

A efetividade de Sistemas Tutores Inteligentes no ensino: um estudo baseado no Mapeamento Sistemático da Literatura

Joanderson Viscovini da Silva, Tiago Luís de Andrade

Departamento de Computação
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Cáceres, MT – Brasil
{joanderson.viscovini,tiago}@unemat.br

Abstract. *With technological advances, it is essential to develop new forms of teaching that explore the use of technologies and the digital environment. In this context, Intelligent Tutoring Systems (ITS) can play a crucial role in making teaching more accessible to everyone. Given this, this article aims to evaluate the effectiveness of ITS in teaching, investigating whether these systems have an impact on academic performance. To this end, a Systematic Literature Mapping was carried out and 15 articles on the application of these systems were analyzed. The results indicate that it has a positive impact on learning, promoting significant improvements in grades and student confidence in the teaching and learning process.*

Resumo. *Com o avanço tecnológico torna-se essencial desenvolver novas formas de ensino que exploram o uso das tecnologias e do ambiente digital, e, nesse âmbito, os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) podem ter um papel importante, tornando inclusive o ensino mais acessível para todos. Diante disso, este artigo tem como objetivo avaliar a efetividade dos STIs no ensino, investigando se esses sistemas impactam o desempenho acadêmico. Para isso, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura e analisados 15 artigos sobre a aplicação desses sistemas. Os resultados indicam que os STIs têm impacto positivo no aprendizado, promovendo melhorias significativas nas notas e na confiança dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.*

1. Introdução

Com um mundo cada vez mais digitalizado, a Inteligência Artificial (IA) emerge como uma força transformadora em diversas áreas, e o seu potencial revolucionário na educação é cada vez mais evidente [Silva Neto 2024]. No contexto atual de uma crise educacional global, com mais de 250 milhões de crianças fora da escola e mais 600 milhões não atingindo os níveis mínimos de competência, torna-se essencial desenvolver pesquisas que explorem novas formas de ensino no ambiente digital [Charland 2024].

Diante desse cenário, os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), programas de computador geralmente equipados com programação de IA que podem detectar, compreender e se adaptar ao progresso do aluno, surgem como alternativas capazes de preencher lacunas dos métodos tradicionais de ensino, oferecendo um aprendizado adaptativo e interativo, capaz de atender às necessidades individuais de cada estudante [Steenbergen-Hu e Cooper 2014] [Charland 2024].

Segundo Ma et al. [2014], os STIs podem igualar o desempenho da tutoria humana individualizada, sendo mais eficazes que métodos tradicionais de ensino. Para Charland

[2024], representam uma inovação promissora, tornando o ensino mais acessível e personalizado, sendo utilizado com um complemento importante dentro e fora do contexto acadêmico e para o público em geral. Todavia, Kulik e Fletcher [2016] destacam que, embora a tutoria computacional seja recente, sua evolução acompanha o avanço tecnológico. Entretanto, a efetividade desses sistemas depende de uma Interação Humano-Computador eficiente, garantindo interfaces intuitivas e funcionais [Oliveira 2017], como é o caso aplicativo Duolingo¹, amplamente utilizado por milhões de usuários para o aprendizado de idiomas [Ferreira 2023].

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é analisar, através de um Mapeamento Sistemático da Literatura, se os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) podem impactar o desempenho acadêmico dos alunos do ensino médio e superior, investigando a sua utilização no contexto educacional.

Este artigo está organizado em 6 seções. A seção 2 destaca os trabalhos relacionados ao tema de pesquisa. A seção 3 apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre STIs no ensino. A seção 4 apresenta os resultados obtidos conforme as questões de pesquisa. A seção 5 apresenta a análise e discussão dos trabalhos encontrados. Por fim, a seção 6 contempla as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados resultados dos trabalhos mapeados nesta pesquisa, ressaltando a sua importância. Para isso, foram realizadas buscas por artigos através da *String ("Intelligent Tutoring System") AND ("evaluation" OR "effectiveness" OR "impact") AND ("specific system" OR "prototype" OR "case study")*, publicados entre janeiro de 2018 a março de 2025 nas bases de dados do *Portal de Periódicos da CAPES*, *Science Direct da Elsevier* e na ferramenta *Google Scholar*.

Estudos demonstraram que o uso de Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) resulta em melhorias significativas no desempenho dos estudantes. Castro-Schez et al. [2020] relataram que todos os alunos que usaram regularmente a ferramenta Proletool foram aprovados, com notas médias elevadas. Menor [2019] mostrou que o uso do STI na programação reduziu o tempo de aprendizagem em 30% e aumentou a qualidade do aprendizado em 43%. González et al. [2019] observaram melhorias de pelo menos 25% no desempenho dos alunos ao utilizarem ferramentas específicas de programação.

Em relação à personalização do ensino, Conati et al. [2021] exploraram a importância dessa metodologia, mostrando que dicas adaptadas ao nível de cada aluno aumentaram a confiança e a intenção de continuar usando o STI. Eryilmaz e Adabashi [2020] também destacaram que a ferramenta FB-ITS oferece suporte adaptativo, resultando em desempenho superior em comparação ao ensino tradicional. Para Chango et al. [2021], o processo de personalização reforça a importância dos STIs, pois ajudam a identificar as necessidades específicas dos estudantes, possibilitando intervenções antecipadas.

Por fim, Uriarte-Portillo et al. [2023] indicaram que a interação com os STIs aumenta a confiança, motivação e percepção de facilidade de uso pelos estudantes. Portanto, as contribuições destacadas reforçam o potencial dos STIs como ferramentas

¹ <https://en.duolingo.com/>

inovadoras e eficazes para melhorar o ensino, promover autonomia e personalizar a aprendizagem, além de ampliar sua aplicação em diferentes áreas e níveis de educação. Nesse sentido e diante dos artigos mencionados, este trabalho analisa se os STIs podem impactar o desempenho acadêmico dos alunos no contexto educacional.

3. Mapeamento Sistemático da Literatura

Esta seção apresenta um Mapeamento Sistemático da Literatura dos trabalhos relacionados que, conforme Petersen et al. [2015], consiste nas seguintes etapas: a formulação de questões de pesquisa, a busca e seleção dos artigos a serem analisados, a definição dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos, a avaliação dos trabalhos e, por último, a coleta dos dados. Em seguida, a etapa de análise e apresentação deu-se em formato de gráficos, números e descrições, fundamentando a interpretação dos resultados e discussões.

3.1. Questões de pesquisa

A Tabela 1 apresenta as quatro questões de pesquisa elaboradas e que motivaram a realização do mapeamento, com o objetivo de encontrar pesquisas que avaliaram a efetividade de STIs no contexto acadêmico.

Tabela 1. Questões de pesquisa

Item	Questões de Pesquisa
Q1.	<i>Os STIs têm sido utilizados no ensino?</i>
Q2.	<i>Os STIs podem ajudar a melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes?</i>
Q3.	<i>Os STIs podem ser utilizados em diferentes níveis de ensino?</i>
Q4.	<i>Que áreas de conhecimento são abordadas pelos STIs?</i>

3.2. Processo de pesquisa

Como estratégia para se descobrir os estudos relevantes, realizou-se uma busca nas bases eletrônicas do *Portal de Periódicos da CAPES*² e *Science Direct da Elsevier*³, bem como utilizada a ferramenta de busca *Google Scholar*⁴, sem aplicação de filtro com a limitação de páginas. A escolha dessas bases se deve ao fato da abrangência e da qualidade dos trabalhos publicados.

A busca ocorreu através de expressões oriundas de palavras-chave, incluindo sinônimos ou palavras relacionadas para compor os termos. Em inglês, a *string* de busca utilizada foi ("*Intelligent Tutoring System*") *AND* ("*evaluation*" *OR* "*effectiveness*" *OR* "*impact*") *AND* ("*specific system*" *OR* "*prototype*" *OR* "*case study*"). Em português, ("*Sistema de Tutoria Inteligente*") *E* ("*avaliação*" *OU* "*eficácia*" *OU* "*impacto*") *E* ("*sistema específico*" *OU* "*protótipo*" *OU* "*estudo de caso*"). Ressalta-se, portanto, que a busca se concentrou em estudos primários conduzidos com estudo de caso para a verificação dos impactos na aprendizagem.

² <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

³ <https://www.sciencedirect.com/search/entry>

⁴ <https://scholar.google.com.br/>

3.3. Critérios de inclusão e exclusão

Os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes Critérios de Inclusão: estudos primários com foco em STIs no contexto acadêmico; estudos aplicados nos níveis de ensino médio e superior; estudos de acesso aberto; estudos escritos em Inglês e Português; e, por fim, estudos publicados entre janeiro de 2018 a março de 2025.

A escolha por este período fundamenta-se na busca por trabalhos mais atuais e alinhados às inovações e tendências recentes no campo estudado, uma vez que, considerando o ritmo acelerado de avanços tecnológicos e metodológicos em contextos que envolvem sistemas inteligentes e tecnologias emergentes, optou-se por priorizar estudos publicados nos referidos anos. Ressalta-se que a busca ocorreu em junho de 2025.

Em contraponto, os Critérios de Exclusão foram: estudos secundários com foco em STIs fora do contexto acadêmico; estudos que abordassem STIs no ensino fundamental e pós-graduação; Dissertações, Teses e livros foram excluídos.

3.4. Filtros de resultados

Para a seleção dos artigos quatro etapas foram realizadas, conforme a Figura 1.

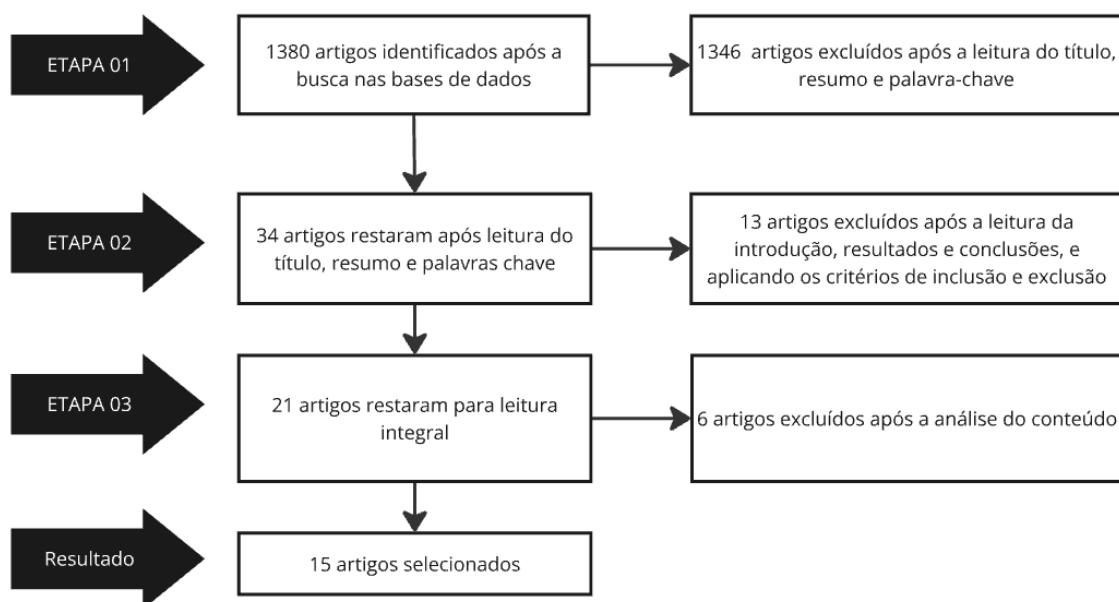


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção de artigos para este estudo.

Na etapa 1 foi realizada uma triagem inicial para a identificação de estudos potencialmente relevantes tendo por base o título, resumo e palavras-chave, que resultou na eliminação de 1346 artigos, restando 34 para uma análise mais detalhada. Na etapa 2, os 34 artigos foram avaliados quanto à sua relevância, com a leitura da introdução, resultados e conclusões, e aplicando os critérios de inclusão e exclusão, levando à exclusão de 13 trabalhos. Já na etapa 3, os 21 artigos passaram por uma análise mais profunda do conteúdo através da leitura integral, que levou à exclusão de 6 artigos. Por fim, ao final desse processo, 15 artigos foram selecionados como resultado para avaliação crítica e extração de dados relevantes de cada trabalho, conforme apresenta a Tabela 2.

Tabela 2. Quantitativo de artigos obtidos e selecionados.

Base de Dados	Artigos obtidos	Artigos selecionados
---------------	-----------------	----------------------

Periódico CAPES	154	5
Science Direct	126	4
Google Scholar	1100	6
TOTAL	1380	15

Com a finalidade de qualificar a análise, o Gráfico 1 traz o quantitativo dos artigos primários selecionados por base de dados e ano de publicação.

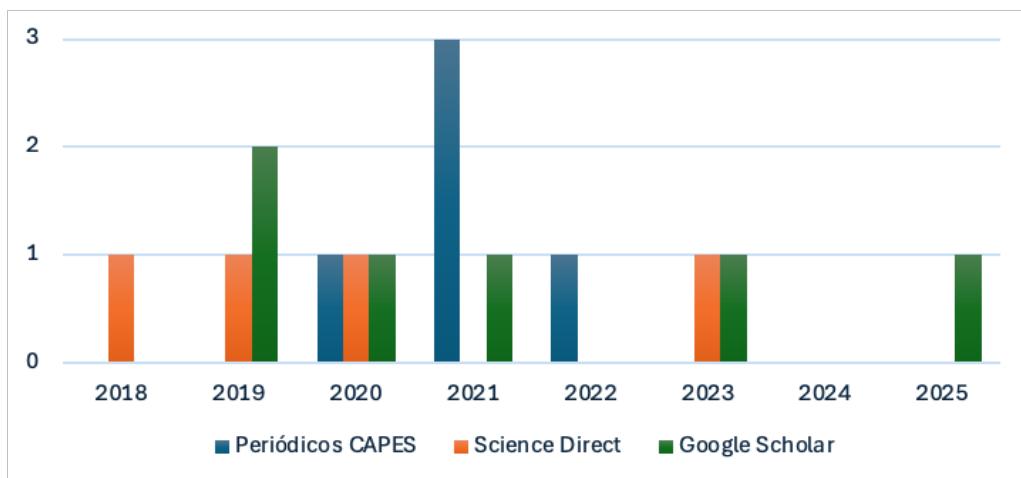


Gráfico 1. Artigos selecionados por ano de publicação.

4. Resultados

Esta seção apresenta, para cada questão de pesquisa, os resultados obtidos dos 15 artigos primários analisados, provenientes da busca de trabalhos que avaliaram a efetividade de STIs no contexto acadêmico.

Q1. Os STIs têm sido utilizados no ensino?

De acordo com os artigos primários estudados, a Tabela 3 apresenta a base de dados, o ano de publicação, autores e periódico de publicação dos 15 artigos selecionados que fundamentam a análise e que demonstram que os STIs têm sido utilizados na prática do ensino.

Tabela 3. Artigos selecionados

Base de dados	Ano	Autores	Periódicos
Periódicos CAPES	2020	Eryilmaz e Adabashi (2020)	<i>Applied Sciences</i>
	2021	Conati et al. (2021)	<i>Artificial Intelligence;</i>
		Furlan et al. (2021)	<i>JMIR Medical Informatics</i>
		Guerrero-Roldán et al. (2021)	<i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i>
	2022	Pereira et al. (2022)	<i>Revista Brasileira de Educação Médica</i>
Science Direct	2018	Ghoniem (2018)	<i>Procedia Computer Science</i>
	2019	Ostrander et al. (2019)	<i>Computers in Human Behavior</i>
	2020	Castro-Schez et al. (2020)	<i>Information</i>
	2023	Newar et al. (2023)	<i>Science of Computer Programming</i>

<i>Google Scholar</i>	2019	Menor (2019)	<i>International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology</i>
		González et al. (2019)	<i>HCII Conference</i>
	2020	Cerezo et al. (2020)	<i>Sustainability</i>
	2021	Chango et al. (2021)	<i>Journal of Computing in Higher Education</i>
	2023	Uriarte-Portillo et al. (2023)	<i>Information</i>
	2025	Lai e Lin (2025)	<i>Applied Sciences</i>

Q2. Os STIs podem ajudar a melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes?

A presente questão teve como objetivo analisar os impactos no aprendizado com base em estudos que avaliaram STIs no ambiente educacional. Conforme a Tabela 4, os 15 artigos analisados relataram melhorias significativas no desempenho acadêmico dos alunos que utilizaram STIs, como aumento de notas e confiança no aprendizado, impactando positivamente no processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 4. Avaliação dos STIs.

Autores	Área	Impacto
Castro-Schez et al. (2020)	Programação	Mais de 89% dos alunos que usaram regularmente a ferramenta foram aprovados com uma média de 7,37 pontos, em uma variação de 0 a 10, enquanto apenas 10,29% dos que usaram ocasionalmente ou nunca foram aprovados com uma média de 5,50 pontos.
Cerezo et al. (2020)	Autorregulação – Múltiplas áreas	Ajudou no desenvolvimento da autorregulação do aprendizado.
Chango et al. (2021)	Autorregulação – Sistema Circulatório	Ajudou na personalização e previsão do aprendizado.
Conati et al. (2021)	Programação	Aumento na confiança do aprendizado do conteúdo após a utilização do sistema.
Eryilmaz e Adabashi (2020)	Conceitos da ferramenta Excel	Ajudou no aprendizado de conceitos da ferramenta Microsoft Excel.
Furlan et al. (2021)	Raciocínio e Diagnóstico Clínico	Melhora significativa na pontuação média das questões centrais da pré à pós-simulação, com o aumento da média de 7,46 para 9,53.
Ghoniem (2018)	Física	O sistema proposto teve um impacto considerável no desempenho dos alunos, com variação acima de 0,70 pontos.
González et al. (2019)	Programação	Melhora de desempenho superior a 25% quando estudam o conteúdo com o auxílio de um STIs.
Guerrero-Roldán et al. (2021)	Economia	O estudo apontou que mais de 75% dos alunos apontaram que a ferramenta foi útil no processo de aprendizagem.
Lai e Lin (2025)	Programação	Alunos que usaram o ITS-CAL obtiveram a maior taxa média de aprovação, com índice superior a 72%.

Menor (2019)	Programação	O estudo constatou uma redução no tempo de aprendizagem em 30% e aumentou a qualidade da aprendizagem em 43%.
Newar et al. (2023)	Segurança de API	O SSDTutor alcançou uma precisão de detecção de 98% ao identificar vulnerabilidades, indicando que a ferramenta é eficaz no reconhecimento de problemas de segurança no código. Com isso, auxiliou de forma eficaz os estudantes que o utilizaram.
Ostrander et al. (2019)	Vigilância em Equipe	Constataram que equipes que receberam <i>feedback</i> cometeram menos erros na resolução de atividades se comparados aos que não receberam.
Pereira et al. (2022)	Eletrocardiograma	Os resultados indicaram que os estudantes do curso de medicina aprovaram o uso de STIs, sugerindo que essa tecnologia tem potencial para ser mais explorada como ferramenta auxiliar no aprendizado.
Uriarte-Portillo et al. (2023)	Geometria	Os alunos que utilizaram o ARGeoITS apresentaram um ganho de aprendizado superior a 9%, com a média igual a 7,47 em comparação aos que usaram apenas a realidade aumentada sem o tutor inteligente através da ferramenta ARGeo, no qual a média foi de 6,83.

No que se refere às áreas de aplicação, os dados da Tabela 4 destacam que 5 estudos foram conduzidos na área de programação, representando a maior concentração temática entre os trabalhos analisados. Outros 2 estudos abordaram autorregulação do aprendizado aplicada a contextos variados, como o sistema circulatório e para ensino de tópicos de múltiplas disciplinas.

As demais áreas específicas incluem temas como matemática, física, ciências, leitura e escrita, e o uso de ferramentas como o Microsoft Excel. Essa diversidade evidencia a versatilidade dos STIs e seu potencial de adaptação a diferentes contextos educacionais, embora a predominância de pesquisas em programação sugira uma afinidade maior na área da Computação.

Q3. Os STIs podem ser utilizados nos diferentes níveis de ensino?

A questão 3 teve como objetivo identificar os níveis educacionais que os STIs foram aplicados e avaliados. A fim de qualificar os estudos, a Tabela 5 apresenta diversas características relevantes, constatando que os STIs têm demonstrado grande versatilidade, sendo utilizados em diferentes níveis de ensino.

Conforme a Tabela 5, inicialmente são apresentados a autoria do artigo, seguido pelo nome da ferramenta STIs utilizada e o nível de ensino ao qual se destinou. Também é informada a abordagem metodológica do estudo, categorizada como pesquisa quantitativa ou qualitativa. Em seguida, é descrito o domínio de aplicação, ou seja, a disciplina abordada. Por fim, é apresentado o tamanho da amostra de participantes utilizada na pesquisa.

Tabela 5. Características dos artigos.

Artigo	Ferramenta	Nível	Tipo	Domínio	Amostra
Castro-Schez et al. (2020)	<i>Proletool</i>	Superior	Quantitativa	Programação	68
Cerezo et al. (2020)	<i>MetaTutor</i>	Superior	Qualitativa	Autorregulação (Várias áreas).	119
Chango et al. (2021)	<i>MetaTutorES</i>	Superior	Qualitativa	Sistema circulatório	40
Conati et al. (2021)	<i>ACSP</i>	Superior	Qualitativa	Ensinar Algoritmo Arc Consistency 3 (AC-3)	72
Eryilmaz e Adabashi (2020)	<i>FB-ITS</i>	Superior	Quantitativa	Ensinar conceitos da ferramenta Excel	120
Furlan et al. (2021)	<i>Hepius</i>	Superior	Quantitativa	Raciocínio Diagnóstico Clínico	15
Ghoniem (2018)	<i>Não informado</i>	Médio	Quantitativa	Física	Não informado
González et al. (2019)	<i>Não informado</i>	Superior	Quantitativa	Programação Orientada a Objetos	107
Guerrero-Roldán et al. (2021)	<i>Não informado</i>	Superior	Quantitativa	Economia	552
Lai e Lin (2025)	<i>ITS-CAL</i>	Superior	Quantitativa	Programação	35
Menor (2019)	<i>Nome não definido</i>	Superior	Quantitativa	Programação C#	162
Newar et al. (2023)	<i>SSDTutor</i>	Superior	Quantitativa	Segurança de API	22
Ostrander et al. (2019)	<i>Surveillance Team Tutor</i>	Superior	Quantitativa	Treinamento de vigilância	32
Pereira et al. (2022)	<i>ECG Tutor</i>	Superior	Quantitativa	Ensino de Eletrocardiograma	53
Uriarte-Portillo et al. (2023)	<i>ARGeoITS</i>	Médio	Quantitativa	Geometria	106

Os dados da Tabela 5 mostram que 13 artigos utilizaram os STIs no nível superior de ensino e 2 no nível médio. Nota-se também uma ampla variedade de áreas dos estudos, que inclui Programação, Cibersegurança, Medicina, Enfermagem, Física, Economia e Geometria. Além disso, vale destacar a diversidade do tamanho das amostras utilizadas, variando de pesquisas com muitos participantes até pequenos grupos.

Q4. Que áreas de conhecimento são abordadas pelos STIs?

A Tabela 6 apresenta a distribuição de pesquisas entre diferentes áreas do conhecimento. Observa-se que as Ciências Exatas representam a maior parte, com 60% dos estudos, abrangendo áreas como Computação, Física e Geometria. A Ciências da Saúde corresponde a 20%, com estudos voltados para o Sistema Circulatório, Diagnóstico Clínico, Eletrocardiograma, Anatomia e Fisiologia. Apenas um estudo abrange a área de Ciências Humanas, totalizando 6,67%. As demais áreas somam um total de 13,33%. Especificamente sobre a Ciência da Computação, estes correspondem a 7 estudos, representando 46,66% do total.

Tabela 6. Área de conhecimento dos artigos.

Área	%	Área	Autores
Ciências Exatas	60%	Computação	Newar et al. (2023); Eryilmaz e Adabashi (2020); Castro-Schez et al. (2020); González et al. (2019); Lai e Lin (2025); Menor (2019); Conati et al. (2021)
		Física	Ghoniem (2018)
		Geometria	Uriarte-Portillo et al. (2023)
Ciências da Saúde	20%	Sistema Circulatório	Chango et al. (2021)
		Raciocínio e Diagnóstico Clínico	Furlan et al. (2021)
		Eletrocardiograma	Pereira et al. (2022)
Ciências Humanas	6,67%	Economia	Guerrero-Roldán et al. (2021)
Outras	13,33%	Autorregulação (Múltiplas Áreas)	Cerezo et al. (2020)
		Vigilância em Equipe	Ostrander et al. (2019)

5. Análise e discussão dos trabalhos e o futuro dos STIs

Os artigos analisados no mapeamento revelam uma variação significativa nos impactos da utilização de STIs, conforme o contexto educacional. Embora os 15 artigos primários apresentem resultados positivos, os estudos diferem amplamente em termos de escopo, desenho experimental e métricas de avaliação. De acordo com a pesquisa, 6 artigos baseiam os seus estudos em amostras de menos de 50 participantes e/ou intervenções de curta duração, o que compromete a robustez e a generalização dos achados.

Apesar dessa limitação encontrada, os dados indicam uma tendência positiva em relação à aplicação dos STIs no aprendizado. Contudo, essa constatação exige cautela, pois a variedade metodológica, incluindo avaliações qualitativas, quantitativas e híbridas, mostra que a eficácia dos STIs é fortemente dependente do contexto de aplicação, do perfil dos alunos e da forma como a tecnologia é integrada ao processo pedagógico. Tal afirmação pode ser constatada diante da abrangência das disciplinas que utilizam STIs, com maior presença em Computação, Economia, Matemática, Enfermagem e Medicina. Além disso, observou-se uma concentração significativa de pesquisas voltadas ao ensino superior, representando 86% da amostra total.

Em relação às áreas do conhecimento, nota-se uma predominância de utilização na área de Ciências Exatas, que representa 60% dos estudos, com destaque para a Ciência da Computação (46%). Essa concentração sugere uma familiaridade maior com o uso de

tecnologias educacionais. Além disso, o tamanho da amostra de participantes utilizada para a análise varia de forma acentuada, de estudos com dezenas de participantes a casos sem essa informação.

Vale destacar que a diversidade de informações desta análise corrobora com a pesquisa conduzida por Steenbergen-Hu e Cooper [2014], que evidenciou uma considerável heterogeneidade entre os estudos avaliados, atribuída principalmente às diferenças nas formas de implementação dos STIs utilizados, nos domínios disciplinares e nas condições de comparação.

Ainda sim, os resultados reforçam que os STIs podem contribuir para o aprendizado, mas não necessariamente superam métodos tradicionais de ensino. Segundo Steenbergen-Hu e Cooper [2014], embora os STIs apresentem desempenho superior ao ensino tradicional em grupo, ainda são menos eficazes do que a tutoria humana individualizada. Charland [2024] também observa que os efeitos positivos dos STIs são reduzidos quando comparados a sistemas não inteligentes, especialmente em função da curta duração das intervenções. No mesmo sentido, Ma et al. [2014] afirma que, embora os STIs se mostrem mais eficazes do que métodos não adaptativos, não se sobressaem em relação à tutoria personalizada.

Diante disso, conforme pesquisa realizada, há uma diversidade de métodos em que os STIs foram aplicados e analisados. Como destacados, estudos focam ora em resultados objetivos, como notas e testes, ora em percepções subjetivas de usabilidade e engajamento. Isso sugere que a eficácia dos STIs não depende exclusivamente da tecnologia utilizada, mas do modo como ela é implementada pedagogicamente. Segundo Steenbergen-Hu e Cooper [2014], o envolvimento do professor e a abordagem didática têm papel decisivo no sucesso da ferramenta.

Por fim, as pesquisas de Charland [2024] e Ma et al. [2014] reforçam o potencial dos STIs, ao mesmo tempo que evidenciam a necessidade de mais estudos com amostras amplas, intervenções prolongadas e análise de variáveis contextuais. Essa ampliação permitirá maior compreensão sobre os fatores que potencializam ou limitam os resultados dos STIs, além de apoiar decisões sobre o seu uso em diferentes níveis de ensino e áreas de conhecimento.

6. Considerações finais

Com base na análise dos artigos apresentados, fica evidente que o uso de Sistemas de Tecnologia da Informação tem promovido melhorias significativas no desempenho acadêmico dos estudantes. Os resultados indicam um aumento de, pelo menos, 25% nas notas e na confiança dos alunos em relação ao aprendizado [González et al. 2019], refletindo um impacto positivo no processo de ensino e aprendizagem.

Os STIs aliado ao avanço da IA têm potencial para transformar o ensino ao oferecer uma abordagem personalizada e adaptativa [Eryilmaz e Adabashi 2020] [Conati et al. 2021], que pode impactar positivamente no aprendizado. No entanto, vale ressaltar que essas tecnologias devem ser utilizadas como complemento educacional, e para isso, é necessário encontrar o meio termo entre o ensino tradicional e os avanços tecnológicos, para que todos sejam contemplados com esses benefícios, tanto os alunos quanto os professores.

Em suma, os resultados reforçam o potencial dos STIs como ferramentas eficazes para melhorar o desempenho acadêmico e promover inovações no ensino, indicando um campo promissor para futuras pesquisas e aplicações pedagógicas.

Como sugestões de trabalhos futuros diante do contexto apresentado, ressalta-se que, embora os STIs possam ser mais eficazes do que alguns métodos tradicionais, novas pesquisas são necessárias para consolidar sua eficácia em outros contextos e entender como maximizar seus benefícios em diferentes disciplinas e perfis de alunos, sendo essencial uma abordagem mais profunda de inteligência artificial no desenvolvimento desses sistemas.

7. Referências

- Castro-Schez, J. J.; Glez-Morcillo, C.; Albusac, J.; Vallejo, D. (2020). An intelligent tutoring system for supporting active learning: A case study on predictive parsing learning. *Information Sciences*, 544, 446-468.
- Cerezo, R.; Esteban, M.; Vallejo, G.; Sanchez-Santillan, M.; Nunez, J. C. (2020). Differential efficacy of an intelligent tutoring system for university students: A case study with learning disabilities. *Sustainability*, 12(21), 1-17.
- Chango, W.; Cerezo, R.; Sanchez-Santillan, M.; Azevedo, R.; Romero, C. (2021). Improving prediction of students' performance in intelligent tutoring systems using attribute selection and ensembles of different multimodal data sources. *Journal of Computing in Higher Education*, 33, 614-634.
- Charland, P.; Letourneau, A.; Martineau, M.; Boasen, J.; Léger, P. (2024). Navigating the future of learning: A systematic review of AI-driven intelligent tutoring systems (ITS) in K-12 education. *Research Square*, 1-40.
- Conati, C.; Barral, O.; Putnam, V.; Rieger, L. (2021). Toward personalized XAI: A case study in intelligent tutoring systems. *Artificial Intelligence*, 298, 103503.
- Eryilmaz, M.; Adabashi, A. (2020). Development of an intelligent tutoring system using Bayesian networks and fuzzy logic for a higher student academic performance. *Applied Sciences*, 10(19), 6638-6656.
- Ferreira, A. (2023). Duolingo e suas potencialidades no aprendizado da Língua Inglesa. 135 f. Dissertação (Mestrado em TIC na Educação e Formação) – Escola Superior de Educação de Bragança, Bragança.
- Furlan, R.; Gatti, M.; Mene, R.; Schiffer, D.; Marchiori, C.; Levra, A.; Saturnino, V.; Brunetta, E.; Dipaola, F. (2021). A natural language processing-based virtual patient simulator and intelligent tutoring system for the clinical diagnostic process: Simulator development and case study. *JMIR Medical Informatics*, 9(4), e24073.
- Ghoniem, R.; Habas, H.; Bdair, H. (2018). Three-dimensional simulation system based intelligent object-oriented paradigm for conducting physics experiments. *Procedia Computer Science*, 135, 490-502.
- González, N.; Cubillos, C.; Roncagliolo, S.; Mellado, R. (2019). Study case of an adaptive educational tool oriented to university students for an object orientation course. *Social Computing and Social Media*, 153-169.

- Guerrero-Roldán, A.; Rodríguez-González, M.; Baneres, D.; Elasri-Ejjaberi, A.; Cortadas, P. (2021). Experiences in the use of an adaptive intelligent system to enhance online learners' performance: A case study in Economics and Business courses. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 1-27.
- Kulik, J.; Fletcher, J. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86, 42-78.
- Lai, C.; Lin, C. (2025). Analysis of learning behaviors and outcomes for students with different knowledge levels: A case study of intelligent tutoring system for coding and learning (ITS-CAL). *Journal of Educational Technology Systems*, 53, 35-52.
- Ma, W.; Adesope, O.; Nesbit, J.; Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918.
- Menor, J.; Ballera, M. (2019). The impact of an intelligent tutoring system in programming: A case study in improving academic performance of student in tertiary education. *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, 20(2), 1-7.
- Newar, D.; Zhao, R.; Siy, H.; Soh, L.; Song, M. (2023). SSDTutor: A feedback-driven intelligent tutoring system for secure software development. *Science of Computer Programming*, 227, 102933.
- Oliveira, J. (2017). Tutor inteligente para primeiro e segundo ciclos. 70 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Informática, Braga.
- Ostrander, A.; Bonner, D.; Walton, J.; Slavina, A.; Ouverson, K.; Kohl, A.; Gilbert, S.; Dorneich, M.; Sinatra, A.; Winer, E. (2019). Evaluation of an intelligent team tutoring system for a collaborative two-person problem: Surveillance. *Computers in Human Behavior*, 104, 105873.
- Pereira, L.; Andrade, F.; Barros, L. (2022). ECG Tutor: desenvolvimento e avaliação de um sistema tutor inteligente gamificado para ensino de eletrocardiograma. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 47(2), 1-10.
- Petersen, K.; Vakkalanka, S.; Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1-18.
- Silva Neto, A. (2024). Desafios e perspectivas da educação com o avanço da inteligência artificial. *Revista Ponto de Vista*, 13(1), 1-14.
- Steenbergen-Hu, S.; Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331-347.
- Uriarte-Portillo, A.; Zatarain-Cabada, R.; Barrón-Estrada, M. A.; Ibanez, M. B.; González-Barrón, L. (2023). Intelligent augmented reality for learning geometry. *Information*, 14, 245-263.