

Uma Abordagem de Sistema de Tutoria Inteligente para Cooperação com a Atuação de Tutores Humanos

Aluisio José Pereira, CIn/UFPE, ajp3@cin.ufpe.br,
<http://orcid.org/0000-0003-2960-3481>

Alex Sandro Gomes, CIn/UFPE, asg@cin.ufpe.br,
<https://orcid.org/0000-0003-1499-8011>

Tiago Thompsen Primo, CDTec/UFPel, tiago.primo@inf.ufpel.edu.br,
<https://orcid.org/0000-0003-3870-097X>

Resumo: Este estudo tem o objetivo de apresentar uma abordagem que envolve a cooperação entre Sistema de Tutoria Inteligente (STI) e tutores humanos. Foram adotadas diretrizes do *Design Science Research* (DSR) para delinear um processo projetivo, com atividades de identificação de dificuldades e propostas de soluções, em contexto de tutorias do aprendizado online mediadas por uma plataforma social de aprendizagem. Os resultados sugerem proposições que combinam análise de dados, por sistemas inteligentes, com interações interpessoais de tutores humanos. Neste sentido, a compreensão das estratégias de cooperação do sistema foi facilitada pelo processo iterativo, envolvendo os tutores na especificação das soluções para abordar os pontos de maior dificuldade, contribuir com a atuação dos tutores humanos e proporcionar experiências de tutoria individualizadas e enriquecedoras aos estudantes.

Palavras-chave: sistema de tutoria inteligente, cooperação, tutores humanos, aprendizado online.

An Intelligent Tutoring System Approach for Cooperating with Human Tutors

Abstract: This study aims to present an approach that involves cooperation between Intelligent Tutoring Systems (ITS) and human tutors. Guidelines from the Design Science Research (DSR) methodology were adopted to design a project process with activities focused on identifying difficulties and proposing solutions in the context of e-learning tutoring mediated by a social learning platform. The results suggest propositions that combine data analysis by intelligent systems with interpersonal interactions of human tutors. In this sense, understanding the system's cooperation strategies was facilitated by the iterative process, involving tutors in specifying solutions to address the most difficult points, contributing to the performance of human tutors and providing individualized and enriching tutoring experiences to students.

Keywords: intelligent tutoring system, cooperation, human tutors, e-learning.

1. Introdução

Os avanços nas aplicações de Inteligência Artificial na Educação (IAEd), personalizam cada vez mais o ensino-aprendizado (Srinivasa; Kurni; Saritha, 2022; Alhazmi *et al.*, 2023; Zafari *et al.*, 2023). Dentre as aplicações, conforme Guo *et al.* (2021) e St-Hilaire *et al.* (2022), destaca-se a utilização dos *Intelligent Tutoring Systems* (ITSs) (tradução livre: Sistemas de Tutoria Inteligentes - STIs) como agentes pedagógicos, dotados de propósitos educacionais e tecnológicos para a personalização da educação formal via tutorias instrucionais, condizentes com as necessidades dos estudantes. As propostas dos ITSs vêm evoluindo ao longo de mais de duas décadas, chegando a permitir agentes desconectados do envolvimento humano (Baker, 2016; Alam, Mohanty, 2023). Entretanto, apesar de décadas de desenvolvimento destes sistemas, as atuações mútuas entre abordagens de ITS e tutores humanos não foram totalmente apropriadas, e continuam distantes de serem contempladas, apesar de ainda haver vantagens

exclusivamente humanas (Maldaner; Pozzebon; Dos Santos, 2023). Os tutores humanos ainda se fazem necessários para compreender o lado interpessoal dos estudantes e auxiliar no desenvolvimento de competências relacionadas à empatia, diálogo, resolução de conflitos, cooperação, cordialidade, maturidade e sociabilidade. Ou seja, competências e habilidades que valorizam a diversidade do contexto educacional para promoção do engajamento e agir pessoal e coletivo dos estudantes.

Para valorizar as capacidades humanas e agentes artificiais, cabe explorar soluções híbridas. Abordagens que vem se mostrando favoráveis em diferentes áreas, inclusive em atividades de tutoria (Echeverria *et al.*, 2022). Por exemplo, ao permitir que os tutores inteligentes realizem a extração de conhecimento e descoberta de padrões nos indicadores de engajamento dos estudantes, enquanto os tutores humanos se concentram em potencializar interações interpessoais. Proposta reforçada por Sætra (2022), que destaca a colaboração entre agentes humanos e artificiais como possibilidade para aumentar as capacidades de cada agente.

Dito isto, denominamos de “*Intelligent Peer Tutoring System*” (tradução livre: Sistema Inteligente de Tutoria por Pares), a capacidade de enfatizar o “*intelligent system*” como agente inteligente e apto a personalizar as tutorias, e o “*peer tutoring*”, na qualidade de descrever as cooperações entre sistemas inteligentes e tutores humanos, envolvendo ações mútuas de interações que impulsionam as tutorias. Neste sentido, este artigo complementa uma série de estudos conduzidos (Pereira *et al.*, 2021; Pereira; Gomes; Primo, 2022; Pereira *et al.*, 2023; Pereira; Gomes; Primo, 2023). Além disto, especifica e apresenta uma abordagem denominada de “Its.Redu”, dotada de estratégias de ITS para cooperar com a atuação de tutores humanos e aprimorar as tutorias no ensino-aprendizagem mediado por um contexto de plataforma social de aprendizagem.

Além desta introdução (Seção 1), o artigo apresenta mais três seções, assim dispostas: o método (Seção 2), onde está descrito o processo utilizado para conduzir a análise; os resultados e discussões (Seção 3), que apresenta as descobertas e reflexões; e as conclusões, limitações e sugestões de estudos futuros (Seção 4). Além disto, apresenta as conformidades éticas e as referenciais bases utilizadas.

2. Método

Com o propósito de especificar a abordagem de sistema “Its.Redu”, com o envolvimento dos tutores humanos, foram adotadas diretrizes do *Design Science Research* (DSR) (Lacerda *et al.*, 2013) e *design* de interação (Rogers; Sharp; Preece, 2013; Razak *et al.*, 2021). A Figura 1 apresenta as etapas do processo de *design*, que incluem a análise do problema, sugestão de solução e especificação iterativa.

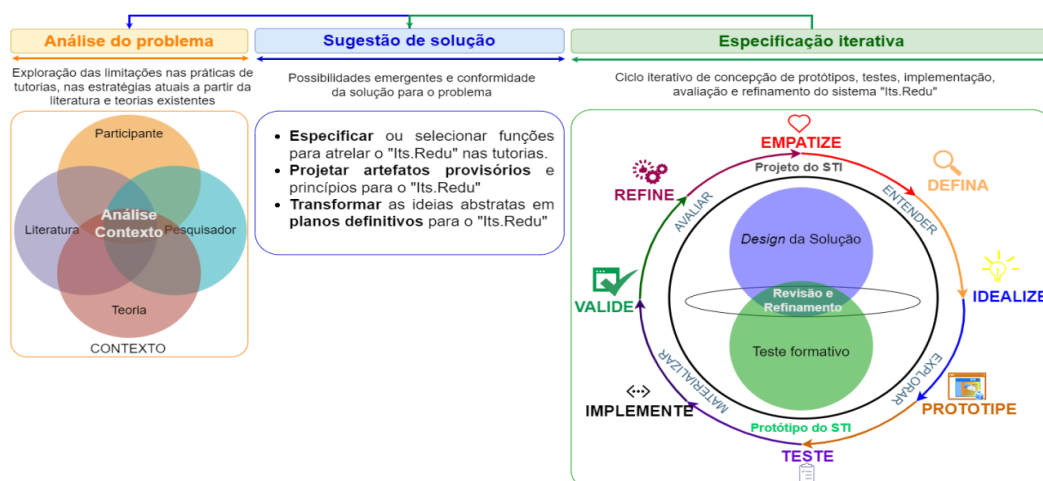


Figura 1 - Refinamento do problema e processo de *design* da especificação do “Its.Redu”.

As próximas seções detalham cada etapa apresentada (Figura 1), os procedimentos utilizados para refinamento do problema, solução proposta, técnicas para imersão no contexto, que envolveram as dimensões físicas, digitais e subjetivas da atuação de tutores humanos na geração e seleção de ideias para o sistema “Its.Redu”. Além disto, os resultados obtidos com a proposta de solução e uma reflexão acerca da especificação da proposta.

2.1. Contexto e Participantes

Foram conduzidos ciclos de especificação do sistema “Its.Redu”, que envolveram a coleta das percepções de tutores humanos sobre a dinâmica de tutoria na aprendizagem em meios digitais mediados pela plataforma Redu.Digital. Plataforma esta, que combina recursos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) com características de redes sociais (Reis; Gomes; De Souza, 2014; De Almeida *et al.*, 2020), para gerenciar cursos com Recursos Educacionais Digitais (REDs), fóruns de discussão, para permitir trocas e disseminação do conhecimento em meios virtuais (Pereira *et al.*, 2023). Deste contexto, cinco tutoras participaram ativamente das etapas da pesquisa. Com faixa etária entre 20 e 25 anos, graduadas em pedagogia ou letras com ênfase em língua portuguesa. As tutoras destacam-se com habilidades interdisciplinares, experiência profissional de dois a quatro anos em tutoria ou áreas relacionadas. As preferências de comunicação das tutoras, por meio virtuais, variam entre e-mail, *chat*, áudio e videoconferência. No contexto, elas atuam com a mediação do aprendizado online, em atividades de tutoria e apoio didático-pedagógico para estudantes de cursos da educação básica, técnica (ligada ao comércio e indústria) e ofertas de editoras.

2.2. Análise do problema

Do contexto, buscou-se entender as contingências da atuação e as dificuldades de tutoria. Para as análises adotaram-se técnicas etnográficas, que permite coletas de dados para compreensão de práticas humanas nos espaços físicos e digitais (Horst; Hjorth; Tacchi, 2012) (Pink *et al.*, 2015). Um instrumento de coleta sobre como tutores humanos atuavam para engajar os estudantes no aprendizado online, direcionou questões para reconstituição de cenários, quanto à temporalidade, materialidade, dimensionalidade e exequibilidade das atividades de tutoria. A temporalidade - para identificar o que tutores realizavam **antes** (*como percebem que devem realizar a atividade?*), **durante** (*quais passos conduzem durante a atividade?*) e **depois** (*quais implicações percebem que ocorrem depois da atuação?*) das atividades de tutorias. A materialidade - para mapear os **artefatos** (*como artefatos são percebidos e utilizados para mediar às atividades?*). A dimensionalidade - para ressaltar as **noções de espaço** (*quais espaços físicos e/ou digitais são transitados na vivência da atividade?*). E, a exequibilidade - para conectar as **experiências** (*como inferem ações necessárias que se conectam a vivências prévias da atividade?*).

Reencenaram-se as atividades de tutoria guiadas por questionamentos gravadas para análise posterior. Os registros das tutorias foram coletados em arquivos multimídia. As gravações foram utilizadas para as análises das contingências da tutoria que orientaram intervenções. A partir de categoria de atividades e subatividades que, neste caso, emergiram da atuação das tutoras participantes. As atividades e subatividades foram analisadas com estatísticas descritivas, das escolhas das tutoras em uma escala de 1 a 5, quanto: à **recorrência** [+ (pouco recorrente), + + + (recorrente), + + + + + (muito recorrente)], **dificuldade** [* (muito fácil), * * * (fácil), * * * * * (difícil)] **preferências** [♥ (gosto pouco), ♥♥♥ (gosto), ♥♥♥♥♥ (gosto muito)]. A relação média dada por: $Ac =$

$(r + d) - p$, onde: A_c , é atividade candidata; r , a recorrência; d , a dificuldade; p , a preferência., foi utilizada como determinante. Complementar ao entendimento descritivo foi conduzida uma análise de fatores latentes, que se justifica pela possibilidade de descoberta de padrões das atividades e subatividades subjacentes, que não necessariamente poderiam ser diretamente observados com contagens simples. Neste caso, a análise permitiu ajudar a fornecer uma compreensão mais profunda das atividades candidatas a serem conduzidas com o apoio da abordagem de sistema. Ou seja, quanto maior a recorrência e dificuldade, e menor a preferência às atividades, tornar-se-iam fortes candidatas a serem realizadas pelo sistema parceiro da tutoria. Do mesmo modo, quanto menor a recorrência e dificuldade, e maior a preferência às atividades, tornar-se-iam fortes candidatas a continuarem sendo realizadas pelos tutores humanos. As atividades principais foram decompostas em requisitos de sistemas, cujas técnicas e procedimentos são descritas a seguir.

2.3. Proposta de solução e especificação

A partir da lista de necessidades do conjunto das principais atividades e subatividades, foram propostas cooperações de tutorias que podem ser mediadas por possibilidades atuais de tutores inteligentes. Selecionaram-se diferentes requisitos de sistemas para o “Its.Redu” em um ciclo de especificação que adotou técnicas de elicitación, com descrição, modelagem de Casos de Uso (UC) e Processo de Negócio (BPMN). Técnicas que possibilitam uma modelagem visual, estruturada do sistema e permite representar a projeção futura (TO BE) (Pressman; Maxim, 2016). Além disto, complementou-se a especificação com protótipos de sistema para representar a disposição e conformidade com as necessidades levantadas nas tutorias.

3. Resultados e Discussões

Na Redu, tutores interagem com estudantes por mensagens via *chat*, postagens em murais das disciplinas ou nos fóruns de discussões de cada material de aula. Embora a atuação seja intensa, as dificuldades se agravam quando se trata de turmas com muitos estudantes. Despertando dificuldades que resultam em baixos níveis de envolvimento dos estudantes conforme observado em estudos anteriores (Pereira *et al.*, 2023). Isto leva os estudantes a utilizar estratégias descentralizadas em múltiplas plataformas (Kaieski; Grings; Fetter, 2015; Villalta; Silva, 2021). Neste sentido, os tutores inteligentes podem atuar em cooperação com os tutores humanos para apoiar o engajamento estudantil. E, não somente adotar estratégias automatizadas para replicar atividades desenvolvidas por tutores humanos (Gilbert; Dorneich, 2018; Anwar *et al.*, 2022). Sendo assim, elencou-se o conjunto de atividades decorrentes da atuação das tutoras no contexto da pesquisa.

3.1 Atividades da atuação de tutoria

Os registros de atividades da etnografia incluíram informações sobre os estilos de tutoria, os escopos de atuação, as ferramentas utilizadas, as intervenções realizadas pelas tutoras e os ajustes da tutoria (Pereira, Gomes, Primo, 2023). Além dos ambientes acessados, as práticas e o pensar-alto na reencenação de atividades de tutorias realizadas. As atividades identificadas incluíram: “Atividades Massivas” (AM), “Busca Ativa” (BA), “Acesso ao Ambiente” (AA), “Desempenho do Aluno” (DA), “Comunicação com outros setores” (CS), “Adição de materiais na plataforma” (AP), “Percentuais de conclusão” (PC), “Gerenciamento de planilhas” (GP), “Reuniões de equipe” (RE), “Palestras e apresentação” (PA), “Letramento digital” (LD), “Suporte

conforme limitações” (SL), “Acompanhamento dos chamados” (AC). E, respectivas subatividades, resultantes da atuação (conforme apresentado no Quadro 1).

Quadro 1 - Atividades e subatividades do contexto de tutoria.

#A	#S	Subatividades	Descrição
AM	AM01	Observar as informações	Monitorar e avaliar informações como: desempenho, progresso, e pedido de ajuda.
	AM02	Identificar de que curso	Verificar em qual curso o estudante está matriculado.
	AM03	Localizar o estudante	Encontrar e acessar o perfil do estudante no ambiente.
	AM04	Consultar nome dos estudantes	Verificar o nome completo do estudante.
	AM05	Consultar pelo e-mail	Verificar o e-mail do estudante registrado na plataforma.
BA	BA01	Analisar comentário	Analisar as dúvidas, deixadas pelo estudante nos comentários das atividades.
	BA02	Analisar pedidos de ajuda	Analisar as solicitações de ajuda do estudante para melhor ajudá-lo.
	BA03	Acompanhar pedido de tutoria	Monitorar e responder aos pedidos de tutoria dos estudantes.
	BA04	Contatar estudantes	Entrar em contato com estudantes e fornecer orientações em dúvidas.
	BA05	Acompanhar novos inscritos	Monitorar novos inscritos em cursos para garantir que possam iniciar suas atividades sem problemas.
	BA06	Acompanhar progresso	Acompanhar o progresso dos estudantes nos cursos, verificando o percentual de conclusão.
AA	AA01	Enviar mensagem de tutoria	Enviar orientações, conseguir ajudar a recuperar a senha do estudante.
	AA02	Enviar para o e-mail	Enviar informações e orientações importantes para o e-mail dos estudantes.
	AA03	Pedir para verificar e-mail	Ajudar os estudantes a acessar e-mail e <i>spans</i> para garantir que não percam informações importantes.
	AA04	Utilizar mensagem repetitiva	Utilizar mensagens padronizadas e repetitivas para aperfeiçoar a comunicação com os estudantes.
DA	DA01	Consultar índices de conclusão	Verificar o percentual de conclusão dos estudantes nos cursos e atividades.
	DA02	Manipular planilha e relatórios	Manipular planilhas de relatórios para coletar e analisar o desempenho dos estudantes.
	DA03	Acompanhar chamados	Acompanhar e responder aos chamados de solicitação dos estudantes.
CS	CS01	Contatar diretores	Entrar em contato com outros profissionais envolvidos no processo educativo para solucionar questões relacionadas à plataforma e aos cursos.
	CS02	Contatar coordenadores	
	CS03	Contatar outros Tutores	
	CS04	Contatar desenvolvimento	
AP	AP01	Manter materiais e cursos	Fazer cópias de materiais, módulos, cursos e períodos para disponibilizar aos estudantes.
	AP02	Copiar materiais	Fazer cópias de planilhas de materiais para organizar e gerenciar as atividades dos tutores.
	AP03	Disponibilizar links	Compartilhar links para ambientes externos, como: YouTube, Google Drive,
PC	PC01	Coletar índice de conclusão	Coletar informações sobre o percentual de conclusão dos estudantes nos cursos e atividades.
	PC02	Visualizar índice de conclusão	Envolve a visualização e compreensão da conclusão de cursos e módulos específicos.
	PC03	Compartilhar a conclusão	Envolve o compartilhamento de informações com: estudante, gestão, pedagógico, e outros.
GP	GP01	Manter planilhas via Drive	Envolve informações coletadas e compartilhadas, geralmente via planilha no Google Drive.
	GP02	Manter planilhas compartilhadas	Os tutores compartilhar as planilhas para outros membros terem acesso às informações dos estudantes, facilitando a continuidade do atendimento em caso de ausência ou mudança de tutor.
RE	RE01	Reunir tutores	Consiste na participação em reuniões com outros tutores para discutir questões relacionadas à plataforma, estratégias de ensino, <i>feedback</i> dos estudantes, entre outros assuntos relacionados.
	RE02	Interagir com tutores	Envolve a interação com outras equipes e setores da organização, como a gestão, pedagógico, TI e marketing, para solucionar questões relacionadas à plataforma.
	RE03	Gerir atividades de tutoria	Consiste em utilizar o Trello para gerir as tutorias, definindo prazos e responsabilidades.
	RE04	Reunir apoio	São reuniões realizadas em um local físico, com a presença dos tutores ou de outros colaboradores.
	RE05	Agendar reuniões virtuais	São reuniões realizadas por videoconferência, que permitem a interação virtual entre os participantes.
PA	PA01	Apresentar a plataforma	Consiste na apresentação da plataforma, incluindo suas funcionalidades e recursos disponíveis.
	PA02	Apresentar tópicos e assuntos	Envolve tutoria de temas sobre o curso ou disciplina, para aprofundar o conhecimento dos estudantes.
	PA03	Apresentar vídeos e materiais de suporte	Consiste na disponibilização de vídeos explicativos para auxiliar no uso da plataforma ou conteúdo específico.
LD	LD01	Orientar, em geral	Envolve tutoria de esclarecimentos sobre questões relacionadas à plataforma ou ao curso.
	LD02	Programar atividades e curso	Consiste no planejamento e organização de atividades e curso, que inclui definir prazos e materiais.
	LD03	Definir carga horária	Refere-se a fixar carga horária do curso, a partir da quantidade de conteúdo e o tempo de estudo.
	LD04	Buscar módulos e materiais	Envolve disponibilizar e organizar cursos, módulos e materiais, e orientações para acesso.
SL	SL01	Realizar de vídeo-chamadas	Consiste na realização de videoconferências com os estudantes para tutoria individualizada.
	SL02	Acompanhar via áudio	Consiste na utilização de mensagens de áudio para oferecer tutoria ou esclarecimentos aos estudantes.
	SL03	Agendar horário de tutoria	Envolve a definição de horários para tutoria personalizada, geralmente por meio de videoconferência.
AC	AC01	Redirecionar chamados	Consiste em identificar as dificuldades dos estudantes e classificar conforme apoio responsável.
	AC02	Redistribuir para responsáveis	Consiste em redistribuir demandas ou atividades de tutoria entre membros capazes de melhor resolver.
	AC03	Acompanhar pedido de suporte	Envolve utilizar ferramentas para receber e acompanhar a tutoria, no caso com o uso do TomTicket.

Nota: #A - codificação das atividades; #S - codificação das subatividades.

Para o conjunto de atividades e subatividades, obtiveram-se as métricas quanto à recorrência, dificuldade e preferências a partir da percepção das tutoras (Tabela 1).

Tabela 1 - Métricas da recorrência, dificuldade e preferências das atividades de tutoria.

#A	μ			Me			σ			σ^2			IQR			Ra		
	R	D	P	R	D	P	R	D	P	R	D	P	R	D	P	R	D	P
AM	4,00	1,58	2,33	4,00	1,00	2,50	0,95	0,90	1,23	0,91	0,81	1,52	1,25	1,25	2,00	3	2	4
BA	3,00	1,00	3,78	3,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	2,00	0	0	2
AA	3,67	2,56	1,33	3,00	3,00	1,00	1,00	1,42	1,00	1,00	2,03	1,00	2,00	2,00	0,00	2	4	3
DA	4,00	2,87	2,33	4,00	3,00	2,00	1,00	0,92	0,72	1,00	0,84	0,52	1,00	0,00	1,00	3	3	2
CS	2,33	2,06	2,94	2,00	1,50	2,00	1,33	1,16	1,51	1,77	1,35	2,29	2,00	2,00	3,00	4	3	4
AP	3,08	2,00	3,42	3,00	2,00	3,00	1,51	1,04	0,90	2,27	1,09	0,81	1,75	2,00	1,00	4	2	3
PC	3,67	2,56	3,22	3,00	3,00	4,00	0,87	0,88	1,48	0,75	0,78	2,19	1,00	0,00	2,00	2	2	4
GP	3,83	2,00	3,00	4,00	2,00	3,00	0,75	1,10	0,00	0,57	1,20	0,00	0,75	2,00	0,00	2	2	0
RE	2,75	4,50	1,83	2,50	4,50	1,00	1,87	0,52	1,34	3,48	0,27	1,79	3,25	1,00	2,00	4	1	4
PA	2,89	2,33	3,33	3,00	3,00	3,00	1,54	1,00	1,23	2,36	1,00	1,50	3,00	2,00	2,00	4	2	3
LD	4,00	2,67	2,78	4,00	3,00	3,00	1,00	0,50	0,67	1,00	0,25	0,44	2,00	1,00	0,00	2	1	2
SL	3,13	1,53	4,00	3,00	1,00	4,00	1,06	0,92	1,13	1,12	0,84	1,29	2,00	1,00	2,00	3	2	3
AC	3,00	1,67	3,00	3,00	1,00	3,00	0,00	1,00	1,23	0,00	1,00	1,50	0,00	2,00	1,00	0	2	3
Média	3,33	2,26	2,9	3,19	2,23	2,65	0,99	0,87	1,032	1,25	0,88	1,21	1,5	1,25	1,38	2,54	2	2,85

Nota: #A - Codificação das atividades; R - Recorrência; D - Dificuldade; P - Preferência; μ - Média; Me - Mediana; σ - Desvio padrão; σ^2 - Variância; IQR - Amplitude interquartil; Ra - Diferença entre o maior e o menor valor.

Complementar a análise descritiva, ao explorar as métricas, a partir de análise fatorial de dados mistos (Figura 2), visualmente relacionaram-se os fatores (recorrência, dificuldade e preferências) e as atividades e subatividades conduzidas pelas tutoras.

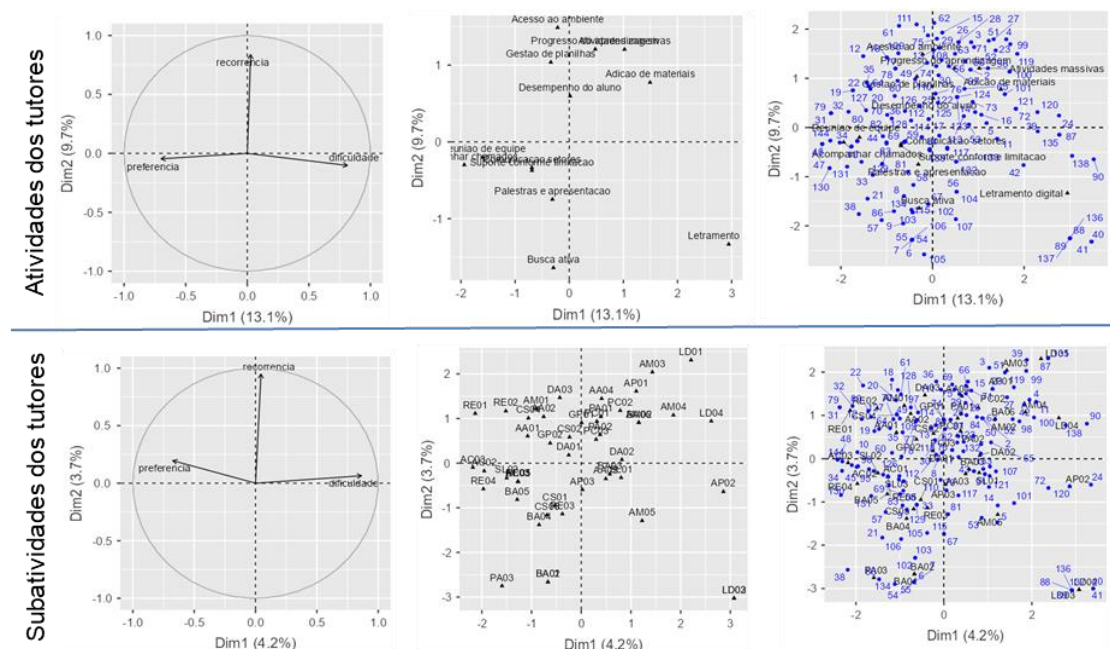


Figura 2 - Análise fatorial de dados mistos das atividades e subatividades dos tutores.

Dentre os fatores analisados, há maior frequência de recorrência das atividades relacionadas ao Acesso ao Ambiente (AA), Atividades Massivas (AM), Progresso da Aprendizagem (PA) e Busca Ativa (BA). Predominam como mais difíceis às atividades relacionadas ao Letramento Digital (LD) e como mais fáceis às relacionadas a Acompanhar Chamados (AC). Quanto às preferências, as atividades que mais se destacam são as Reuniões em Equipe (RE) e Acompanhar Chamados (AC). Dentre as atividades, as mais latentes resultaram da análise estatística multivariada *Latent Class Analysis* (LCA), com: número para as classes ($c = 3$), critério de informação de Akaike ($AIC = 1237$), critério de informação Bayesiano ($BIC = 1311$), entropia ($H = 4,12$), estatística da razão de verossimilhança ($G^2 = 101$ e $G^2 p = 0,416$), Pearson qui-quadrado da qualidade do ajuste ($\chi^2 = 103$ e $\chi^2 p = 0,361$). Em que, observaram-se as classes (Figura 3) que apresenta a latência a partir dos fatores variáveis analisados.

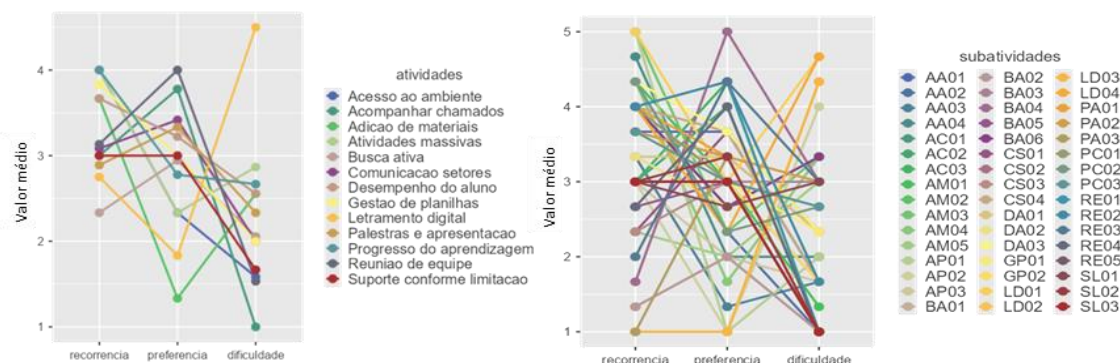


Figura 3 - Análise da latência média das atividades e subatividades dos tutores.

A partir das análises, denotou-se que as atividades relativas à Busca Ativa (BA), Desempenho do Aluno (DA) e Progresso da Aprendizagem (PA) mostram-se mais latentes e fortes candidatas a serem realizadas com a parceria do sistema “Its.Redu”. Enquanto isto, as atividades relativas à Acesso ao Ambiente (AA), Reuniões de equipe

(RE), Suporte conforme limitações (SL) mostram-se como candidatas a permanecerem sendo desenvolvidas por tutores humanos. Os resultados das modelagens para as atividades candidatas estão apresentados a seguir (Seção 3.2).

3.2 Abordagem de sistema “Its.Redu”

O “Its.Redu” resulta como um sistema para cooperação com a atuação dos tutores humanos nas principais atividades e subatividades de tutoria candidatas descobertas. As atividades relacionadas a busca ativa, desempenho e progresso de aprendizagem foram transformadas em especificações do sistema “Its.Redu”. A modelagem de Casos de Uso (UC) (Figura 4) apresenta dois atores (Tutor e o próprio sistema “Its.Redu”) associados aos UC com respectivas prioridades: **essencial** [azul]: extremamente necessário; **importante** [verde]: importante estarem contemplados; **desejado** [amarelo]: podendo ser contemplado em versões futuras. O Tutor (Figura 4), estar associado ao UC de acessar o sistema “Its.Redu”, visualizar cursos da atuação de tutoria, desempenho do aluno (DA), progresso de aprendizagem (PA), grupos de interação, pendências de tutoria, solicitar lista de pedidos de ajuda, acompanhar mensagens de tutoria e suporte, e visualizar relatório da aprendizagem (ambas relativas à atividade de BA). Já o sistema “Its.Redu” (Figura 4), aos UC principais de identificar usuário, acompanhar desempenho do aluno (DA), que inclui consultar percentual de conclusão e estende, gerar percursos de aprendizagem ou desempenho, gerar grupos de alunos por nível de interação que inclui aplicar classificação, podendo recomendar pares de ajuda que, por sua vez, inclui aplicar filtragem colaborativa e respectivamente verificar similaridade entre alunos, assim como, apresentar percursos de interação. Estende também, gerenciar progresso de aprendizagem que estende acompanhar progresso do aluno que, neste caso, é estendido por tutorar busca ativa dos alunos, envolve verificar alunos com pendências, analisar pedidos de ajuda e gerar lista de alunos que precisam de tutoria.



Figura 4 - Casos de Uso para os Atores envolvidos no sistema Its.Redu.

A partir dos UC, tem-se a modelagem do processo (TO BE) (Figura 5), que representa o fluxo de cooperação entre tutores humanos e o sistema “Its.Redu”. No caso, a cooperação inicia-se desde o momento em que tutores acessam o sistema “Its.Redu”, verificam os cursos da atuação de tutoria, acompanham os desempenhos dos estudantes, níveis de interação e com o sistema conduzem busca ativa dos estudantes. O “Its.Redu” gerencia os desempenhos dos estudantes, apresenta os níveis de interação, lista os alunos que precisam de tutoria e recomenda pares de ajuda. Nos subprocessos

para acompanhar o desempenho, o sistema monitora o percentual de conclusão dos alunos para analisar o progresso de cada aluno individualmente e indicar caminhos de aprendizagem. A classificação dos níveis de interação dos estudantes, o sistema consulta os indicadores de engajamento e aplica classificação dos estudantes. O gerenciamento da aprendizagem, em que acompanha o progresso dos estudantes, recomenda pares de ajuda e envia mensagem de tutoria, apresenta a plataforma e gera relatórios de desempenhos.

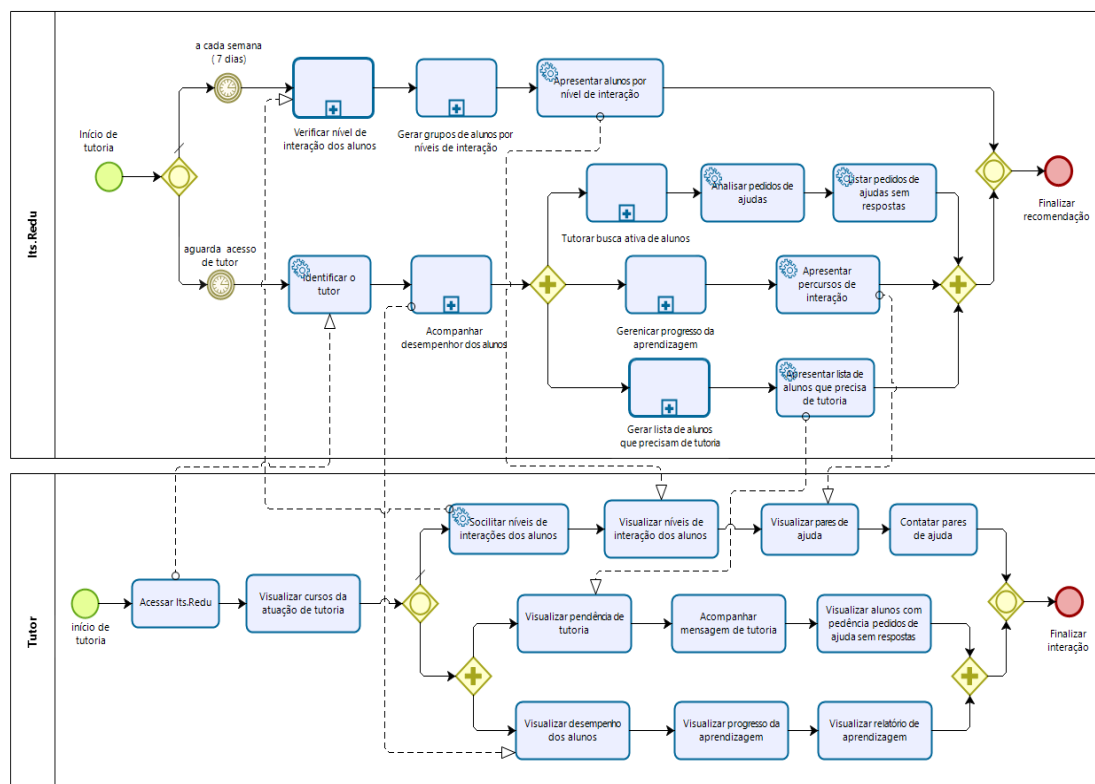


Figura 5 - Modelagem do processo (TO BE) de interação do tutor com o sistema Its.Redu

Para recomendar pares de ajuda (UC17), o sistema utiliza informações dos próprios estudantes e da lista de pedidos de ajuda. Em seguida, extrai informações do estudante que fez o pedido, com filtragem colaborativa e classificação, e recomenda os pares de ajuda mais similares. Quando há um par-de-ajuda disponível, o perfil dos usuários é registrado na base de dados. Este processo pode ser auxiliado por análise de agrupamento, conforme descrito por Borges *et al.* (2017). Os alunos sem tutoria também são listados e apresentados, para conduzir busca ativa, que permite as tutoras identificar estudantes que precisam de suporte adicional e fornecer tutoria personalizada para ajudá-los a superar eventuais dificuldades no processo de ensino-aprendizagem.

Complementar a modelagens de UC e BPMN, têm-se os protótipos do sistema “Its.Redu” (Figura 6), devidamente correlacionados a cada caso de uso (UC) que respectivamente estar correlacionados com as atividades de tutoria. Nestes, o acompanhamento do progresso da aprendizagem, do desempenho e das interações faz parte dos indicadores necessários para conduzir a estratégia da busca ativa dos estudantes. Estratégia que resulta na identificação dos estudantes que se encontram com baixos níveis de engajamento e precisando de tutorias. As especificações do sistema “Its.Redu” representadas nos protótipos de interfaces (Figura 6) deve permitir que o tutor consiga realizar perguntas e obter respostas sobre a plataforma e sobre o contexto do ambiente, em que podem: [UC01] Acessar o sistema “Its.Redu” e [UC03] Visualizar os cursos da atuação de tutoria. Além de permitir [UC16] Apresentar a plataforma e

ambientes de aprendizagem, a partir de estratégias de tutoria interativas com recomendações e mensagens para conhecer os recursos e incentivar a interação no aprendizado online conforme estudo conduzido (Pereira; Gomes; Primo, 2022). Compreender como as trocas interativas são compartilhadas no contexto do espaço e dos sujeitos, e como os percursos de aprendizagem são conduzidos em práticas individuais e coletivas, pode revelar significados e representações do acompanhamento do desempenho dos estudantes. Neste caso, o percentual de conclusão, desempenho por módulos, percursos de desempenhos e percursos de aprendizagem associados aos casos de uso [UC04 a UC08] que se referem a: [UC04] e [UC05] Visualizar e acompanhar desempenho dos alunos, [UC06] Consultar percentual de conclusão, [UC07] Gerar percursos de aprendizagem, [UC08] Gerar percursos de desempenhos.

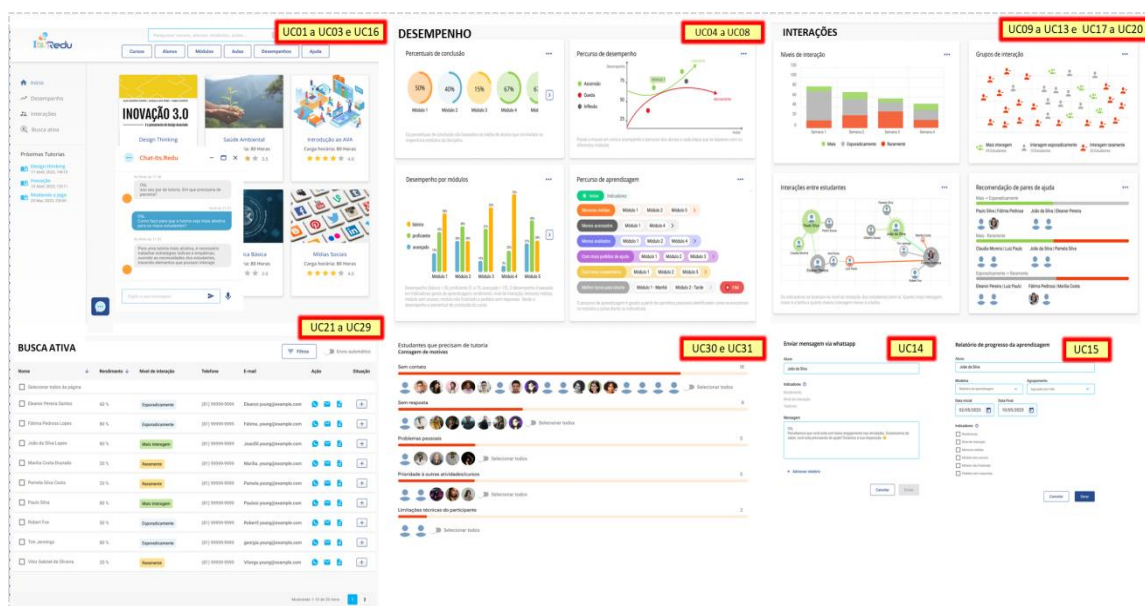


Figura 6 - Protótipos de telas do sistema “Its.Redu” parceiro de tutoria.

A classificação dos níveis de interação encontra-se associada aos casos de uso [UC09 a UC13], que se referem a: [UC09] Gerar grupos de alunos por nível de interação, [UC10] Aplicar classificação, [UC11] Visualizar grupos de interações, [UC12] Gerenciar progresso da aprendizagem, [UC13] Visualizar progresso da aprendizagem; e aos [UC17 a UC20], que se referem a: [UC17] Recomendar pares de ajuda, [UC18] Aplicar filtragem colaborativa, [UC19] Verificar similaridade entre alunos, [UC20] Apresentar percursos de interação. Permite-se que os estudantes que precisam de ajuda serão identificados eficientemente para tutoria. Associada aos casos de uso [UC21 a UC31], que se referem a: [UC21] Visualizar pendências de tutoria, [UC22] Gerar lista de alunos que precisam de tutoria, [UC23] Tutorar busca ativa dos alunos, [UC24] Acompanhar progresso do aluno, [UC25] Verificar aluno com pendência, [UC26] Analisar pedidos de ajuda, [UC27] Listar pedidos de ajuda sem respostas, [UC28] Acompanhar inscrições em cursos, [UC29] Analisar comentários, [UC30] Acompanhar pedido de tutoria, [UC31] Solicitar lista de pedidos de ajuda. Complementar a “busca ativa” tem-se o envio de mensagem para os estudantes, [UC14] Enviar mensagens de tutoria e suporte. A geração de relatório de progresso da aprendizagem, relacionado ao [UC15] Gerar relatório do progresso da aprendizagem. As dificuldades dos estudantes que retornaram o contato dos tutores devem ser mapeadas associando-se aos casos de uso [UC30] Acompanhar pedido de tutoria, [UC31] Solicitar lista de pedidos de ajuda.

4. Considerações

Neste artigo, foram analisadas as necessidades da atuação de tutores para especificar uma abordagem de sistema com o propósito de cooperar com as tutorais para promoção do engajamento dos estudantes no aprendizado online. No projeto, identificaram-se situações em que a colaboração entre humanos e sistemas inteligentes pode ser promissora, pois enquanto o sistema opera para analisar dados, o tutor humano pode se dedicar a interações interpessoais. A abordagem do sistema pode permitir acompanhar o desempenho dos estudantes em diferentes cursos, disciplinas, situações de progresso da aprendizagem e identificar pontos de melhoria. Além de direcionar previsões, com técnicas de IAEd, dos níveis de interações dos estudantes, que podem ser analisadas pela frequência, duração e natureza das interações. Identificar padrões de comportamento e os estudantes que precisam de ajuda recomendando pares de ajuda. A lista dos estudantes na busca ativa, mantida pelos indicadores de engajamento dos estudantes que estão com pendências e prestes a se desengajarem. Ao acompanhar os relatórios e enviar mensagens aos estudantes que necessitam de tutoria o sistema pode ajudar na estratégia de busca ativa dos estudantes. A especificação e compreensão das estratégias de cooperação do sistema foram possíveis graças ao processo iterativo com o envolvimento dos tutores na proposta de especificação das soluções, para direcionar aos pontos de maior dificuldade. Neste artigo, obtiveram-se resultados intermediários que compõe etapas de diversos outros artigos, que envolvem a construção do sistema e a realização de experimentos para avaliar a efetividade das cooperações nas tutorias e implicações no processo de ensino-aprendizagem.

Conformidade com os padrões éticos

Destaca-se: ter seguido preceitos éticos e morais para proteger os participantes envolvidos, não haver conflitos de interesse relatados, e ter obtido o consentimento dos tutores envolvidos na pesquisa. Assim como, o comprometimento com a Lei n.º 13.709/2018 vigente sobre proteção e anonimização de dados.

Referências

- Alam, A.; Mohanty, A. Foundation for the Future of Higher Education or ‘Misplaced Optimism’? Being Human in the Age of Artificial Intelligence. In: **Innovations in Intelligent Computing and Communication: First International Conference, ICHCC 2022, Bhubaneswar, Odisha, India, December 16-17, 2022, Proceedings**. Cham: Springer International Publishing. p. 17-29. 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23233-6_2
- Anwar, A. *et al.* Applying real-time dynamic scaffolding techniques during tutoring sessions using intelligent tutoring systems. **Mobile Information Systems**. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6006467>
- Alhazmi, A. K. *et al.* AI's Role and Application in Education: Systematic Review. **Intelligent Sustainable Systems: Selected Papers of WorldS4 2022**, Volume 1, p. 1-14. 2023. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7660-5_1
- Baker, R. S. Stupid tutoring systems, intelligent humans. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 26, p. 600-614. 2016. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0105-0>
- Borges, G. H. A. *et al.* Social Network for Education: What Are the Resources Desired by Students? In: **International Conference on Electronic Government and the Information Systems Perspective**. Springer, Cham. p. 263-277. 2017. https://www.doi.org/10.1007/978-3-319-64248-2_19
- Echeverria, V. *et al.* Designing Hybrid Human-AI Orchestration Tools for Individual and Collaborative Activities: A Technology Probe Study. **IEEE Transactions on Learning Technologies**. 2023. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3248155>

- De Almeida, G. M. *et al.* **Evaluating Entrepreneurial Perceptions on Blended Learning**. 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). *Anais IEEE*. 2020. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9282851/>>
- Gilbert, S.; Dorneich, M. Applying Human-Agent Team Concepts to the Design of Intelligent Team Tutoring Systems. In: **Intelligent Tutoring Systems: 14th International Conference, ITS 2018, Montreal, QC, Canada, June 11–15, 2018, Proceedings**. Springer. p. 457. 2018.
- Guo, L. *et al.* Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: a multidisciplinary and scientometric view. **Asia Pacific Education Review**, v. 22, n. 3. 2021. p. 441-461. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09697-7>
- Horst, H.; Hjorth, L.; Tacchi, J. **Rethinking ethnography**: An introduction. Media International Australia, v. 145, n. 1, p. 86-93, 2012.
- Kaieski, N.; Grings, J. A.; Fetter, S. A. Um estudo sobre as possibilidades pedagógicas de utilização do WhatsApp. **RENOTE**, v. 13, n. 2. 2015. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.61411>
- Lacerda, D. P. *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Maldaner, N.; Pozzebon, E.; Dos Santos, T. N. Proposta de implementação da Computação Afetiva no Sistema Tutor Inteligente MAZK: conciliando emoções com o processo de aprendizagem. **RENOTE**, v. 20, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.129153>
- Pereira, A. J. *et al.* Identificação e caracterização de níveis de interação no ensino remoto de emergência na Educação Básica. In: **Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2021. p. 145-156. 2021. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218498>
- Pereira, A. J.; Gomes, A. S.; Primo, T. T. Design de Sistema de Recomendação Educacional: abordagens com Mágico de Oz. In: **Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBC, 2022. p. 1184-1195. 2022. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225760>
- Pereira, A. J.; Gomes, A. S.; Primo, T. T. Desvendando a Resistência e as Estratégias dos Tutores Humanos para Engajar Estudantes no Aprendizado Online. **Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 3, p. 551-566, 2023. <https://doi.org/10.14571/brajets.v16.n3.551-566>
- Pereira, A. J. *et al.* Learning Mediated by Social Network for Education in K-12: Levels of Interaction, Strategies, and Difficulties. **Education Sciences**, v. 13, n. 2, p. 100. 2023. <https://doi.org/10.3390/educsci13020100>
- Pink, S. *et al.* **Digital ethnography**: Principles and practice. Sage. 2015.
- Pressman, R. S.; Maxim, B. R. **Engenharia de Software-8ª Edição**. 8ª ed. Porto Alegre: [s.n.].
- Razak, T. R. *et al.* A framework to shape the recommender system features based on participatory design and artificial intelligence approaches. **IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)**, v. 10, n. 3, p. 727. 2021. <https://doi.org/10.11591/ijai.v10.i3.pp727-734>
- Reis, S. C.; Gomes, A. F.; De Souza, R. S. Explorando a Rede Social Educacional no ensino de línguas: possibilidades, gêneros e multiletramentos. **RENOTE**, v. 12, n. 1. 2014. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.50280>
- Rogers, Y.; Sharp, H.; Preece, J. **Design de Interação**. Bookman ed. [s.l.: s.n.].

- Sætra, H. S. Scaffolding Human Champions: AI as a More Competent Other. **Human Arenas**, p. 1-23. 2022. <https://doi.org/10.1007/s42087-022-00304-8>
- Srinivasa, K. G.; Kurni, M.; Saritha, K. Aproveitando o poder da IA para a educação. In: **Métodos de aprendizagem, ensino e avaliação para aprendizes contemporâneos: pedagogia para a geração digital**. Cingapura: Springer Nature Cingapura. p. 311-342. 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6734-4_13
- St-Hilaire, F. *et al.* A New era: Intelligent tutoring systems will transform online learning for millions. **arXiv preprint arXiv:2203.03724**. 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.03724>
- Villalta, R. A. A.; Silva, L. B. S. Espaços de afinidade: teoria e prática do uso de redes sociais na sala de aula. In: **CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)**, 6. 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. p. 472-478. 2021. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/17596>
- Zafari, M. *et al.* Artificial intelligence applications in K-12 education: A systematic literature review. **IEEE Access**. 2022. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3179356>