

## DESENVOLVIMENTO DE INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS (IA's) NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

CARLOS EDUARDO LIMA FERNANDES, ANA PAULA DE MEDEIROS RIBEIRO,  
FRANCISCO HERBERT LIMA VASCONCELOS

Universidade Federal do Ceará - UFC  
<cadulimafernandes@gmail.com>, <anapaula@prograd.ufc.br>, <herbert@virtual.ufc.br>  
10.21439/conexoes.v16i0.2282

**Resumo.** A utilização de novas tecnologias computacionais no ensino, sobretudo, por meio da utilização de Inteligência Artificial (IA) pode se mostrar uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. O presente artigo propõe um estudo sobre o desenvolvimento de IA's voltadas para a educação, com enfoque no processo de ensino e aprendizagem. Para isso, a metodologia se deu em etapas distintas: a primeira, com o estabelecimento das palavras-chave e *strings* de busca; a segunda, buscas nos bancos de dados digitais dos artigos publicados entre os anos de 2017 e 2021. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram encontrados 20 artigos. Foi observado que houve uma prevalência do desenvolvimento de IA's para o ensino superior, sobretudo, para a área do ensino de computação, bem como, ressalta-se a necessidade de implementação de políticas públicas de alfabetização digital e acesso às novas tecnologias, que possam ser importantes para minimizar: (i) a defasagem no desenvolvimento de IA's para a educação básica; (ii) o domínio das IA's voltadas apenas para o ensino de computação; (iii) e as diferenças entre as classes etárias, como fenômenos limitadores da implementação das IA's na educação.

**Palavras-chaves:** Educação. Inteligência Artificial. Tutores Inteligentes.

## DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCES (AI's) IN EDUCATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

**Abstract.** The use of new computer technologies in teaching, especially using Artificial Intelligence (AI) can prove to be an important tool in the teaching and learning process. This article proposes a study on the development of AI's aimed at education, focusing on the teaching and learning process. For this, the methodology took place in different stages. At first, with the establishment of keywords and search strings, the second step, to search the digital databases of articles published between the years 2017 and 2021. After applying the criteria for inclusion and exclusion, 20 articles were found. It was observed that there was a prevalence of the development of AI's for higher education, especially for the area of computing education, as well as the need to implement public policies for digital literacy and access to new technologies, which may be important to minimize: (i) the delay in the development of AI's for basic education; (ii) the domain of AI's aimed only at computer teaching; (iii) and the differences between age classes, as phenomena that limit the implementation of AI's in education.

**Keywords:** Education. Artificial intelligence. Smart Tutors.

### 1 INTRODUÇÃO

A utilização de novas tecnologias computacionais no ensino, sobretudo, por meio da utilização de Inteligência Artificial pode se mostrar uma importante ferra-

menta no processo de ensino e aprendizagem, o seu uso na educação se deu pela crescente evolução dos computadores em meados do século XX, bem como, pelos estudos sobre redes neurais e conexionismo. Alan Turing foi um dos visionários que percebeu a utilidade e pers-

picácia que as máquinas poderiam vir a ter, sustentando a ideia de que máquinas capazes de se comportar como o homem são consideradas inteligentes, propondo, assim, o desenvolvimento de máquinas com capacidades cognitivas semelhantes às nossas (TURING, 1950).

Para isso, desde 1956 o estudo das IA's elevou-se ao status de ciência, ramo que caminha paralelamente ao próprio estudo do ser humano (VIGNAUX, 1995), da sua psiquê, bem como da capacidade fisiológica, cognitiva e neuronal, exercida pelo sistema nervoso humano, sendo, assim, imprescindível o domínio dos processos relacionados à inteligência humana, para que sejam desenvolvidas as IA's. Entende-se por "Inteligência Artificial", a ciência que procura estudar e compreender o fenômeno da inteligência, construindo instrumentos tecnológicos para apoiar a inteligência humana (VIGNAUX, 1995).

Durante a evolução desses sistemas artificiais, foi possível constatar uma série de dificuldades que impossibilitavam o pleno exercício e fluidez do ensino, como a rigidez pedagógica presente nestes sistemas, a falta de capacidade de adaptação às características dos diferentes indivíduos que as utilizavam e a escassez de recursos didáticos. Alguns dos sistemas desenvolvidos foram os "Sistemas de Instrução Assistida por Computador", tecnologia que antecedeu os "Sistemas Tutores Inteligentes", que adotaram uma nova proposta de acompanhamento estudantil com o uso de diferentes recursos audiovisuais e uma interação mais complexa (VYGOTSKY, 1991; COSTA, 1997).

São exemplos de sistemas tutores inteligentes o "MathTutor" e o "Neuro\_Tutor", este com enfoque nos conteúdos sobre anatomia e fisiologia, e aquele com enfoque em fundamentos da estrutura da informação. O "MathTutor" apresenta uma abordagem construtivista, combinando o modelo de ensino e aprendizagem, de forma cooperativa. Já o "Neuro\_Tutor", relaciona o tema a ser estudado com a estrutura do conhecimento a ser abordado, partindo de blocos funcionais, conectando a informação por "nós", visando à correlação dos conceitos apresentados (POZZEBON, 2003).

A Inteligência Artificial tem sido utilizada no processo de ensino e aprendizagem para auxiliar o aluno, tornando as aulas mais dinâmicas e inovadoras, bem como, para ajudar na fixação do conteúdo ministrado. Entretanto, vale salientar que, a priori, ela não preenche lacunas deixadas pela educação tradicional, podendo, assim, se mostrar uma ferramenta eficiente para sanar falhas conceituais de aulas presenciais, remotas e a distância, sem substituir o papel do professor na mediação e facilitação do processo de ensino e aprendizagem.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Inteligência artificial (IA) busca o entendimento do comportamento de "entidades inteligentes", debruçando-se ao estudo de como elas podem ser criadas e utilizadas para determinados fins, isto é, superando meras características procedimentais, com intuito de ir além das barreiras de sua programação inicial, conquistando, assim, a capacidade de aprender, se adaptar e tomar decisões (FLÔRES; VICARI, 2005).

Filatrot (2021) define Inteligência Artificial como a capacidade de máquinas automatizarem tarefas repetitivas, por meio de agentes inteligentes que percebem o ambiente e agem a fim de maximizar resultados, como também, a capacidade de melhorar a tomada de decisões humana, encontrando soluções a partir de problemas, por meio de algoritmos desenvolvidos por seres humanos (FILATROT, 2021).

Como aclarado por Fava (2016), a IA trabalha com investigações, pois examina a forma com que o ser humano raciocina, transformando o pensamento em tecnologia, tendo, assim, o objetivo de construir esclarecimentos algorítmicos dos processos mentais realizados pelo ser humano. Os processos desenvolvidos no campo de estudo das IA's estão circunscritos em quatro grandes áreas, são elas:

- i) capacidade de identificação e aprendizagem de modelos;
- ii) desenvolvimento de vida artificial, voltada para a biologia molecular;
- iii) aperfeiçoamento de máquinas que hospedem as IA's;
- iv) primoramento de formas de raciocínio e procura, que se utilizam da psicologia, epistemologia e sociologia.

Nesse diapasão, para que a IA seja utilizada no ensino, devem ser considerados os seguintes agentes: a matéria, o aluno e o professor (BARRETO, 2001). A interação dialética entre esses três agentes influenciará, diretamente, nas estratégias de ensino, sendo necessárias diferentes formas de transmissão de conhecimento para cada contexto específico.

Quando as IA's são utilizadas voltando-se para o ensino, sobretudo, no que diz respeito a uma simulação da relação aluno-professor, elas são chamadas de Sistemas Tutores Inteligentes (STI's). Os STI's são formados por uma representação do conhecimento especialista humano, auxiliando o estudante no processo de ensino e aprendizagem de forma interativa, podendo

trabalhar com diversas disciplinas (FLÔRES; VICARI, 2005).

Para isso, os STI's acessam informações, realizam interferências, resolvem problemas, avaliam a aquisição de conhecimento e reduzem a discrepância do conhecimento explanado em relação ao que foi retido pelo aluno, compondo, assim, quatro modelos: o modelo do especialista, modelo do estudante, modelo pedagógico e o modelo da interface com o estudante (JONASSEN; WANG, 1993).

Flôres e Vicari (2005) apresentaram um trabalho com o propósito de tornar mais clara a relação entre Inteligência Artificial e o Ensino com Computador, num contexto de uso como ferramentas educacionais. Para isso, foram considerados 12 trabalhos publicados em revistas científicas, entre os anos de 1987 e 2004, que analisam, qualitativamente, as principais bases teóricas do campo de estudo, desde o surgimento, da Inteligência Artificial (IA) e dos Sistemas Tutores Inteligentes (STI), até a sua relação com o ensino, elucidando a evolução da relação aluno-professor. Os resultados apontam que as IA's facilitam a integração com outros assuntos, bem como, são uma ótima forma de transmissão de conhecimento. Também pontua-se sobre a necessidade de se desenvolver novas ferramentas que permitam a co-operação dos estudantes, ofereçam orientações e informações adicionais, possibilitem o aprendizado de forma assíncrona, em que o aluno é capaz de fazer a sua própria programação, abrindo margem para colaborações externas, possibilitando um aprendizado mais eficiente, ponderando as características individuais de cada estudante e aproximando-se da interação aluno-professor, tornando-se, literalmente, uma extensão da sala de aula.

Oliveira, Cintra e Neto (2013) propuseram a criação de um software voltado para a gestão de riscos, utilizando de técnicas de inteligência artificial, onde se empregou os agentes inteligentes e a lógica *fuzzy*. Um total de 24 trabalhos foram utilizados para dar base ao desenvolvimento do estudo, entre os anos de 1996 e 2012, com exceção de um trabalho, do ano de 1965, que fala sobre as "*fuzzy sets*". O estudo culminou no desenvolvimento de um sistema voltado para a gerência de projetos, na área de gestão de riscos, que vem a possibilitar um ambiente virtual similar ao real, além de permitir que os jogadores tomem decisões baseadas em estatísticas e gerenciem mudanças, numa área de difícil treinamento prático.

Kuyven et al. (2018) apresentaram uma revisão sistemática de literatura, que teve o intuito de observar a aplicação dos *chatbots* para fins educacionais, em bases de dados nacionais e internacionais, utilizando trabalhos publicados entre 2000 e 2017. Para tanto, foram

consideradas 16 publicações. Os resultados apontaram que a maioria dos estudos são voltados para a área de Ciências da computação, mas também observou-se modelos que se encaixam em diversas disciplinas que estimulam a metacognição e incentivam o aprendizado colaborativo. Além disso, percebeu-se que são mais presentes no ensino superior, também existindo em outros níveis, mas que, para isso, é exigido um esforço adicional por tratar de diferentes linguagens oriundas de diferentes faixa-etárias e características socioculturais, não sendo observado a aplicação do mesmo *chatbot* em diferentes níveis educacionais. Por fim, notou-se que seria necessário uma base mais profunda de conhecimento na área e uma maior complexidade e imprevisibilidade do fluxo do diálogo, para se ter uma conversa satisfatória através da ferramenta.

Freitas Neto e Bertagnolli (2021) expuseram uma revisão sistemática de literatura voltada para a formação de docentes para o uso da robótica educacional, considerando os trabalhos entre janeiro de 2016 a março de 2021. Foram selecionados 4 trabalhos em português e 6 trabalhos em inglês, contabilizando o montante de 10 trabalhos. Os resultados aduziram sobre a escassez de trabalhos que mostrem a utilização de *kits* de robótica na formação de professores, a necessidade de implementação da robótica educacional nas escolas, bem como, a sua implementação no currículo escolar.

Andretta, Bernardi e Cordenonsi (2019) exibiram uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de analisar como o aplicativo *Whatsapp* tem sido utilizado no âmbito escolar, observando os trabalhos publicados entre 2014 e 2018. Foram filtrados 10 trabalhos em periódicos e eventos. Os resultados da revisão observaram um aumento gradativo na inserção do aplicativo no âmbito da educação, em diferentes áreas e níveis de conhecimento, devendo-se observar em novas pesquisas sobre a sua relevância ou indiferença no processo de ensino e aprendizagem. Ademais, apesar de tratar de um aplicativo que está sendo utilizado no ensino, não foi observado o estudo do seu uso associado às IA's.

### 3 METODOLOGIA

Buscando localizar outros estudos que reúnam informações pertinentes sobre o uso das IA's no ensino, bem como, que elucidem o seu *modus operandi*, frente à multiplicidade de estratégias diferentes para o uso dessa tecnologia como ferramenta que traga um saldo positivo no processo de ensino-aprendizagem, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura – RSL, conforme a metodologia desenvolvida por Kitchenham e S. (2007), envolvendo as etapas de planejamento, condução e relatório, auxiliando o autor na condução da revisão.

### 3.1 Questões de Pesquisa

Almejando responder às dúvidas levantadas pela RSL, definiu-se questões principais (QP), que têm como propósito estabelecer um norte para o processo de revisão de literatura, para que este venha a ser direcionado de forma clara, concisa e direta, a fim de se estabelecer um foco investigativo na presente pesquisa, são elas:

**Tabela 1:** Questões de Pesquisa Centrais (QP)

Questões de Pesquisa (QP)	
QP1	Os pesquisadores brasileiros vêm aprimorando e desenvolvendo IA's e STI's voltadas para a educação?
QP2	Quais os principais problemas que o desenvolvimento de IA's e STI's visam a resolver?
QP3	Quais os benefícios e as limitações da utilização de IA's e STI's na educação?

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir da QP, também foram estabelecidas questões de pesquisa secundárias (QS), a fim de sanar, por meio dessa ordem de prioridade, questões adjacentes, mas não menos importantes, que também integram e endossam as elucidações apontadas pela atual revisão, são elas:

**Tabela 2:** Questões Secundárias (QS)

Questões Secundárias (QS)	
QS1	Para quais níveis de ensino o desenvolvimento das IA's e STI's foi destinado?
QS2	Em que áreas do conhecimento as IA's e STI's estão sendo mais utilizadas?
QS3	Ao longo dos anos, houve aumento de estudos sobre o tema?
QS4	Qual o nome das IA's e STI's desenvolvidas/aprimoradas nas pesquisas?

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

### 3.2 Estratégias de Busca

Para tanto, considerou-se a divisão da estratégia de busca desta revisão em duas etapas distintas: a primeira, atendo-se às palavras-chave e o sentido semântico dado às diferentes conjunturas gramaticais; e a segunda, aos bancos de dados digitais e às plataformas de armazenamento e busca de textos, dissertações, publicações e artigos científicos (KITCHENHAM; S., 2007).

### 3.3 Palavras-chave

As palavras-chave utilizadas no desenvolvimento da RSL foram:

**Tabela 3:** Palavras-chave

Palavras-chave	
Palavra-chave 01	Inteligência artificial;
Palavra-chave 02	Tutores inteligentes;
Palavra-chave 03	Educação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

### 3.4 String de Busca

A Revisão Sistemática de Literatura do presente estudo iniciou-se pela delimitação de três etapas de seleção de trabalhos acadêmicos, a partir da busca nos repositórios digitais, são elas:

- (i) Aplicação dos critérios de inclusão;
- (ii) Aplicação dos critérios de exclusão, pela leitura do título e do resumo do trabalho analisado;
- (iii) Aplicação dos critérios de qualidade conforme a escala de concordância com o tema apresentado.

As *strings* de busca utilizadas nos sites que foram visitados observaram o universo de combinações das palavras-chave da pesquisa, bem como, dos temas correlacionados que poderiam direcionar ao tema de pesquisa desejado.

Para isso, estabeleceu-se palavras prioritárias a serem mescladas com as partículas "OR" e "AND". A primeira abrangendo o universo amostral das duas palavras separadamente, e a segunda, apenas os artigos e produções acadêmicas que continham as duas palavras unidas, veja:

### 3.5 Bases de dados e processo de extração

A busca pelos trabalhos acadêmicos se deu pelas principais revistas e repositórios voltados para o estudo da educação e tecnologia, tanto numa perspectiva nacional, como internacional, visando a atender às questões de pesquisa (QP e QS), anteriormente estabelecidas.

O intervalo de tempo delineado foi entre o ano de 2017 e 2021. As bases de dados selecionadas estão presentes na Tabela 5, juntamente com seu respectivo endereço eletrônico, vislumbre:

**Tabela 4:** Strings de busca

Operadores	OR	AND
String de busca	Inteligência artificial, sistemas tutores inteligentes, tutores inteligentes;	Desenvolvimento, Inteligência artificial, Educação, Ensino, Aprendizagem, Tutores inteligentes;

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

**Tabela 5:** Bases de dados

Base de dados	Endereço eletrônico
Google Acadêmico	https://scholar.google.com.br/?hl=pt
Scielo BR	https://search.scielo.org/
Periódicos Capes	https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/
RENOTE	https://seer.ufrgs.br/renote
EDUCITEC	https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec
REDOC	https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

### 3.6 Critérios de inclusão, Exclusão e Qualidade

Destarte, foram estabelecidos critérios para a seleção dos artigos, subdivididos em três categorias: Critérios de Inclusão (CI), Critérios de Exclusão (CE) e Critérios de Qualidade (CQ), expostos, respectivamente, nas Tabelas 6, 7 e 8.

A delimitação destes critérios visa a atender aos anseios que direcionam ao desenvolvimento de inteligências artificiais para o processo de ensino e aprendizagem no Brasil, conforme o método apontado por Kit-chenham e S. (2007), observe:

Vale salientar, que a utilização dos CQ visa a refinar e aperfeiçoar a busca pelos estudos que se relacionam com as questões de pesquisa, atendendo aos objetivos da presente investigação, servindo, então, para aumentar a precisão dos artigos selecionados.

Nesta toada, foram estabelecidos sete critérios de qualidade (CQ-01 ao CQ-07), conforme proposto por Dybã e Dingsøyr (2008), seguindo uma escala *Likert* gradativa de concordância/discordância, de zero a quatro (0-4), sendo: 01-Discordo Totalmente, 02-Discordo Parcialmente, 03-Concordo Parcialmente e 04-Concordo Totalmente.

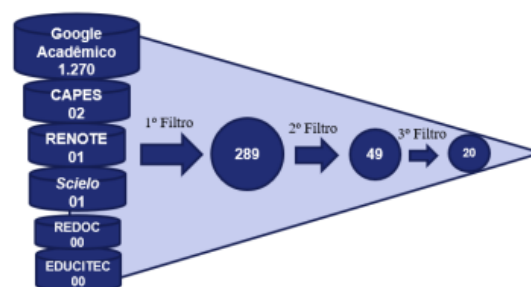
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na realização deste trabalho foram analisados qualitativa e quantitativamente, e serão discutidos nesta subseção. Para isso, como passo inicial na obtenção dos resultados, imperou a busca pelos artigos e trabalhos acadêmicos nos acervos digitais, por meio da utilização das *strings* de busca. Sendo assim,

foram selecionados 20 trabalhos, que tratam especificamente das *strings* utilizadas.

A Figura 1 apresenta os resultados do número de artigos selecionados por meio da utilização das *strings* de busca, em que inicialmente foram encontrados 1.270 trabalhos no acervo digital do Google Acadêmico, 2 no repositório da CAPES, 1 na RENOTE (Revista de Novas Tecnologias na Educação), 1 na Scielo BR, nenhum na REDOC (Revista Docência e Cibercultura) e nenhum na EDUCITEC (Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico).

**Figura 1:** Número de artigos selecionados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Ao final, após a aplicação dos critérios CI, CE e CQ, foram encontrados 20 trabalhos acadêmicos, que se restringiram apenas ao acervo do Google Acadêmico, não sendo registrado nenhum trabalho publicado nos demais acervos que tratassem do desenvolvimento de

**Tabela 6:** Critérios de Inclusão (CI)

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
CI-01	Estudos sobre o desenvolvimento de IA's e STI's, voltados para a educação;
CI-02	Trabalhos que atendam a <i>string</i> de busca;
CI-03	Que respondam a, pelo menos, uma das QP;
CI-04	Artigos científicos e dissertações de graduação, mestrado e doutorado;
CI-05	Artigos presentes nos bancos de dados da plataforma "Google Acadêmico", "Scielo", "Periódicos Capes", "RENOTE", "EDUCITEC" e "REDOC";
CI-06	Publicados no ano de 2017 à 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

**Tabela 7:** Critérios de Exclusão (CE)

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
CE-01	Estudos que tratam do desenvolvimento de IA's que não sejam voltados à educação;
CE-02	Trabalhos que não atendam a <i>string</i> de busca, em que as palavras-chave e as suas variações não estão presentes;
CE-03	Que não respondam a, pelo menos, uma das QP;
CE-04	Publicações em atas de congressos, resenhas, reports, datasets, artigos de jornal, recursos textuais, livros, newsletter ou qualquer outra que não seja um artigo científico ou uma dissertação;
CE-05	Artigos em outros bancos de dados, que não estejam presentes no "Google Acadêmico", "Scielo", "Periódicos Capes", "RENOTE", "EDUCITEC" e "REDOC";
CE-06	Publicados antes de 2017.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

**Tabela 8:** Critérios de Qualidade (CQ)

<b>Critério</b>	<b>Descrição (Discordo Totalmente /Discordo Parcialmente/Concordo Parcialmente/Concordo Totalmente).</b>
CQ-01	O estudo foi realizado com o rigor científico necessário?
CQ-02	Existe uma delimitação clara do objeto da pesquisa?
CQ-03	Existe uma delimitação clara dos resultados da pesquisa?
CQ-04	O desenvolvimento das IA's e STI's atingiu o objetivo desejado?
CQ-05	Os dados foram coletados de forma a atender às questões de pesquisa?
CQ-06	O planejamento da pesquisa atendeu aos objetivos por ela propostos?
CQ-07	A pesquisa foi original na propositura da criação ou aperfeiçoamento de uma IA's ou STI's ?

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

IA's na educação, publicados entre os anos de 2017 a 2021. Os filtros 1º, 2º e 3º, correspondem, respectivamente, aos critérios de inclusão (CI), de exclusão (CE) e de qualidade (CQ).

Para isso, os trabalhos selecionados serão discriminados abaixo, bem como a sua análise, a fim de elucidar as QP e QS estabelecidas anteriormente.

#### 4.1 ARTIGOS SELECIONADOS

Foi realizada a catalogação dos dados referentes aos 20 trabalhos selecionados, ao final da primeira etapa desta RSL, na qual se observou a adequação dos artigos selecionados às questões de pesquisa.

Neste diapasão, a Tabela 9 traz a lista dos trabalhos escolhidos, com o seu título, a respectiva área de estudo na qual foi desenvolvida a IA e o ano da publicação, dentro do intervalo estabelecido na string de busca.

Após a construção desta tabela, ao organizar os dados dos referidos trabalhos, seguimos com a análise quantitativa e qualitativa dos dados.

#### 4.2 ANÁLISE DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Para a realização da análise qualitativa do estudo, perante os 20 trabalhos selecionados, tomou-se como referência as QP e QS estabelecidas. A primeira questão de pesquisa (QP) a ser analisada foi a "QP1- Os pesqui-

**Tabela 9:** Lista de trabalhos selecionados

ID	Título	Área	Ano
T01	APEC: Agente Pedagógico Animado para o Ensino de Redes de Computadores no Mundo Virtual TCN.	Computação	2017
T02	BIABOT- Um agente tutor com expressão de emoções para suporte <i>on-line</i> em ambientes virtuais de aprendizagem.	Plataformas educacionais	2018
T03	EVOLOGIC: Sistema Tutor Inteligente para ensino de lógica, baseado em computação evolutiva.	Computação	2021
T04	iDE: um <i>framework</i> para suporte a gerenciamento de cursos em Educação a Distância.	Plataformas educacionais	2018
T05	Ferramentas e Criação de <i>chatbot</i> – Maciel o robô acadêmico.	Plataformas educacionais	2019
T06	MaxMentor: Sistema de Tutoria Pessoal de Carreira.	Informática	2017
T07	Reconhecimento de expressões faciais, baseado em redes neurais convolucionais para aplicação no sistema tutor.	Computação	2021
T08	SMART ITS: um Sistema Tutor Inteligente para Flexibilização e Adaptação de Currículos.	Computação	2017
T09	TOM: Tutor Inteligente orientando a construção de mapas conceituais.	Não citada	2019
T10	TUTORMAMA: um sistema Tutor Inteligente aplicado à neoplasia mamária.	Medicina	2018
T11	Agentes de <i>Software</i> em um Sistema Tutor Inteligente de apoio à preparação para a prova de residência médica.	Medicina	2017
T12	Assistente conversacional para resolução de Problemas Trigonométricos em Linguagem Natural.	Informática	2020
T13	Desenvolvimento de um sistema de recomendação, baseado na teoria das inteligências múltiplas para o ensino de lógica de programação.	Computação	2019
T14	Desenvolvimento de um sistema Tutor Inteligente para o ensino de nutrição básica e dietética.	Nutrição	2017
T15	Desenvolvimento de um sistema Tutor Inteligente sobre respiração celular associado à história imersiva.	Bioquímica	2020
T16	Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente, através da utilização da inteligência artificial, para contribuir com o ensino de ciências, baseado no movimento <i>steam</i> .	Ciências	2021
T17	Protótipo de Sistema Tutor Inteligente para Avaliação de Aluno em Ambiente Virtual de Aprendizagem com Intercâmbio de Dados em JSON.	Plataformas educacionais	2017
T18	Um Sistema Tutor Inteligente para o Ensino de Equilíbrio Rotacional no Ensino Médio.	Equilíbrio Rotacional	2020
T19	Uma ferramenta de tutoria inteligente para introdução à Programação.	Computação	2019
T20	Regulação Emocional Personalizada para Sistemas Tutores Inteligentes, por meio de Traços de Personalidade.	Computação	2019

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

sadores brasileiros vêm aprimorando e desenvolvendo IA's e STI's voltadas para a educação?"

Para isso, observou-se que: Sim, os pesquisadores brasileiros vêm desenvolvendo IA's e STI's voltadas para a educação. Entre os anos de 2017 a 2020, foi possível localizar vinte trabalhos nesse sentido. Os trabalhos T06 e T07 trataram do aperfeiçoamento e melhoria de sistemas tutores inteligentes, enquanto os demais trataram da criação e desenvolvimento destas IA's.

O trabalho T6 trata da melhoria do "MaxMentor", um tutor inteligente voltado para a gestão pessoal de carreiras na tecnologia da informação; e o T7 trata da implementação de uma tecnologia de identificação afetiva de estudantes, por meio da classificação de expressões faciais, no STI "MAZK".

A segunda QP a ser analisada foi a "QP2- Quais os principais problemas que o desenvolvimento de IA's e STI's visam a resolver?". Para esta QP, observou-se:

As IA's voltadas para o ensino, em sua maioria composta por STI's, visaram a resolver problemas que estão relacionados à solução de dúvidas, à intervenção sobre perguntas voltadas para a área analisada, à simulação da realidade, ao auxílio na navegação em plataformas educacionais, ao mapeamento de expressões faciais (T01, T07), a facilitar o acesso a sistemas digitais (T02), à gestão e resolução de problemas educacionais (T04, T05, T08), ao feedback de resultados e mapeamento de linhas de raciocínio (T03), à construção de mapas conceituais (T09), à identificação de enfermidades (T10), à fixação de conteúdo prático (T011, T15, T16, T18, T19), à resolução de problemas matemáticos (T12, T13, T14), à avaliação da aprendizagem (T17) e ao mapeamento de traços de personalidade (T20).

Ademais, a terceira QP a ser analisada foi: "QP3-Quais os benefícios e as limitações da utilização de IA's e STI's na educação?". Quanto aos benefícios, percebeu-se que a utilização de IA's e STI's na educação pode gerar resultados bastante satisfatórios, ao passo que estas plataformas auxiliam o estudo de determinados campos do saber (T011, T15, T16, T18, T19), bem como, auxiliam na utilização de determinados softwares, sanam dúvidas, direcionam e filtram para campos específicos (T02, T04, T05), são capazes de apresentar diagnósticos e resolver problemas de forma precisa (T04, T05, T08, T03, T10), a fim de auxiliar os profissionais que as alimentam, traçam os perfis dos usuários a fim de encaminhá-los a experiências mais individualizadas (T01, T07, T20).

Em relação às limitações, é possível inferir que há uma defasagem no desenvolvimento de IA's para a educação básica, tendo em vista que só foi possível observar uma IA's desenvolvida para o ensino básico brasileiro de 2017 a 2021 (T18), sendo as demais desenvolvidas para o ensino superior.

Além disso, podemos elencar outras questões limitadoras, estas intrínsecas à inteligência artificial, que podem apresentar-se como fatores que dificultam o seu uso pelo grande público, bem como, pelo do ensino básico, são elas:

- (i) a alfabetização digital para utilizar estes recursos, que podem se mostrar de difícil entendimento, tendo em vista a alta especificidade dos softwares desenvolvidos (T01, T03, T06, T07, T08, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T18, T19, T20);
  - (ii) a diferença entre as classes etárias que possuem ora mais afinidade com os recursos tecnológicos, ora não, bem como, as diferentes formas de se expressar, tanto na escrita, como através da fala;
  - (iii) as diferentes áreas do saber abordadas pela IA,
- haja vista que cada área do saber apresentar termos e conceitos específicos (Computação, Tecnologia da Informação, Informática, Medicina, Bioquímica, Nutrição e Plataformas educacionais);
- (iv) as nuances de cada escrita, língua, dialeto e conotação específica de palavras e expressões, dentro de uma determinada área de inserção social, seja ela formal ou informal, apresentando, assim, sentidos e conceitos variados em diferentes tribos, regiões ou grupos sociais.

Problemas estes que exigem da IA um amplo espectro de definições, bem como, de um funcionamento singular que possibilite a identificação do que está sendo proposto pelo usuário da IA, no sentido de tanger e refinar os comandos dados à IA, a fim de estabelecer uma comunicação eficiente dentro do ambiente de ensino, correlacionando professor e aluno, podendo, assim, sanar dúvidas e estabelecer experiências satisfatórias, conduzindo de forma mais eficiente o processo de ensino e aprendizagem.

Na análise das questões secundárias (QS), a primeira é: "QS1-Para quais níveis de ensino o desenvolvimento das IA's e STI's foi destinado?", observou-se que dos 20 trabalhos estudados, apenas o trabalho T18 não trata do ensino superior, sendo possível constatar apenas um trabalho envolvendo a educação básica (no caso, o ensino médio), assim, como ressaltado anteriormente, se mostrando uma grande limitação no desenvolvimento de IA's no Brasil.

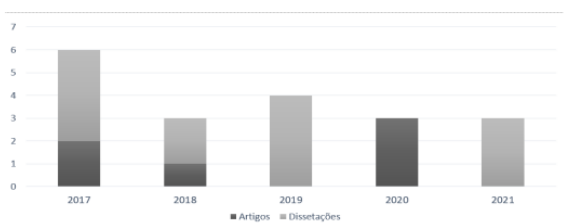
A segunda questão aduz: "QS2 – Em que áreas do conhecimento as IA's e STI's estão sendo mais utilizadas?". Para isso, observou-se o número de IA's desenvolvidas por área, em que constatamos a ocorrência de 5 grandes áreas e 8 áreas específicas, sendo as grandes áreas: Computação (9 trabalhos), Saúde (4 trabalhos), Ciências (2 trabalhos), Gestão Educacional (4 trabalhos) e não citada (1 trabalho). Já as áreas específicas são: Computação (T01, T03, T07, T08, T13, T19, T20), Tecnologia da Informação (T06, T12), Medicina (T10, T11), Bioquímica (T15), Nutrição (T14), Ciências (T16), Plataformas educacionais (T02, T04, T05, T17), Equilíbrio Rotacional (T18) e não citado (T09). Percebeu-se, então, que a área da computação apresenta mais trabalhos do que as demais áreas, com o total de nove trabalhos.

A terceira questão ressalta: "QS3-Ao longo dos anos, houve aumento de estudos sobre o tema?". Diante disso, foi elaborada uma tabela correlacionando o número de trabalhos publicados ao longo dos anos 2017 a 2021, com a natureza do trabalho, sendo agrupados em artigos publicados (cor mais escura) e em teses, mo-



nografias e dissertações (agrupados na cor cinza claro). No ano de 2017, constatou-se 4 dissertações (T01, T06, T11, T17) e 2 artigos publicados (T08 e T14); em 2018 houve 2 dissertações (T04 e T10) e 1 artigo (T02); em 2019, foram apenas dissertações, num total de 4 trabalhos (T05, T09, T13, T19 e T20); em 2020, notou-se apenas artigos, com 3 publicações (T12, T15, T18); e ao final, em 2021, o total 3 dissertações (T03, T07 e T16), veja:

Figura 2: Número de artigos selecionados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Portanto, não foi possível observar o aumento no número de trabalhos ao longo dos anos de 2017 a 2021. Apesar de 2017 ter sido o ano com o maior número de publicações, com 6 trabalhos, foi possível observar que o número de trabalhos dos demais anos não apresentou uma diferença significativa, mantendo uma média de 3,25 trabalhos por ano, no intervalo de 2018 a 2021, com exceção de 2017, ano que se mostrou atípico dentro do universo amostral estudado pelo autor.

A quarta questão coloca “QS4-Qual o nome das IA's e STI's desenvolvidas/aprimoradas nas pesquisas?”. Nessa questão de pesquisa, primeiro observamos aqueles trabalhos que nomeavam as IA's e STI's que estavam sendo desenvolvidas e/ou aprimoradas, para isso, observou-se que 10 dentre os trabalhos selecionados não possuíam nome (T11, T12, T13, T14, T16, T17, T18, T19, T20), enquanto outros 11 trabalhos possuíam (T01, T02, T03, T04, T05, T06, T07, T08, T09, T10, T15).

O nome das IA's e STI's presentes nos trabalhos selecionados foi: APEC (T01), Biabot (T02), EVOLOGIC (T03), iDE (T04), Maciel (T05), Max Mentor (T06), MAZK (T07), Smart Its (T08), TOM (T09), Tutor mama (T10) e Lara (T15). Para isso, construiu-se uma nuvem de palavras com a presença do nome de todas as IA's listadas, juntamente com o intervalo “2017 a 2021” e as palavras-chave do trabalho, isto é, “educação”, “inteligência artificial” e “tutores inteligentes”, observe:

Figura 3: Nuvem de palavras mesclando o nome das IA's desenvolvidas no Brasil, das palavras-chave utilizadas e o intervalo de tempo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração desta RSL, buscou-se compreender como estão sendo desenvolvidas as IA's voltadas para o processo de ensino e aprendizagem, bem como em que áreas elas estão se mostrando mais frequentes, e a forma com que estão trabalhando para atingir o seu público-alvo.

Ao analisarmos os dados, foi possível perceber um número demasiado de trabalhos na área da Computação, representando a grande maioria das IA's e STI's voltadas para o processo de ensino e aprendizagem, haja vista que foram nove trabalhos produzidos para a Computação contra onze nas demais áreas de ensino.

Dado este que nos leva a crer no fato de o desenvolvimento de IA's ser uma matéria que envolve programação e conhecimento avançado na área da Tecnologia da Informação. Tal conteúdo é objeto de interesse daqueles que produzem o conteúdo, criando uma espécie de *loop* informacional, em que programadores desenvolvem IA's para formar novos programadores, sem que estas ferramentas sejam desenvolvidas e exploradas de forma mais ampla em outras áreas. Levou-se em consideração, por exemplo, a área das ciências humanas, na qual não se constatou se quer uma IA desenvolvida para o ensino destes conteúdos, mostrando-se de fundamental importância que haja mais interdisciplinaridade no desenvolvimento destas ferramentas, não se limitando apenas a uma área do ensino, mas abrangendo, de forma mais equidistante, outros campos do saber.

Ademais, vale salientar que houve uma quantidade ínfima de trabalhos voltados para o ensino básico (apenas um), isto é, apenas um trabalho foi desenvolvido com esta finalidade, enquanto todos os outros, para o ensino superior. Portanto, mostra-se necessário o desenvolvimento de IA's também para a educação básica,

não excluindo os estudantes de escolas públicas e particulares, dos mais variados componentes curriculares, visando a atingir a democratização do ensino e a modernização das escolas, através da implementação de novas tecnologias.

Por derradeiro, urge ressaltar que, se percebeu uma grande quantidade de teses, monografias e dissertações em relação ao número de artigos publicados, observação esta, que pode apontar para a não publicação das pesquisas desenvolvidas nestes referidos trabalhos, podendo mostrar-se um problema, tendo em vista que trabalhos como estes devem ser explorados e refinados para uma melhor elaboração das IA's voltadas para o ensino. Com o maior número de publicações, há uma maior divulgação do conhecimento, e um possível incentivo ao desenvolvimento de estudos semelhantes.

Por fim, ao longo do desenvolvimento desta RSL, foi possível observar que as IA's podem ser importantes ferramentas didáticas complementares no processo de ensino e aprendizagem, auxiliando o professor na relação professor-aluno e aluno-conteúdo, mostrando-se potenciais auxiliares no ensino dos mais variados componentes curriculares.

Futuras pesquisas poderão aprofundar melhor o tema e trazer respostas mais coesas sobre como estão sendo desenvolvidas estas plataformas voltadas para o ensino, bem como, da interação do público com elas, ressaltando, assim, a necessidade de implementação de políticas públicas de alfabetização digital e acesso a novas tecnologias que possam ser importantes para minimizar: a defasagem no desenvolvimento de IA's para a educação básica; o domínio das IA's voltadas para o ensino de computação, abrangendo também outras áreas; as dificuldades da imprevisibilidade dos diálogos, bem como as nuances de cada vocabulário; a educação digital e as diferenças entre as classes etárias, como fenômenos limitadores da implementação das IA's na educação.

## REFERÊNCIAS

ANDRETTA, T.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z. Whatsapp no contexto educacional: uma revisão sistemática de literatura. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 1, 2019.

ANSCHAU, D.; MARCHI, J.; SANTOS, E. R. Smart its: um sistema tutor inteligente para flexibilização e adaptação de currículos. In: ANAIS DO XXVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2017). **Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)**. Porto Alegre: UFSC, 2017. v. 28, n. 1, p. 1347.

BARRETO, J. M. **Inteligência artificial no limiar do século XXI**. 1. ed. Florianópolis: PPP edições, 2001.

BOGUSKI, R. R. **Tom: tutor inteligente orientando a construção de mapas conceituais**. Dissertação (Mestrado em Informática) — Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

CANAL, F. Z. **Reconhecimento de expressões faciais baseado em redes neurais convolucionais para aplicação no sistema tutor**. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação)) — Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2021.

CORRÊA, D. G. M. **Desenvolvimento de um sistema de recomendação baseado na teoria das inteligências múltiplas para o ensino de lógica de programação**. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) — Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos, 2019.

COSTA, E. B. **Um modelo de Ambiente Interativo de Aprendizagem Baseado numa Arquitetura Multiagentes**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 1997.

COSTA, R. R. **Uma ferramenta de tutoria inteligente para introdução à Programação**. Tese (Monografia (Bacharelado em Tecnologia da Informação)) — Universidade Federal Rural do Semiárido, Pau dos Ferros, 2019.

DYBÅ, T.; DINGSØYR, T. Empirical studies of agile software development: A systematic review. **Information and software technology**, Elsevier, v. 50, n. 9, p. 833–859, 2008.

FAVA, R. **Educação para o século 21: a era do indivíduo digital**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

FILATRO, A. **Data Science na educação: presencial, a distância e corporativa**. 2021. Saraiva na Educação.

FLÔRES, M. L. P.; VICARI, R. M. Inteligência artificial e o ensino com computador. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 1, p. 1–13, 2005.

Freitas Neto, J. J. d. F.; BERTAGNOLLI, S. de C. Robótica educacional e formação de professores: Uma revisão sistemática da literatura. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 19, n. 1, p. 423–432, 2021.

FREITAS, V. C. B. **APEC: Agente Pedagógico Animado para o Ensino de Redes de Computadores**

**no Mundo Virtual TCN.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

GALAFASSI, C. **EVOLOGIC: Sistema Tutor Inteligente para ensino de lógica baseado em computação evolutiva.** Tese (Doutorado em Informática na Educação) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

JONASSEN, D. H.; WANG, S. The physics tutor: Integrating hypertext and expert systems. **Journal of Educational Technology Systems**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 22, n. 1, p. 19–28, 1993.

KITCHENHAM, B.; S., C. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** [S.l.], 2007. Keele University.

KUYVEN, N. L.; ANTUNES, C. A.; VANZIN, V. J. de B.; SILVA, J. L. T. da; KRASSMANN, A. L.; TAROUÇO, L. M. R. Chatbots na educação: uma revisão sistemática da literatura. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, p. 123–132, 2018.

KUYVEN, N. L.; VANZIN, V. J. de B.; ANTUNES, C. A.; CEMIN, A.; SILVA, J. L. T. da; TAROUÇO, L. M. R. Assistente conversacional para resolução de problemas trigonométricos em linguagem natural. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, n. 1, p. 208–228, 2020.

LUCENA, K. K. T. **iDE – um framework para suporte ao gerenciamento de cursos em Educação a Distância.** Tese (Doutorado em Informática) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MACIEL, H. B. **Ferramentas e Criação de Chatbot – Maciel o robô acadêmico.** Tese (Bacharelado em Engenharia de Software) — Universidade Federal do Ceará, Russas, 2019.

MARQUES, V. C. **Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da inteligência artificial para contribuir para o ensino de ciências baseado no movimento steam.** Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

OLIVEIRA, C. D.; CINTRA, M. E.; NETO, F. M. M. Jogo sério para o ensino da gestão de riscos em projetos de softwares usando inteligência artificial. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2013.

PERIN, A. P. J. **Protótipo de Sistema Tutor Inteligente para Avaliação de Aluno em Ambiente Virtual de Aprendizagem com Intercâmbio de Dados em JSON.** Tese (Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Informática)) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

PINTO, T.; GALAFASSI, F. F. P.; GALAFASSI, C.; SEHN, C. P. Desenvolvimento de um sistema tutor inteligente para o ensino de nutrição básica e dietética. In: **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão.** Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, 2017. v. 9, n. 1, p. 1–7.

POZZEBON, E. **Tutor inteligente adaptável conforme as preferências do aprendiz.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.

REIS, H. M. **Regulação emocional personalizada para sistemas tutoresinteligentes por meio de traços de personalidade.** Tese (Doutorado em Ciências) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

SANTOS, P. H. B. **Tutormama: um sistema tutor inteligente aplicado a neoplasia mamária.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SILVA, M. M.; FONSECA, L. C. C.; SILVA, R. d. J. da. Biabot-um agente tutor com expressão de emoções para suporte online em ambientes virtuais de aprendizagem. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, v. 14, n. 1, p. 348–355, 2018.

SLUZALA, L. B.; ISOTANI, S.; RODRIGUES, L. A. L. **Um Sistema Tutor Inteligente para o Ensino de Equilíbrio Rotacional no Ensino Médio.** Tese (Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

SOUZA, G. H. **MaxMentor: Sistema de Tutoria Pessoal de Carreira.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

STEFANELLO, A. L. **Agentes de Software em um Sistema Tutor Inteligente de apoio à preparação para a prova de residência médica.** Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence**. 1950. *Mind*, n. 59.

VIGNAUX, G. **As ciências cognitivas: uma introdução**. 1. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. Traduzido por Maria Manuela Guimarães. Coleção Epistemologia e Sociedade.

VYGOTSKY, L. S. **“A Formação Social da Mente”**. 1991. Livraria Martins Fontes Editora Ltda.