

Aplicação de Sistema Tutor Inteligente em Jogo Educacional Digital para Capacitação na Identificação de *Fake News* em Português: Estudos de Caso no Ensino Médio

Treice O. Moreira¹, Cláudia S. da Silva¹, Cláudio Passos²,
Isabel Fernandes³, Ronaldo R. Goldschmidt¹

¹Instituto Militar de Engenharia (IME) - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

²Colégio Pedro II - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

³Centro Universitário Descomplica - Uniamérica - Foz do Iguaçu - PR - Brasil

{treice.moreira, rodel.claudia}@ime.eb.br, cpassos.cp2@gmail.com,
profa.isabel.fernandes@gmail.com, ronaldo.rgold@ime.eb.br

Abstract. *Using digital educational games (DEG) to enable people to identify Fake News has proven to be a promising approach. However, as each individual has his/her own pace of learning, this work sought evidence that the following hypothesis is valid: the effectiveness of a DEG for training in the Fake News identification task can be improved if such a DEG is integrated to an intelligent tutoring system (ITS). To this end, a prototype integrating a JED and an STI was developed and applied to six case studies with high school students in Rio de Janeiro. Study results show evidence that the hypothesis is valid, in addition to a positive assessment provided by students regarding the contribution of the ITS to improving their performance in the Fake News identification task.*

Resumo. *O uso de jogos educacionais digitais (JED) para capacitar pessoas a identificar Fake News tem se mostrado uma abordagem promissora. Entretanto, como cada indivíduo possui um ritmo próprio de aprendizado, este trabalho buscou evidências de validade da seguinte hipótese: a eficácia de um JED para capacitação na tarefa de identificar Fake News pode ser melhorada se tal JED for integrado a um sistema tutor inteligente (STI). Para tanto, um protótipo integrando um JED e um STI foi desenvolvido e aplicado em seis estudos de caso com alunos do ensino médio do Rio de Janeiro. Resultados dos estudos mostram indícios de validade da hipótese, além de uma avaliação positiva pelos alunos quanto à contribuição do STI para melhora de desempenho na referida tarefa.*

1. Introdução

O crescimento do volume das *Fake News* (i.e., notícias falsas divulgadas propositalmente) nos diferentes meios digitais de divulgação de notícias (MDDN) tem preocupado os mais diversos segmentos sociais. Entre as principais iniciativas de combate a este tipo nocivo de notícia estão as ações de conscientização e capacitação da sociedade para identificar *Fake News* e, com isso, evitar sua propagação. Alinhados com a recomendação da UNESCO [UNESCO 2019] e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) brasileira ao estímulo da Educação Midiática nas escolas, os artigos [Passos *et al.* 2020], [Passos *et al.* 2021] e [Moreira *et al.* 2023a] apresentaram diversos estudos de caso com o JEDi, um jogo educacional digital (JED) para apoiar discentes no aprendizado sobre como reconhecer

notícias falsas escritas em Língua Portuguesa e divulgadas nos MDDN. Os estudos de caso realizados com o JEDi revelaram o bom potencial do JED em capacitar discentes de diferentes níveis de ensino na tarefa de identificação de notícias falsas.

Apesar dos bons resultados obtidos com o JEDi, sabe-se que cada aluno possui um ritmo específico de aprendizado, podendo demandar mais tempo de capacitação do que outros [Rocha *et al.* 2010]. Diante deste cenário, foi levantada a seguinte hipótese de pesquisa: *Um Sistema Tutor Inteligente (STI) integrado ao JEDi pode contribuir para melhorar a eficácia do JED na capacitação de discentes para identificação de Fake News escritas em Língua Portuguesa.* Tal hipótese se justifica, uma vez que, conforme [Gavidia e Andrade 2003], STI são ferramentas educacionais baseadas em Inteligência Artificial (IA) que ajustam o processo de ensino de forma dinâmica, de acordo com o perfil, atividades e demandas específicas de cada aluno.

Assim, a fim de obter evidências experimentais que apontem para a validade da hipótese enunciada, o presente trabalho dá continuidade à pesquisa reportada em [Moreira *et al.* 2023b] e teve como objetivos consolidar o desenvolvimento de um STI integrado ao JEDi e aplicá-lo a seis estudos de caso envolvendo 100 alunos do ensino médio da rede pública do Rio de Janeiro, para avaliar a efetividade da solução integrada. Para tanto, foram utilizadas técnicas de aprendizado de máquina na construção da base de conhecimento sobre *Fake News* do STI desenvolvido. Tais técnicas foram aplicadas ao conjunto de notícias do JEDi para a construção de regras a serem utilizadas pelo STI junto aos discentes. De forma análoga à escolha do nome JEDi para o JED, o STI proposto recebeu o nome de *TIA Bel* (acrônimo para Tecnologia de uma IA chamada Bel), a fim de tentar humanizar a apresentação do STI nos estudos de caso, ao despertar a memória afetiva dos estudantes quanto ao tratamento dado a boa parte dos docentes do ensino fundamental. A combinação entre JED e STI foi denominada JEDi + TIA Bel.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os principais trabalhos sobre ferramentas educacionais de apoio à identificação de *Fake News*. A Seção 3 resume as principais características do JEDi. A Seção 4 apresenta a integração JEDi + TIA Bel. O protótipo e os resultados dos estudos de caso envolvendo a aplicação da solução JEDi + TIA Bel estão descritos na Seção 5. A Seção 6 apresenta as considerações finais sobre os resultados e indica iniciativas de trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

A pesquisa por trabalhos relacionados ao presente estudo foi realizada nas seguintes bases: Scopus Elsevier, IEEE Xplore Digital Library, ERIC, Web of Science, Cambridge e EBSCO, com a *string* de busca indicada no Quadro 1.

Quadro 1. String de busca utilizada

(“game based learning” OR “educational games”) AND (“intelligent tutoring system” OR “computer assisted instruction” OR “intelligent tutor”) AND (disinformation OR misinformation OR “fake news” OR “false information”)

Foram recuperados trinta e dois trabalhos. Após análise de títulos, resumos e palavras-chave, dezessete foram descartados por duplicação ou falta de relevância. Os quinze trabalhos restantes foram integralmente lidos e organizados em dois grupos. No primeiro estão os trabalhos voltados ao apoio educacional no combate às *Fake News* [Francesco e Leone 2020], [Auberry 2018], [Musgrove et al. 2018], [Nascimento 2020].

Nenhum deles utilizou JED. O segundo grupo contém onze trabalhos que, assim como o presente estudo, utilizaram JED como ferramentas educacionais para o desenvolvimento da capacidade crítica das pessoas quanto à identificação de notícias falsas. Esses trabalhos foram comparados, conforme descrito na Tabela 1, segundo os seguintes critérios: idioma português, incluindo as notícias (POR), base atualizável (BDA), se oferece suporte para mineração de dados (SMD) e, por fim, indica se há um Sistema Tutor Inteligente integrado (STI) ao jogo, voltado ao apoio no processo de capacitação. A seguir esses trabalhos estão resumidos.

Tabela 1. Comparação entre trabalhos relacionados.

Jogos	POR	BDA	SMD	STI
Bad News [Roozenbeek e Linden 2019]		X	X	
BBC IReporter [Bambang Junior 2020]			X	
Factitious [Bambang Junior 2020]			X	
News Feed Defender [Bambang Junior 2020]			X	
Fake It to Make It [Urban <i>et al.</i> 2018]			X	
Escape the Fake [Paraschivoiu <i>et al.</i> 2021]		X		
The Fake News Detective [Bambang Junior 2020]		X	X	
Trustme! [Yang <i>et al.</i> 2021]		X	X	
MAThE the Game [Katsaounidou <i>et al.</i> 2019]	X			
Cheque Isso [Abreu <i>et al.</i> 2018]	X			
JEDi [Passos <i>et al.</i> 2021], [Moreira <i>et al.</i> 2023a]	X	X	X	

Baseado na teoria da inoculação, o jogo ‘*Bad News*’ visa familiarizar os jogadores com táticas de geração de desinformação, incentivando-os a se tornarem criadores de *fake news* [Roozenbeek e Linden 2019]. Já o ‘*BBC IReporter*’ permite que os jogadores atuem como jornalistas de mídia social, estimulando a avaliação crítica das notícias antes de compartilhá-las [Bambang Junior 2020]. Embora promova a conscientização sobre a confiabilidade das fontes, não é centrado na identificação de *fake news*. Nenhum dos dois jogos está disponível em português. Da mesma forma, o ‘*Factitious*’ apresenta notícias aos jogadores, desafiando-os a determinar se são verdadeiras ou falsas [Bambang Junior 2020]. Focado no desenvolvimento do pensamento crítico, o jogo oferece diferentes níveis de dificuldade. Outros trabalhos como o ‘*News Feed Defender*’ [Bambang Junior 2020], ‘*Fake It to Make It*’ [Urban *et al.* 2018], e ‘*Escape the Fake*’ [Paraschivoiu *et al.* 2021], também contribuem para a compreensão do cenário atual de jogos educacionais voltados para a identificação de desinformações. Nenhum deles está disponível em Língua Portuguesa. Enquanto, o jogo ‘*The Fake News Detective*’ [Bambang Junior 2020] utiliza a pedagogia do pensamento crítico para ensinar os jogadores a identificar *Fake News*, o ‘*Trustme!*’ [Yang *et al.* 2021], e o ‘*MAThE The Game*’ [Katsaounidou *et al.* 2019] desafiam os jogadores a identificar a confiabilidade de informações apresentadas. O ‘*Cheque Isso*’ [Abreu *et al.* 2018] é composto por cartas e, diferentemente dos anteriores, apresenta um guia de checagem de fatos traduzidos para o português. O JEDi é o JED que mais se assemelha à iniciativa ora proposta. Trata-se de um jogo de perguntas e respostas no qual a pergunta consiste de um texto supostamente representando uma notícia sobre o qual o jogador deve indicar se é verdadeiro ou falso. Embora seja um JED que disponha de notícias escritas em língua portuguesa e possua uma base de dados atualizável, além de suporte à mineração de dados, não possui recursos de tutoria que auxiliem no processo de capacitação.

Em síntese, entre os trabalhos identificados, são poucos os que disponibilizam notícias em português e possuem bases de dados atualizáveis. Quanto ao suporte à mineração de dados, a maioria das pesquisas relata recursos neste sentido. Entretanto,

diferente da iniciativa descrita no presente artigo, nenhum dos trabalhos identificados busca integrar JED e STI para apoiar a capacitação na identificação de *Fake News* escritas em português. Esta foi a lacuna de pesquisa que se buscou suprir com o presente trabalho.

3. O JEDi

O JEDi é um JED para capacitação na identificação de *Fake News* em Português, base para a solução proposta neste artigo. Esta seção fornece um resumo sobre o seu funcionamento.

O JEDi se desenrola em um tabuleiro a ser percorrido pelos jogadores, conforme esses consigam discernir entre notícias verdadeiras e falsas. Vence a partida, o jogador que alcançar o fim do tabuleiro primeiro. O jogo é projetado para ser jogado de forma individual ou em equipe, permitindo a participação de mais de um jogador em rede. As notícias apresentadas durante o jogo são selecionadas de modo randômico. A ideia é que, na medida em que joguem diversas partidas, os jogadores desenvolvam a capacidade de reconhecer notícias falsas. O JEDi permite analisar, com técnicas de mineração de dados, o desempenho longitudinal de cada jogador e, portanto, sua efetividade como jogo na capacitação para reconhecer *Fake News*. O item (a) da Figura 1 ilustra a interface do início da partida, onde os jogadores escolhem o avatar desejado, informam sua idade e uma autoavaliação quanto à sua capacidade de identificar *Fake News*. A Figura 1(b) ilustra o momento em que o jogador deve ler a notícia apresentada e, em seguida, marcar a qual classe (i.e. *fake* ou *real*) ele acredita que tal notícia pertença. Em caso de acerto, o jogador é parabenizado e, em seguida, deve clicar sobre o dado, a fim de sortear o número de casas a serem percorridas por ele. No caso de erro, o jogador é informado do fato, permanece em sua posição e deve aguardar o próximo jogador dar sequência à partida. No item (c) da figura, encontra-se ilustrada a interface do final de cada partida.

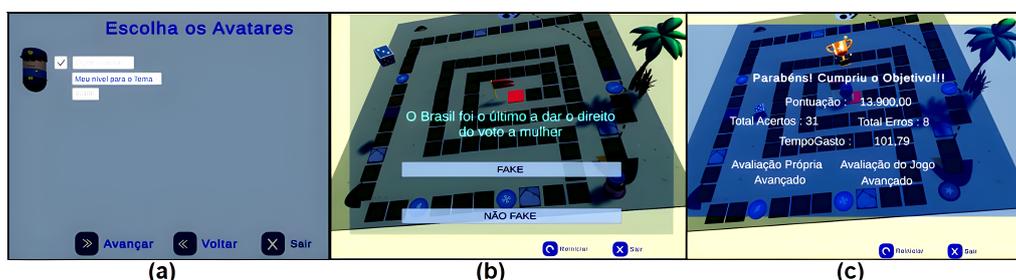


Figura 1. (a) Início partida; (b) Jogador lê notícia e escolhe opção; (c) Fim partida.

A base de dados D do JEDi contém as seguintes informações sobre cada notícia $n \in D$: um identificador ($n.id$), a data da publicação ($n.dt$), o texto da notícia ($n.txt$), o rótulo ($n.lbl$, onde $n.lbl \in \{fake, real\}$) e a categoria (i.e., sobre que assunto a notícia trata - e.g.: política, esporte, economia, etc) a que n pertence. Além das informações da notícia, D contém informações sobre os jogadores e as respostas por eles fornecidas para as notícias apresentadas ao longo das partidas.¹

4. JEDi + TIA Bel

O JEDi foi integrado a um STI (TIA Bel), cujo desenvolvimento seguiu a estrutura modular clássica de sistemas tutores inteligentes indicada em [Giraffa 1999]². A Figura 2 apresenta os principais componentes do STI desenvolvido e sua integração com o JEDi.

¹Mais detalhes sobre o JEDi podem ser obtidos em [Passos *et al.* 2021] e [Moreira *et al.* 2023a].

²Tal estrutura é composta por modelos (neste trabalho chamados de módulos) com diferentes propósitos: (a) Domínio - contém o conhecimento sobre o assunto a ser transmitido para o aluno; (b)

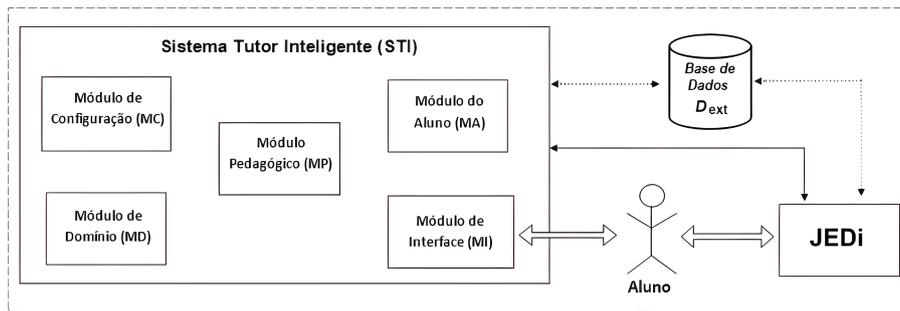


Figura 2. Integração JEDi + STI: Visão Modular.

O modelo conceitual da base de dados D_{ext} utilizada pelo JEDi + STI encontra-se na Figura 3. É importante observar que D_{ext} é uma extensão da base de dados D do JEDi, na qual foram incorporadas as informações necessárias ao funcionamento da TIA Bel. A fim de facilitar a visualização da extensão realizada, as entidades e relacionamentos que contêm informações utilizadas exclusivamente pelo STI estão destacadas em fundo cinza. Os componentes em fundo branco são utilizados tanto pelo JEDi quanto pela TIA Bel.

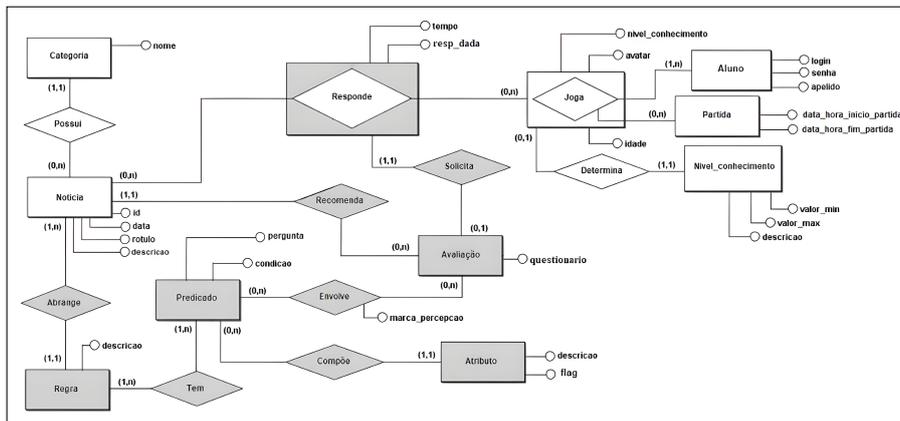


Figura 3. Modelo Conceitual da Base de Dados D_{ext} do JEDi + STI.

O *Módulo de Configuração (MC)* do STI permite construir a base de conhecimento utilizada pelo *Módulo de Domínio (MD)* do tutor. Para tanto, o analista responsável pela configuração do STI deve escolher um conjunto de atributos $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ a serem extraídos do texto de cada notícia $n \in D$. Tais atributos devem ser informações que permitam distinguir entre notícias reais e falsas, a exemplo da *quantidade de adjetivos* que pode caracterizar como *fake*, notícias onde tal quantidade seja elevada. A entidade *Atributo* do modelo de dados conceitual é responsável por conter as informações sobre cada atributo em A . Em seguida, para cada notícia $n \in D$, o *Módulo MC* deve enriquecer a base de dados D com os valores dos atributos de A diante de n . Desta forma, após o enriquecimento, D deve conter o seguinte esquema $S(id, dt, txt, lbl, a_1, a_2, \dots, a_m)$. A fim de extrair de D o conhecimento que deverá compor o *MD* do STI, o *Módulo MC* deve primeiro gerar S' , uma projeção de S na relação $S'(a_1, a_2, \dots, a_m, lbl)$ (i.e. um conjunto de dados temporário contendo apenas os atributos a serem considerados na construção da base de conhecimento de MD). Na sequência, o *Módulo MC* deve aplicar um algoritmo de Aprendizado de Máquina que construa uma *árvore de decisão T* a partir de S' . A esco-

Pedagógico - responsável por selecionar e aplicar as estratégias pedagógicas implementadas no STI; (c) Aluno - contém informações sobre cada aluno, incluindo o seu desempenho e o seu histórico de interações com o STI; (d) Interface - responsável por intermediar as interações entre o aluno e o Tutor.

Iha por usar árvores de decisão na representação do conhecimento do *MD* justifica-se pela transparência e facilidade de entendimento por humanos do conhecimento representado.

Uma vez gerada T , esta deve ser convertida em um conjunto R de regras na forma $r_k: SE P_1 E P_2 E \dots E P_s Ent\tilde{a}o C$, onde P_i , para $i = 1, \dots, s$ são predicados envolvendo atributos de A (i.e., P_i é da forma $a_j = v_{a_j}$, sendo v_{a_j} algum valor do atributo $a_j \in A$) e C é um dos seguintes predicados $lbl = fake$ ou $lbl = real$. O conjunto R gerado é a base de conhecimento do *MD*. No modelo conceitual, as entidades *Regra* e *Predicado* contêm, respectivamente, as informações das regras e dos predicados definidos por T .

A partir da formação de R , a base de dados D é novamente enriquecida de tal forma que, para cada notícia $n \in D$, n é associada ao índice k da regra r_k que corresponde ao componente da partição gerada por T ao qual n pertence. Adicionalmente, o analista responsável pelo processo de configuração deve informar no *MD* o subconjunto A' , $A' \subset A$, com os atributos que serão utilizados nas interações futuras com os estudantes. Tal definição se faz necessária para evitar a sobrecarga de informações a serem apresentadas aos alunos, sobretudo quando a quantidade de elementos em A for elevada. O analista deve informar ainda um texto que descreva didaticamente cada predicado das regras em R cujo atributo envolvido no predicado esteja em A' , a fim de facilitar a interação futura do STI com os estudantes. Por exemplo, o texto “*PRESENÇA de uma fonte...*” ilustrado nas telas da Figura 4 foi configurado pelo analista para representar o predicado *Fonte=Presente*. No modelo conceitual, o relacionamento *Abrange* entre as entidades *Notícia* e *Regra* contém a associação de cada n com a regra r_k correspondente. O atributo *descriç\~ao* da entidade *predicado* abriga uma descrição didática do predicado, informada pelo analista. O atributo *flag* da entidade *Atributo* indica quais atributos pertencem a A' .

Uma vez concluída a configuração, o JEDi + TIA Bel pode ser jogado pelos alunos. O JEDi é iniciado, sorteando de forma aleatória uma notícia n em D , e apresentando n ao aluno. Após a resposta do aluno, o JEDi aciona o STI que, por sua vez, dispara o *Módulo Pedagógico (MP)*. Se o aluno acertou a classificação de n , o *MP* parabeniza o aluno por meio do *Módulo de Interface (MI)* e atualiza o *Módulo do Aluno (MA)*, registrando o acerto. Por outro lado, se o aluno errou a classificação de n , o *MP* verifica em D qual a regra $r \in R$ associada a n . Diante de n , o *MP* recupera cada predicado P_i que compõe o antecedente de r e, caso P_i envolva um atributo de A' , apresenta P_i ao aluno por meio do *MI*. O aluno deve interagir com o STI informando ao *MI* quais foram os predicados que ele percebeu em n , como ilustra o exemplo da Figura 4(a). Neste momento, o *MP* fornece um *feedback* ao aluno, informando os acertos/erros nos predicados percebidos, conforme ilustrado na interface da Figura 4(b), e atualiza o *MA* com as informações obtidas. O atributo *marca-percepcao* do relacionamento *Envolve* de D_{ext} guarda a resposta dada pelo aluno diante do predicado correspondente.

A partir da segunda jogada do aluno, o STI utiliza o *MP* para selecionar qual notícia n' deve ser apresentada ao discente. Caso o aluno tenha errado a classificação da notícia n anteriormente apresentada, n' deve ser uma notícia não apresentada ao aluno em jogadas anteriores (isso pode ser verificado no *MA*) e que seja similar a n . No contexto deste trabalho, considera-se que duas notícias n e n' são similares, se e só se, ambas estão associadas a uma mesma regra r . Tal estratégia tem como objetivo verificar se o aluno aprendeu com o erro e com o *feedback* apresentado anteriormente pelo STI.

Os módulos *MD* e *MC* foram desenvolvidos na linguagem Python versão 3.11.1, enquanto os módulos *MP*, *MI* e *MA* foram desenvolvidos na linguagem C. A fim de facilitar sua integração com o JEDi, o SGBD MySQL (o mesmo do JED) foi adotado.

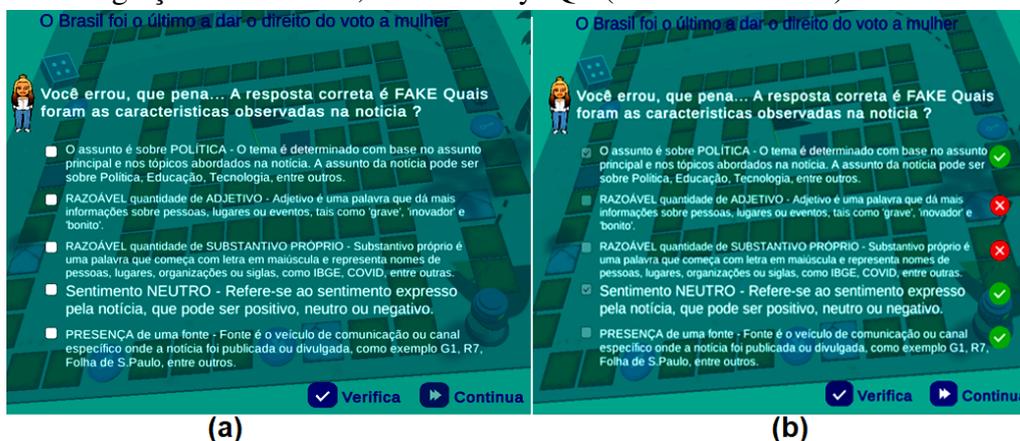


Figura 4. (a) Aluno marca predicados percebidos na notícia; (b) *feedback* da TIA Bel sobre erros e acertos do aluno quanto aos predicados percebidos.

5. Estudos de Caso

Em busca de evidências experimentais que indicassem que um STI integrado ao JEDi pode contribuir para melhorar a eficácia do JED na capacitação de discentes para identificação de Fake News escritas em Língua Portuguesa, o presente trabalho realizou seis estudos de caso com o JEDi + TIA Bel. Todos eles foram realizados no período de 1º de abril a 31 de maio de 2024, em uma Escola Pública Estadual do município de Nilópolis, no estado do Rio de Janeiro. A instituição foi escolhida devido à disponibilidade de recursos (laboratório com computadores e acesso à internet) e à boa receptividade pela Direção e Docentes em realizar a pesquisa. Os estudos de caso envolveram seis turmas do ensino médio, sendo três do segundo ano e três do terceiro. Cada turma contava com um quantitativo entre 30 e 35 estudantes regularmente matriculados, com idades entre 14 e 18 anos, totalizando um universo com cerca de 180 alunos. A decisão de trabalhar com estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio foi motivada por dois fatores: (i) Uma maior efetividade do JEDi constatada junto a alunos do Ensino Médio, conforme estudo reportado em [Moreira *et al.* 2023a]; (ii) O fato de serem alunos próximos da conclusão da Educação Básica, público sujeito à influência de informações em mídias sociais.

5.1. Metodologia Adotada

A metodologia adotada na realização dos estudos de caso teve início com o contato realizado junto à Direção da referida Escola a fim de apresentar a pesquisa e formalizar a parceria com a instituição. Uma segunda reunião envolvendo as Direções Geral e Adjunta e um grupo de professores indicados pela Escola foi realizada, a fim de explicar os detalhes do projeto e planejar as atividades de execução dos estudos de caso. Nesta reunião foram definidas as Turmas cujos alunos poderiam participar voluntariamente da pesquisa. Após uma análise técnica do ambiente (laboratório e internet) designado para os estudos de caso, percebeu-se a necessidade de aprimorar o JEDi + TIA Bel, otimizando o gerenciamento de memória da ferramenta, incluindo uma simplificação na interface, tornando elementos dinâmicos em estáticos. Em seguida, apresentou-se a pesquisa e o JEDi + TIA Bel aos estudantes das seis turmas, e um convite para participação no estudo. Os que optaram por participar, de forma voluntária, assinaram, em conjunto com seus responsáveis

legais, os termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido (TCLE e TALE) para autorização e participação na pesquisa. Do universo de 180, 80 optaram por não participar ou não levaram o TCLE e TALE assinados, resultando em uma amostra com 100 alunos. Após a coleta dos termos, foi aplicado um pré-teste a cada aluno, na forma de um questionário impresso, com vinte notícias, onde, para cada uma, o aluno deveria indicar se essa era verdadeira ou falsa. Tais notícias foram selecionadas de forma aleatória e sem reposição da base de dados do JEDi. Após o pré-teste, os alunos de cada turma foram divididos em dois grupos com o mesmo número de estudantes, totalizando doze grupos, sendo seis de *Controle* e seis de *Intervenção*. Enquanto os alunos dos *Grupos de Controle* foram convidados a jogar utilizando apenas o JEDi, sem o apoio da TIA Bel, os alunos dos *Grupos de Intervenção* foram orientados a jogar com o JEDi + TIA Bel. Todos os alunos jogaram duas partidas cada um. Após o jogo, todos responderam a mais dois questionários em papel, sendo um de pós-teste (montado previamente e de forma análoga ao pré-teste) e outro para avaliação do JEDi e do JEDi + TIA Bel.³ É importante destacar que os autores do artigo e responsáveis pela pesquisa não eram docentes dos estudantes e não influenciaram na seleção dos grupos ou a participação dos alunos. Os recursos tecnológicos e a metodologia de ensino foram os mesmos para todos os grupos.

5.2. Configuração do JEDi + TIA Bel

Inicialmente, o conjunto D_{ext} continha um total de 1.236 notícias, coletadas de agências de checagem de fatos e mídias virtuais confiáveis. Destas, 410 foram removidas: 40 faziam parte dos questionários de pré e pós-teste, distribuídas uniformemente, e 370 continham apenas o título da notícia, sem o corpo da notícia propriamente dita, o que poderia confundir os jogadores. Das 826 notícias restantes, 413 eram *Fake* e 413 não *Fake*.

O conjunto A (i.e., conjunto de atributos extraídos das notícias a fim de viabilizar a construção da árvore de decisão T) foi formado por todos os atributos apresentados na Tabela 2. Tal tabela contém, além do nome de cada atributo, uma descrição do atributo extraído, a indicação do domínio (i.e. valores possíveis) do atributo e um indicativo se o atributo correspondente foi ou não selecionado para compor o conjunto A' . Os elementos do conjunto A foram escolhidos por serem atributos recorrentes em pesquisas sobre detecção de *Fake News* utilizando técnicas de Processamento de Linguagem Natural. O conjunto A levou à T com acurácia de 92.9 % sobre as 826 notícias em D_{ext} .

Tabela 2. Descrição dos Atributos e Domínios do Conjunto A .

Nome	Descrição	Domínio	Conj. A'
Categoria	Tema central da notícia.	Tecnologia; Segurança; Saúde Pública; Educação; Política; Economia.	S
Fonte	Canal de publicação da notícia.	Ausente; Presente.	S
Polaridade	Sentimento transmitido pelo conteúdo da notícia.	Positivo; Negativo; Neutro.	S
Adjetivo	Qualificadores de substantivos.	0%: Nenhum; 1-19%: Pouco; 20% ou mais: Muito.	S
Substantivo Próprio	Substantivos próprios com letra inicial maiúscula.	0%: Nenhum; 1-19%: Pouco; 20% ou mais: Muito.	S
Substantivo	Palavras que designam seres, objetos, lugares, sentimentos, ideias, etc.	0%: Nenhum; 1-19%: Pouco; 20% ou mais: Muito.	
Verbo	Ação no passado, presente ou futuro.	0%: Nenhum; 1-19%: Pouco; 20% ou mais: Muito.	
Exclamação	Presença do símbolo '!'	0: Não tem; 1: Tem.	
Palavras Maiúsculas	Palavras escritas em letra maiúscula.	0%: Nenhum; 1-19%: Pouco; 20% ou mais: Muito.	

³Todos os instrumentos de coleta de dados utilizados, assim como os dados coletados neste trabalho, encontram-se em <https://github.com/treicemoreira/artefatos-sbie24>.

A Figura 5 mostra uma visão parcial da árvore T gerada a partir da relação S' das notícias de D_{ext} . O algoritmo utilizado na geração de T foi o C4.5. Essa escolha deveu-se basicamente à robustez deste algoritmo diante de problemas de sumarização de dados.⁴ As notícias classificadas incorretamente por T (i.e. casos em que a classe indicada por T para a notícia n não coincidiu com $n.lbl$) foram excluídas de D_{ext} . Desta forma, foram consideradas em D_{ext} apenas 751 notícias, sendo 305 *Fake* e 446 não *Fake*. Para escolha do conjunto A' , foi realizada uma busca exaustiva sobre todas as 126 combinações de elementos do conjunto A tomados 5 a 5. A escolha da cardinalidade 5 para o conjunto A' objetivou estabelecer o maior quantitativo de atributos que fosse considerado adequado para evitar sobrecarga de informação nas interações entre a TIA Bel e os alunos.

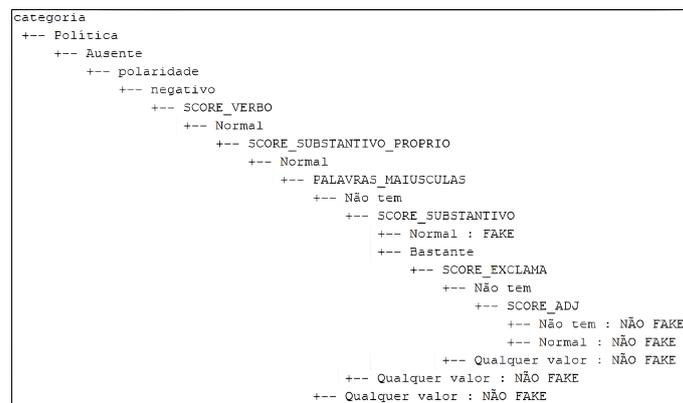


Figura 5. Visão parcial da árvore T gerada.

A Tabela 3 apresenta as *top-10* combinações de cinco atributos que levaram às árvores de decisão sobre as notícias de D_{ext} com maior acurácia. A combinação associada à maior acurácia foi a escolhida para compor o conjunto A' . As bibliotecas NLTK⁵ e SpaCy⁶ foram usadas na análise dos textos.

Tabela 3. Acurácia dos Testes: Avaliação do Desempenho por Atributo.

Atributos	TESTES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Categoria	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S
Fonte	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S
Polaridade	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N
Substantivo Próprio	S	S	N	N	N	S	N	N	S	S
Adjetivo	S	N	S	S	S	N	N	S	N	N
Substantivo	N	N	N	S	S	S	S	N	N	N
Palavra em maiúscula	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S
Exclamação	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N
Verbo	N	S	S	S	N	S	N	N	S	S
Acurácia (%)	78.4	78.1	76.7	75.6	74.6	73.4	71.5	70.5	69.3	68.2

5.3. Desempenho Discente

A Tabela 4 apresenta as médias de acerto (e respectivos desvios-padrão) das turmas considerando separadamente os pré e pós-testes, assim como as médias de acerto obtidas pelos

⁴O C4.5 foi aplicado ao conjunto S' completo, a fim de sumarizar (i.e., descrever por meio de regras) as características prevalentes nos textos das notícias *fake* e não *fake*. Cabe ressaltar que o C4.5 foi aplicado com a configuração *default* dos hiperparâmetros na sua implementação disponível na biblioteca *scikit-learn*, dispensando, portanto, testes preliminares na geração de T .

⁵<https://www.nltk.org/>

⁶<https://spacy.io/>

alunos na primeira e na última partida jogadas por eles. De um modo geral, um primeiro ponto a ser destacado a partir dos resultados obtidos é que dos 12 grupos, 10 apresentaram uma melhora média de desempenho de cerca de 4,0 p.p. no pós-teste, comparado ao pré-teste. Ao comparar o desempenho obtido na última partida em relação à primeira, percebe-se que 11 dos 12 grupos também apresentaram alguma melhora (média em torno de 2,0 p.p.). Tais resultados são indícios que reforçam a hipótese levantada em trabalhos anteriores de que o uso de JED na capacitação para reconhecer *Fake News* auxilia no aprendizado. Nos estudos de caso desta pesquisa, os alunos das Turmas do 2º ano tiveram uma melhoria média de desempenho em relação aos testes próxima de 2,5 p.p. enquanto que os alunos do 3º ano melhoram em média algo próximo de 5,0 p.p. Com relação à melhoria dos desempenhos nas partidas, o comportamento se repete: Os alunos do 2º ano melhoraram em média 1,5 p.p., enquanto que os do 3º ano evoluíram 2,5 p.p. Estes fatos parecem sugerir que os alunos com mais maturidade escolar podem se beneficiar mais do uso de JED para aprender a identificar notícias falsas.

Tabela 4. Desempenho das Turmas dos 2º e 3º anos.

Turmas	JEDi				JEDi + TIA Bel				
	Ia. Partida	Última Partida	Pré-T.	Pós-T.	Ia. Partida	Última Partida	Pré-T.	Pós-T.	
	<i>md ± dp</i>								
Turmas 2º ano	A	0,81 ± 0,04	0,79 ± 0,05	0,71 ± 0,14	0,74 ± 0,13	0,71 ± 0,12	0,72 ± 0,09	0,67 ± 0,17	0,62 ± 0,08
	B	0,75 ± 0,07	0,77 ± 0,07	0,65 ± 0,08	0,63 ± 0,13	0,79 ± 0,09	0,82 ± 0,06	0,68 ± 0,11	0,77 ± 0,11
	C	0,75 ± 0,08	0,76 ± 0,09	0,69 ± 0,08	0,74 ± 0,06	0,80 ± 0,09	0,81 ± 0,06	0,67 ± 0,13	0,75 ± 0,10
Geral 2º ano		0,76 ± 0,07	0,77 ± 0,07	0,68 ± 0,10	0,69 ± 0,12	0,76 ± 0,10	0,78 ± 0,08	0,67 ± 0,14	0,71 ± 0,12
Turmas 3º ano	D	0,83 ± 0,05	0,84 ± 0,09	0,68 ± 0,17	0,77 ± 0,10	0,77 ± 0,13	0,78 ± 0,13	0,69 ± 0,16	0,69 ± 0,05
	E	0,78 ± 0,08	0,81 ± 0,09	0,66 ± 0,05	0,69 ± 0,05	0,81 ± 0,08	0,86 ± 0,07	0,72 ± 0,09	0,72 ± 0,10
	F	0,75 ± 0,16	0,79 ± 0,10	0,58 ± 0,13	0,64 ± 0,09	0,80 ± 0,09	0,82 ± 0,09	0,73 ± 0,05	0,80 ± 0,09
Geral 3º ano		0,78 ± 0,11	0,81 ± 0,09	0,64 ± 0,13	0,70 ± 0,09	0,80 ± 0,10	0,82 ± 0,10	0,70 ± 0,10	0,74 ± 0,09
Global		0,77 ± 0,13	0,79 ± 0,11	0,66 ± 0,16	0,70 ± 0,15	0,78 ± 0,14	0,80 ± 0,22	0,69 ± 0,18	0,73 ± 0,15

No 2º ano, tanto os grupos de intervenção quanto os de controle apresentaram uma leve melhoria nas médias de notas do pré para o pós-teste. Os grupos com intervenção tiveram um aumento médio de 4,0 p.p. enquanto os grupos de controle aumentaram apenas 1,0 p.p. na média. Nota-se que, apesar dos grupos terem mostrado melhoria, os grupos de intervenção tiveram um crescimento um pouco mais significativo. Além disso, o desvio padrão dos grupos de intervenção diminuiu de 0,14 para 0,12, indicando uma maior homogeneidade nas notas do pós-teste. Em contraste, os grupos de controle tiveram um leve aumento no desvio padrão, caracterizando um pequeno acréscimo na dispersão do desempenho nesses grupos. Tais resultados apontam favoravelmente para a validade da hipótese levantada nesta pesquisa.

Para o 3º ano, os dados mostram que os grupos de intervenção apresentaram uma média mais alta no pré-teste (70%) em comparação aos grupos de controle (64%). No pós-teste, esses grupos apresentaram uma melhora nas médias. Os grupos de intervenção alcançaram média de 74% e os grupos de controle obtiveram média de 70%, 4 p.p. abaixo. Em termos de variação de desempenho nos testes, os grupos de intervenção e controle não tiveram diferença significativa. Embora este resultado não seja uma evidência da validade da hipótese levantada, é importante comentar que ele se encontra alinhado com resultados de trabalhos anteriores como os de [Ma *et al.* 2014]. Segundo esses trabalhos, embora evidências estatísticas comprovem benefícios de aprendizado com o uso de STI para alunos com menor escolaridade e conhecimento prévio, esses benefícios não se verificam para estudantes com maior escolaridade e conhecimento sobre os assuntos abordados. Conjectura-se que o apoio dado pelos STI possa ser desnecessário frente ao conhecimento prévio e ao maior nível de maturidade escolar apresentados pelos alunos. Ainda

com relação à variação do desempenho nos testes do 3º ano, por fim, cabe ressaltar que todos os grupos apresentaram uma redução no desvio padrão, sendo esta redução bem mais assentuada nos grupos de controle (4 p.p.). Acredita-se que tal fato seja decorrente do desempenho inferior ao apresentado por esses grupos no pré-teste.

5.4. Resultados da Avaliação do JEDi e da TIA Bel pelos Estudantes

Ao final dos estudos de caso, cada aluno respondeu a um instrumento de avaliação do JEDi cujas perguntas (expressas por meio de afirmações) foram adaptadas a partir da escala motivacional para materiais instrucionais utilizada por [Savi *et al.* 2011]. As perguntas foram organizadas em dimensões conforme apresentado na Tabela 5. A fim de determinar o grau de concordância entre as afirmações das dimensões avaliadas, cada aluno atribuiu uma nota da seguinte escala Likert: -2 (discordo fortemente), -1 (discordo parcialmente), 0 (não concordo nem discordo), +1 (concordo parcialmente), +2 (concordo totalmente).

Tabela 5. Dimensões do JEDi avaliadas - Modelo de [Savi *et al.* 2011].

Dimensão	Descrição	Exemplo de pergunta
Atenção	Obtenção e manutenção da atenção na dinâmica do jogo.	A variação na forma/conteúdo ajudou a me manter atento ao jogo.
Relevância	Consiste na avaliação da importância do conteúdo.	O conteúdo do jogo é relevante.
Imersão	Refere-se ao envolvimento pleno e total com o jogo, por exemplo, diminuição da consciência às ocorrências do entorno, alteração na noção de tempo, entre outros.	Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.
Interação Social	Mensuração do sentimento de cooperação, competição, conexão com outros jogadores, entre outros.	Percebi que o jogo permite interagir com outras pessoas.
Desafio	Avaliação da compatibilidade dos desafios do JEDi com o nível de habilidades do jogador, ou seja, refere-se à mensuração do quanto o jogo é desafiador para o público alvo.	Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.
Divertimento	Mensuração do quanto a partida foi prazerosa e divertida, merecendo a recomendação do JEDi aos amigos.	Gostaria de utilizar este jogo novamente.
Competência	Refere-se à avaliação do quanto o jogo apoia o desenvolvimento de habilidades do jogador.	Conseguiria melhorar a capacidade de reconhecer <i>Fake News</i> .

Os grupos de alunos que utilizaram o JED + TIA Bel preencheram ainda um instrumento de avaliação complementar, abordando o STI. Tal complemento teve como base as questões motivacionais propostas por [Aïmeur e Frasson 2000], conforme indicado na Tabela 6. A mesma escala mencionada acima foi adotada na avaliação complementar.

Tabela 6. Dimensões do STI avaliadas - Modelo de [Aïmeur e Frasson 2000].

Dimensão	Descrição	Exemplo de pergunta
Interatividade	Interface de usuário intuitiva para fácil acesso a ferramentas e recursos.	O STI contribuiu significativamente para o meu aprendizado do conteúdo estudado.
Correspondência	Refere-se à personalização de conteúdo, dificuldade e ritmo de aprendizado para necessidades individuais.	A interface do STI melhorou minha assimilação do conteúdo.
Desempenho	Preferências do aluno quanto ao ritmo, estilo de interação e formato de conteúdo.	Meu desempenho melhorou após o treinamento com o STI.
Adaptabilidade	Facilidade de uso da ferramenta e diversidade de estratégias de aprendizagem.	Foi fácil encontrar informações relevantes através do STI.
Suporte	Feedback imediato sobre desempenho e sugestões para aprimoramento.	O feedback do STI impactou meu progresso no aprendizado.

As Tabelas 7 e 8 resumiram os resultados das avaliações que os alunos fizeram sobre o JEDi e a TIA Bel, respectivamente. É importante destacar que todas as dimensões apresentaram uma avaliação média acima de zero, indicando, portanto, uma tendência de avaliação positiva tanto para o JEDi quanto para a TIA Bel. Cabe ressaltar, no entanto, que os valores de desvio-padrão mostram uma certa divergência entre as opiniões.

Especificamente sobre as avaliações acerca da TIA Bel (Tabela 8) percebe-se que, em geral, as dimensões tiveram *feedbacks* positivos por parte dos alunos, apresentando

Tabela 7. Concordância nas dimensões do JEDi avaliadas: médias \pm desvios.

Dimensão	Atenção	Relevância	Imersão	Interação Social	Desafio	Divertimento	Competência
JEDi	0,35 \pm 1,45	1,08 \pm 0,94	1,16 \pm 1,00	0,75 \pm 1,31	1,05 \pm 1,16	1,30 \pm 0,87	1,68 \pm 0,61
JEDi + TIA Bel	0,67 \pm 1,10	1,05 \pm 1,14	1,33 \pm 1,04	1,15 \pm 1,09	1,10 \pm 1,12	1,39 \pm 0,98	1,68 \pm 0,64

sempre índices de concordância de, no mínimo, 1,28. Destaque especial pode ser dado para a dimensão *Desempenho*. Nela, os alunos do 2º ano declararam com bom nível de concordância (1,44) que perceberam que o STI contribuiu para melhorar a sua capacidade de identificação de *Fake News*. Por outro lado, possivelmente relacionada à conjectura de que a TIA Bel possa não ter sido tão necessária aos alunos do 3º ano, a concordância deles quanto à mesma dimensão foi bem inferior (1,28) à do 2º ano. Isso pode refletir a maturidade acadêmica e a familiaridade com o conteúdo. Os alunos do 2º ano podem ter percebido mais benefício no suporte da TIA Bel, enquanto os do 3º ano, mais experientes, podem ter sentido menor necessidade dessa assistência.

Tabela 8. Concordância nas dimensões da TIA Bel avaliadas: médias \pm desvios.

Dimensão	Desempenho	Correspondência	Interatividade	Suporte	Adaptabilidade
JEDi + TIA Bel (2º ano)	1,44 \pm 0,77	1,24 \pm 0,82	1,44 \pm 0,77	1,40 \pm 0,65	1,32 \pm 0,80
JEDi + TIA Bel (3º ano)	1,28 \pm 1,14	1,54 \pm 0,93	1,48 \pm 1,05	1,48 \pm 0,96	1,64 \pm 0,86
JEDi + TIA Bel (Global)	1,36 \pm 0,96	1,39 \pm 0,89	1,46 \pm 0,91	1,44 \pm 0,81	1,48 \pm 0,84

6. Considerações Finais

Uma das formas de combater *Fake News* é capacitar pessoas para identificá-las por meio de Jogos Educacionais Digitais (JED). Entretanto, cada indivíduo possui um ritmo específico de aprendizado, podendo demandar mais tempo de capacitação do que outros. Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo buscar evidências experimentais para validar a hipótese de que um sistema tutor inteligente (STI) integrado a um JED pode contribuir para melhorar a eficácia do jogo em capacitar pessoas para identificar *Fake News* escritas em Português. Para tanto, foi desenvolvido o JEDi + TIA Bel, uma versão do JEDi integrado ao STI TIA Bel, que foi aplicado em seis estudos de caso envolvendo cem alunos do ensino médio de uma escola pública do estado do Rio de Janeiro. Os resultados dos estudos de caso apresentaram indícios de validade da hipótese levantada, em sintonia com uma avaliação positiva fornecida pelos estudantes quanto à contribuição positiva do STI na melhoria do seu desempenho na tarefa de identificação de *Fake News*. É importante mencionar que a pesquisa foi limitada a um contexto específico, com alunos de uma única escola. Devido ao tempo, os alunos jogaram apenas duas partidas, mas acredita-se que, com mais partidas, eles possam apresentar um maior amadurecimento na identificação de notícias falsas. Entre os trabalhos futuros, pretende-se desenvolver novos estudos de caso, com novas notícias, em outras escolas, abrangendo alunos do Ensino Fundamental II e também permitindo que os estudantes possam jogar mais partidas. Em todos os novos estudos de caso, deverão ser realizados testes estatísticos a fim de comprovar a significância dos resultados. Além disso, pretende-se incluir técnicas de *gamificação* no JEDi, a fim de torná-lo mais atrativo aos jogadores, assim como introduzir um mecanismo para controle de apresentação de notícias com maiores níveis de complexidade, na medida em que as partidas se desenrolem. Adicionalmente, deverão ser investigados novos atributos a serem extraídos dos textos das notícias a fim de refinar o conjunto de regras que descrevam tais notícias. Também estão planejados esforços na melhoria das interfaces do STI por meio de modelos de linguagem (LLMs) a fim de tornar mais naturais as interações entre o tutor e os alunos. Por fim, espera-se refinar a *string* de busca da revisão bibliográfica para incluir termos alternativos como *serious games* e *social games*.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (bolsa de mestrado - proc. 88887.765311/2022-00) e por meio do proc. PROCAD-DEFESA-DRI - 88881.853129/2023-01 (bolsa de professor visitante no exterior).

Referências

- Abreu, P. M. R., Berwanger, P. M., and Costa, R. B. (2018). Gameificação e as fakenews: uma análise do jogo Cheque Isso! *Projeção e Docência*, 9(2):166–177.
- Aïmeur, E. and Frasson, C. (2000). Reference model for evaluating intelligent tutoring systems. *Université de Montréal, TICE*.
- Auberry, K. (2018). Increasing students' ability to identify fake news through information literacy education and content management systems. *The Reference Librarian*, 59(4).
- Bambang Junior, R. (2020). The fake news detective: A game to learn busting fake news as fact checkers using pedagogy for critical thinking. *School of Computer Science Graduate Student Publications*, 1(17).
- Francesco, N. N. and Leone, S. D. (2020). Educação midiática contra "fake news". *Revista científica UMC*, 5(1).
- Gavidia, J. J. Z. and Andrade, L. C. V. d. (2003). Sistemas tutores inteligentes. *Trabalho de Conclusão da Disciplina de IA, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ: UFRJ*.
- Giraffa, L. M. M. (1999). Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais.
- Katsaounidou, A., Vrysis, L., Kotsakis, R., Dimoulas, C., and Veglis, A. (2019). Mathe the game: A serious game for education and training in news verification. *Education Sciences*, 9:155.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., and Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, 106(4):901.
- Moreira, T. d. O., Passos, C. A., Matias da Silva, F. R., Souza Freire, P. M., Fernandes de Souza, I., Bosaipo Sales da Silva, C. R., and Goldschmidt, R. R. (2023a). Jedi-a digital educational game to support student training in identifying portuguese-written fake news: Case studies in high school, undergraduate and graduate scenarios. *Education and Information Technologies*, pages 1–31.
- Moreira, T. O., da Silva, C. S., Passos, C., Fernandes, I., and Goldschmidt, R. R. (2023b). Tutor inteligente em jogo educacional digital para capacitação na identificação de fake news em português: Experimentos preliminares. In *Anais Estendidos do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 14–20. SBC.
- Musgrove, A. T. et al. (2018). Real or fake? resources for teaching college students how to identify fake news. *College & Undergraduate Libraries*, 25 (3):243–260.
- Nascimento, C. E. G. (2020). Fake news, mentira organizada e educação: uma reflexão a partir do pensamento de hannah arendt. *Revista Docência e Cibercultura*, 4:243–263.

- Paraschivoiu, I., Buchner, J., Praxmarer, R., and Layer-Wagner, T. (2021). Escape the fake: Development and evaluation of an augmented reality escape room game for fighting fake news. *CHI PLAY '21: The Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 1:320–325.
- Passos, C. A., da Silva, F. R. M., Fernandes, I., Freire, P. M. S., and Goldschmidt, R. R. (2021). Jedi—um jogo educacional digital para apoiar a capacitação discente na identificação de fake news escritas em língua portuguesa: Estudos de caso nos ensinos médio e superior. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29:634–661.
- Passos, C. A., Silva, F. R., Souza, I. F., Freire, P. M., and Goldschmidt, R. R. (2020). Jogos educacionais digitais como ferramentas de apoio à capacitação discente na identificação de fake news escritas em língua portuguesa: Um estudo de caso. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 401–410. SBC.
- Rocha, P. S., Ferreira, B., Monteiro, D., Nunes, D. d. S. C., and do Nascimento Góes, H. C. (2010). Ensino e aprendizagem de programação: análise da aplicação de proposta metodológica baseada no sistema personalizado de ensino. *RENOTE*, 8(3).
- Roozenbeek, J. and Linden, S. (2019). Fake news game confers psychological resistance against online misinformation. *Palgrave Communications*, 5(1):65.
- Savi, R., Wangenheim, C., and Borgatto, A. (2011). Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2011)*, São Paulo.
- UNESCO (2019). Jornalismo, fake news desinformação: Manual para educação e treinamento em jornalismo. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368647.14/10/2022>.
- Urban, A., Hewitt, C., and Moore, J. (2018). Fake it to make it , media literacy, and persuasive design: Using the functional triad as a tool for investigating persuasive elements in a fake news simulator. In *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, volume 55, pages 915–916.
- Yang, S., Lee, J., Kim, H.-J., Kang, M., Chong, E., and Kim, E.-m. (2021). Can an online educational game contribute to developing information literate citizens? *Computers Education*, 161:104057.