, A. C., Bargagliotti, A. E., Sterbinsky, A., Cheney, K. R., and Okwumabua, T. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using aleks on student's knowledge and behaviors. *Computers Education*, 68:495–504.
- Feuerstein, R. (1997). The ontogeny of cognitive modifiability – applied aspects of mediated learning experience and instrumental enrichment. *Jerusalém: ICELP HWCRI*.

- Litman, D. J. and Silliman, S. (2004). ITSPOKE: An intelligent tutoring spoken dialogue system. In *Demonstration Papers at HLT-NAACL 2004*, pages 5–8, Boston, Massachusetts, USA. Association for Computational Linguistics.
- Lopes, A., Netto, J., Souza, R., Mourão, A., Almeida, T., and Lima, D. (2019). Improving students skills to solve elementary equations in k-12 programs using an intelligent tutoring system. *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Moran, J. M. and BEHRENS, M. A. (2010). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*.
- MORO, F. F., VALERIANO, E. C. F., SILVA, V. I., POZZEBON, E., and FRIGO, L. B. (2018). The use of Mazk Intelligent Tutor in the process of teaching and learning geography applied in elementary education. Technical report.
- Pina, R. and Fávero, M. (2012). A pesquisa de intervenção psicopedagógica: evidências sobre ensinar e aprender. 18:47–68.
- Raabe, A. L. A. and Silva, J. M. C. (2005). Um ambiente para atendimento as dificuldades de aprendizagem de algoritmos.
- Rivers, K. and Koedinger, K. (2015). Data-driven hint generation in vast solution spaces: a self-improving python programming tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27.
- Santos, V., Almeida, S., and Zanotello, M. (2018). A sala de aula como um ambiente equipado tecnologicamente: reflexões sobre formação docente, ensino e aprendizagem nas séries iniciais da educação básica. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 99.
- Siegel, S. (1975). *Estatística Não-Paramétrica para as ciências do comportamento*.
- Van Ga, B. and Thai, P. (2020). Soot emission reduction in a biogas-dme hybrid dual-fuel engine. *Applied Sciences*, 10:3416.
- Vanlehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J., Shelby, R., Taylor, L., Treacy, D., Weinstein, A., and Wintersgill, M. (2005). The andes physics tutoring system: Lessons learned. *I. J. Artificial Intelligence in Education*, 15:147–204.
- Vidotto, K. N., Pozzebon, E., and Lopes, L. (2017). Ambiente inteligente de aprendizagem mazk com alunos do ensino fundamental ii na disciplina de ciências. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação*.
- Weber, K. (2005). Students’ understanding of trigonometric functions. *Mathematics Education Research Journal*, 17:91–112.
- Woolf, B. P. (2009). Building intelligent interactive tutors: student-centered strategies for revolutionizing e-learning.
- Yun, R. (2001). *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. São Paulo: Bookman.