



Edição temática sobre a retomada da IA em Educação: história e novas questões

Palavras-chave: Ética da IA; IA na Educação; Educação Inteligente.

Apresentação

A revista eletrônica *Tecnologias, Sociedade e Conhecimento* é uma publicação científica do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP), inaugurada há 10 anos, quando o NIED celebrava seus 30 anos de existência. Comprometida com reflexões sobre os avanços da Informática na Educação, a revista visa oferecer à comunidade um espaço de discussão – a partir de diferentes perspectivas teóricas, disciplinares e interdisciplinares - sobre o estado atual, os avanços e as tendências futuras de tecnologias relacionadas a contextos de ensino-aprendizagem formais e não formais em nossa sociedade.

A revista é voltada para a divulgação de trabalhos acadêmicos por meio da promoção do acesso livre à informação. Alinhada aos meios contemporâneos de construção, difusão e compartilhamento de conhecimento, a revista é veiculada e gerenciada pelo sistema OJS¹/PKP a partir do NIED. A propriedade Intelectual do conteúdo nela veiculado está oferecido sob Licença Creative Commons (CC-BY)².

Esta edição apresenta um artigo internacional convidado, dois artigos e dois relatos de experiência selecionados para o tema proposto, além de três artigos selecionados do fluxo regular de submissões de trabalhos à revista. As contribuições deste volume foram escritas por autores atuantes nas comunidades internacional e Brasileira de informática na educação, originários de instituições de ensino e pesquisa públicos e privados, de diferentes estados da federação (DF, MG, PR, RS, SC e SP), e de outros países (China, EUA, Rússia). Os trabalhos envolvem aspectos relevantes da Informática na Educação, situados em vários níveis de

¹ O Open Journal Systems é um software desenvolvido pela Universidade British Columbia para a construção e gestão de publicações periódicas eletrônicas. No Brasil foi traduzido e customizado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e recebeu o nome de Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER).

² <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

educação (da educação básica ao ensino superior), com foco especial no tema principal, mas não restritos a este.

As contribuições deste volume para o espaço de discussão da revista foram escritas por vinte e cinco autores afiliados a universidades estrangeiras e brasileiras: *Hangzhou Normal University (China)*, *Harvard University (US)*, *PUCRS*, *UnB*, *UFPEL*, *UFPR*, *UFSC*, *USP*, *UFU*; ainda, uma coautora é pesquisadora no *Institute for Information Technologies in Education da UNESCO*. A maioria dos trabalhos aborda aspectos relevantes da temática proposta neste número da revista.

Sobre o tema principal deste número

As palavras “inteligência artificial” ou seu acrônimo “IA” estão agora espalhadas no discurso das pessoas na vida social cotidiana (meios de comunicação, filmes, imaginação), significando coisas diferentes para pessoas diferentes. Às vezes IA é tão onipresente que quase não a percebemos, por exemplo, quando nossa câmera está otimizando a captura de uma foto. Às vezes ouvimos histórias assustadoras sobre a IA assumindo o controle da vida cotidiana, por exemplo, quando algumas decisões tomadas pelos sistemas computacionais (com IA) nos impedem de obter um empréstimo no banco, ou roubando a cena hollywoodiana literalmente. Em resumo, abundam mitos e equívocos, ao mesmo tempo em que não podemos ser ingênuos a respeito do seu potencial para o bem ou para o mal, tornando a sua utilização muito complexa.

Não existe uma resposta simples para o que é IA. Floridi e COWLS³ numa publicação recente dizem sabiamente que se trata de uma área de investigação ainda em busca de uma definição. No entanto, poderíamos dizer que IA envolve a concepção de sistemas informáticos/computacionais que apresentam algum raciocínio baseado em diferentes paradigmas (lógica, conhecimento, métodos probabilísticos, aprendizagem automática, inteligência incorporada etc.). Exemplos de tais sistemas incluem Sistemas Especialistas, por exemplo, aqueles sistemas clássicos que informam sobre diagnósticos médicos, Sistemas Autônomos (quem não ouviu falar do projeto do carro autônomo?) e Sistemas Ambientais (compostos por sensores e atuadores no ambiente). A IA nasceu da visão compartilhada destes senhores: John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon e Nathaniel Rochester, matemáticos e engenheiros, que em 1955 escreveram uma proposta para o Projeto de Pesquisa de Verão da Universidade de Dartmouth, para discutir o assunto. Eles conjecturaram

³ FLORIDI, L.; COWLS, J. A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review*, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>. Acesso em: 23 abr. 2024.

à época que todos os aspectos da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência poderiam, em princípio, ser descritos com tanta precisão que uma máquina poderia ser construída para simulá-los.

Cinquenta anos após a Conferência de Dartmouth, outra conferência foi organizada para discutir os primeiros 50 anos da área e prospectar seu futuro. Esta conferência, AI@50⁴, contou com a participação de alguns dos participantes da primeira, entre eles Minsky, Solomonoff e Turkle. Minsky expressou sua preocupação em relação à publicação apenas de casos de sucesso. Para ele, para ser considerada uma ciência, as falhas deveriam ter visibilidade e atenção também. Ray Solomonoff trouxe suas preocupações sobre algo que nossa sociedade já está vivenciando: o uso político, e às vezes indevido, das tecnologias disruptivas da IA. Sherry Turkle, uma socióloga proeminente que trabalha em Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, expressou que as suas preocupações eram menos sobre as capacidades dos computadores do que sobre as nossas vulnerabilidades quando confrontados com inteligências artificiais muito sofisticadas.

No que diz respeito à Educação, uma década após a fundação da IA como disciplina, o início da AIEd (*Artificial Intelligence in Education*) é exemplificado pelo SCHOLAR, um sistema tutor para o ensino de Geografia Sul-Americana, introduzido por Carbonell⁵ em 1970. O sistema tinha como características uma representação explícita de conhecimento (através de redes semânticas), o poder de raciocinar sobre o seu conhecimento para tirar conclusões não explicitamente codificadas, e responder a perguntas sobre o que sabia. SCHOLAR inaugurou uma arquitetura conceitual para sistemas AIEd centrados no aluno, constituída por: um modelo explícito do que deveria ser ensinado (o conhecimento); como deveria ser ensinado (estratégia de ensino); um modelo evolutivo das competências do aluno; e uma interface simples para interação aluno-sistema.

As questões éticas contemporâneas em torno do uso da AIEd não estavam tão em evidência no início, como coloca Du Boulay⁶, um dos pioneiros na área. Diferentemente, os principais

⁴ MOOR, J. The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The next fifty years. **AI Magazine**, v. 27, n. 4, p. 87–91, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1911>. Acesso em: 23 abr. 2024.

⁵ CARBONELL, J. R. AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. **IEEE Transactions on Man-Machine Systems**, v. 11, p. 190–202, 1970. DOI: <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>. Acesso em: 23 abr. 2024.

⁶ DU BOULAY, B. Artificial Intelligence in Education and Ethics. In: ZAWACKI-RICHTER, O.; JUNG, I. (eds.). **Handbook of Open, Distance and Digital Education**. NY: Springer, 2023. p. 93-108. Disponível em: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-981-19-0351-9>. Acesso em: 23 abr. 2024.

receios recentes envolvem: dados dos alunos recolhidos e potencialmente desviados de sua finalidade principal (por exemplo uso comercial dos dados); o potencial da IA para introduzir preconceitos adicionais nas decisões educativas e aumentar a desigualdade (por exemplo relacionadas a questões de gênero, etnia etc.); e desequilíbrio entre as tomadas de decisão que retemos e que delegamos a agentes artificiais (por exemplo perda da autonomia).

Com relação ao controle sobre os dados, Williamson⁷ nos alerta sobre a entrada de empresas “Big Tech” no campo da educação, normalmente com ferramentas voltadas para o aluno, para que possam recolher os dados do aluno para fins comerciais. Como podemos garantir que os alunos tenham mais controle sobre os dados gerados quando interagem com a tecnologia educacional? Como nos proteger do uso indevido de dados por terceiros? Em relação às questões de sistemas voltados para a administração estudantil, Acikkar e Akay⁸ relatam um estudo no qual técnicas de aprendizado de máquina foram usadas para gerar um modelo preditivo de se os alunos seriam admitidos na universidade, com base em seu desempenho em testes de capacidade física, pontuações em um Exame Nacional e nota do ensino secundário. As análises foram feitas retrospectivamente. A dimensão ética de tais previsões ganha atenção se tais previsões forem feitas prospectivamente, com decisões reais sem nenhum humano no circuito, como apontado por Du Boulay.

Para enfrentar estas questões, foram desenvolvidos vários códigos de ética que abrangem aspectos da concepção à implantação de tecnologia baseada em IA. Tais códigos de ética se inspiram em outras áreas do conhecimento, como por exemplo a Bioética; em particular destacamos as 23 recomendações para a IA ética da UNESCO⁹.

Apesar das diferenças na sofisticação técnica desde 1956, o que ainda une a área de IA parece ser a visão comum de que os computadores podem realizar tarefas inteligentes (embora não aborde o conceito de inteligência em si). A propósito, esta visão também é reconhecida no documento da UNESCO sobre a Ética da IA. Em resumo, se quisermos construir uma utilização socialmente responsável da IA na Educação, precisamos envolver as

⁷ WILLIAMSON, B. Silicon startup schools: Technocracy, algorithmic imaginaries and venture philanthropy in corporate education reform. *Critical Studies in Education*, v. 59, p. 218–236, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/17508487.2016.1186710>. Acesso em: 23 abr. 2024.

⁸ ACIKKAR, M.; AKAY, M. F. Support vector machines for predicting the admission decision of a candidate to the School of Physical Education and Sports at Cukurova University. *Expert Systems with Applications*, v. 36, p. 7228–7233, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.09.007>. Acesso em: 23 abr. 2024.

⁹ UNESCO (2022). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. 2022. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>. Acesso em: 23 abr. 2024.

pessoas (partes interessadas) no ciclo, e estar conscientes das falhas e das nossas vulnerabilidades quando confrontados com sistemas sofisticados.

Ao ler as contribuições desta edição da TSC convidamos o leitor a analisar estas e outras questões e refletir sobre oportunidades e desafios da nova IA em Educação!

Sobre os Artigos

No campo da educação, existe uma preocupação política premente relativa à utilização de tecnologia inteligente para transformar o ecossistema educativo e remodelar o processo de ensino. O artigo convidado, de Yang et al. (2023)¹⁰, define “educação inteligente” como aquela baseada em comportamentos educacionais sistêmicos fornecidos por escolas, regiões ou governos, com características de alta experiência de aprendizagem, adaptação de conteúdo de aprendizagem e eficiência de ensino. Neste artigo, à luz do *Sustainable Development Goal 4* da UNESCO¹¹ e do desenvolvimento e implementação de estratégias para a educação inteligente do IITE¹², os autores baseiam-se em estudos documentais chineses para análise de questões políticas relacionadas à educação inteligente na China de 2013 a 2023. O SDG4 é um compromisso de “garantir uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. As conclusões do estudo enfatizam a importância da governança proativa e da formulação de políticas, do estabelecimento de ambientes de aprendizagem adaptativos, da integração da tecnologia para promover práticas transformadoras de ensino e de aprendizagem, e considerações gerais para a implementação sustentável da educação inteligente.

O artigo de Ferreira et al. (2023)¹³ apresenta uma abordagem baseada em Redes Bayesianas e ontologias, para representar e tratar informações sobre o nível de conhecimento e comportamento de estudantes e, assim, medir seu desempenho. Um “modelo de estudante” dinâmico, probabilístico, independente de domínio, extensível e reutilizável é apresentado. o Modelo de Estudante (ME), representa não somente informações sobre o nível de

¹⁰ YANG, J.; LIN, R.; SUN, Y.; CHU, J.; AMELINA, N. Leveraging smart education for sustainable development in the digital era: insights from China's four key pillars. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

¹¹ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

¹² IITE: UNESCO Institute for Information Technologies in Education

¹³ FERREIRA, H. N. M.; ARAÚJO, R. D.; DORÇA, F. A.; CATTELAN, R. G. Integração de técnicas de Inteligência Artificial para modelagem probabilística do estudante em ambientes virtuais de aprendizagem. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**. v.10, n. 2, dez. 2023.

conhecimento do estudante, mas também suas principais características. Com base no ME, o sistema pode ajustar suas características a diferentes perfis de aprendizagem. O modelo proposto foi integrado a uma plataforma educacional, *Classroom eXperience (CX)*, servindo de base para validação e experimentação da abordagem.

Motivado pelo *Global Education Monitoring Report 2023 - GEM* da UNESCO, e pela Política Nacional de Educação Digital 2023 (PNED) do Brasil, o artigo de Oliveira. Isotani e Bittencourt (2023)¹⁴ apresenta uma nova classificação para os clássicos Sistemas Tutores Inteligentes (STI), baseada em áreas do conhecimento. Os autores apresentam um mapeamento sistemático de literatura (MSL) que classifica os STI por áreas de conhecimento, com o objetivo de compreender sua distribuição e aplicação, entre 1956 e 2023. Dos 907 casos de aplicações de STI mapeadas, 80% estão concentrados em seis áreas: Matemática, Letras, Ciência da Computação, Medicina, Engenharia Elétrica e Física. Os autores observam que 26 áreas de conhecimento não apresentaram qualquer registro de aplicações de STI. Essa ausência sugere uma lacuna de pesquisa e aplicação em uma ampla gama de disciplinas. A análise das publicações mais citadas nas principais áreas de conhecimento revelou obras-chave que influenciaram o campo. As implicações práticas incluem oportunidades para otimizar o potencial de STI na educação e informar formuladores de políticas públicas sobre o uso de STI para treinamento em diversas disciplinas.

Silva e Kampff (2023)¹⁵ relatam sobre sua experiência de utilização da Inteligência Artificial Generativa (IAG), para enriquecer a concepção de planos de aula e fomentar experiências de aprendizado mais imersivas e significativas. Os autores investigam os benefícios, potenciais e desafios intrínsecos à aplicação de ferramentas de IAG, no caso o Chat GPT, destacando a experiência da elaboração da atividade educacional denominada Porto Real. Seu Relato de Experiência também convida os leitores a uma reflexão mais profunda sobre o papel da Inteligência Artificial na configuração da educação contemporânea. Os autores olham com otimismo para a nova tecnologia e se perguntam: *Qual é o lugar do educador e do estudante em um ambiente com a presença da inteligência artificial, como o chat GPT? Como a inteligência artificial pode ser usada para personalizar o ensino e melhorar a aprendizagem*

¹⁴ OLIVEIRA, A. S. F.; ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. I. Tecnologia Educacional na Era da IA: Explorando a aplicação de Sistemas Tutores Inteligentes nas diferentes áreas do saber. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

¹⁵ SILVA, D. S.; KAMPPFF, A., J., C. A inteligência artificial generativa como ferramenta educativa: perspectivas futuras e lições de um relato de experiência. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

dos alunos? Quais são os desafios éticos e morais relacionados ao uso da inteligência artificial na educação?

Jaques (2023)¹⁶ relata sua experiência como pesquisadora de IA em Educação, explorando o emprego de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) no contexto brasileiro, focando em ambientes computacionais que oferecem aprendizado personalizado. Destaca dois casos: o PAT2Math, aplicado em escolas de ensino fundamental, que resultou em melhorias nas habilidades algébricas dos estudantes e aumentou o engajamento; e o Feeper, adotado em cursos universitários de programação, que otimizou o processo de feedback e diminuiu a carga de trabalho docente por meio de correções automáticas de exercícios. Segundo a autora, essas experiências ilustram usos da Inteligência Artificial para personalizar o ensino e oportunizar a educadores o refinamento de suas metodologias. Além disso, o artigo sugere áreas para futuras investigações, incluindo a detecção de emoções dos estudantes e a integração com IA Generativa, ampliando o entendimento da IA em Educação.

Os artigos de Estevo (2023)¹⁷, Santos e Leite (2023)¹⁸, e Will et al. (2023)¹⁹, sintetizados a seguir, contribuem ao fluxo contínuo de trabalhos da revista.

Estevo investiga sobre o ensino de *startups* de software, por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). O texto aborda circunstâncias sobre a criação, condições de operação, transformação para um modelo de negócios e planos de fundação de *startups*. Este artigo também buscou identificar as ferramentas, modelos, métodos e metodologias que são aplicados no ensino e aprendizagem do assunto para alunos de graduação nas instituições de ensino superior. A partir do MSL foram selecionados 32 estudos. O MSL resultou na descoberta das práticas empregadas tais como a Aprendizagem Experiencial, o Estudo Empírico e o Método Experimental. A partir desses resultados, algumas suposições e direcionamentos foram delineados e apresentados buscando melhorar a qualidade do ensino, motivação dos alunos e o alinhamento entre a academia e o mercado de trabalho. Em particular, a percepção dos alunos sobre o processo de ensino é apontada pela autora como

¹⁶ JAQUES, P. A. Da teoria à prática em sala de aula: experiências e insights de uma pesquisadora em Inteligência Artificial aplicada à educação. *Tecnologias, sociedade e conhecimento*, v. 10, n. 2, dez. 2023.

¹⁷ ESTEVO, C. A. O ensino de startups de software em cursos da área de computação. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

¹⁸ SANTOS, G. L. G. C. dos; LEITE, L. L. Explorando a relação entre recursos educacionais usados na educação superior a distância e a evasão. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

¹⁹ WILL, D. E. M. et al. Formação e conhecimentos de docentes universitários para a integração de tecnologias digitais no ensino remoto. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 10, n. 2, dez. 2023.

uma lacuna, em termos de avaliação durante o curso, assim como o entendimento de como ocorre o processo da docência em relação ao tema.

O trabalho de Santos e Leite apresenta um estudo de caso exploratório com abordagem qualitativa que analisou a relação entre o uso de recursos educacionais em ambientes virtuais de aprendizagem, na Educação Superior a distância, e as taxas de evasão. O artigo apresenta um levantamento sobre o uso de recursos de tecnologias educacionais utilizadas em cursos de nível superior na modalidade de EaD do programa UAB em Universidade Pública, as taxas evasão dos estudantes no programa e uma discussão acerca da relação entre a evasão e o uso de recursos educacionais síncronos e assíncronos. Os resultados relacionam os recursos de tecnologias educacionais, disponibilizadas no AVA, em cursos de graduação do programa UAB em uma Universidade Pública com dados da evasão. As autoras apresentam uma análise crítica dos resultados da pesquisa, destacando as implicações e as contribuições do estudo.

O artigo de Will e colegas aborda a formação docente para a integração de tecnologias digitais no ensino superior remoto. Envolveu conhecer a percepção de docentes de uma universidade federal pública brasileira sobre sua formação e seus conhecimentos para tal integração, que ocorreu durante a pandemia da COVID-19. O estudo, de natureza exploratória, baseou-se em respostas de 334 professores a um questionário; a pesquisa teve aprovação de Comitê de Ética local. O artigo analisa como esses docentes consideram seus conhecimentos para a atuação com tecnologias digitais e de que forma buscaram novas aprendizagens docentes diante da situação de ensino remoto. Os resultados apontam que além das formações oferecidas pela universidade, os docentes buscaram conhecimentos por conta própria, em fontes diversificadas, realizaram trocas entre os pares, bem como com os estudantes.

Boa Leitura!

Agradecimentos

Queremos agradecer aos autores que contribuíram com seu trabalho para esta edição da revista, aos pesquisadores, docentes e colaboradores do NIED e à comissão interna que trabalhou para que ela se concretizasse e, especialmente, aos avaliadores dos artigos deste número.

- Alessandra Rodrigues
- Diego Dermeval
- Elaine Harada
- Emanuel Felipe Duarte
- Emanuel Queiroga
- Fábio Ferrentini Sampaio
- Flávia Linhalis
- Ig Bittencourt
- João Batista Bottentuit
- José Manuel Moran Costas

- Juarez Bento da Silva
- Júlio dos Reis
- Luiz Rodrigues
- Lynn Rosalina Gama Alves
- Marco Antonio Garcia
- Marcus Vinicius Basso
- Maria E. Brito Prado
- Maria Helena C. H. Jardim
- Miguel Said Vieira
- Monica Pagel Eidelwein
- Odair Marques da Silva
- Rafael Ferreira Mello
- Ranilson Paiva
- Rodrigo Bonacin
- Rosa Maria Vicari
- Tel Amiel

Maria Cecília Calani Baranauskas,
Editora Chefe.
Instituto de Computação – UNICAMP
mccb@unicamp.br

José Armando Valente,
Editor Chefe.
NIED & Instituto de Artes – UNICAMP
jvalente@unicamp.br