

GRANDES DESAFIOS

Sociedade Brasileira de Computação

I SEMINÁRIO DOS GRANDES DESAFIOS DA
EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO NO BRASIL:
TRABALHOS APRESENTADOS
LEILA RIBEIRO E RODRIGO DURAN



Organizadores

Leila Ribeiro
Rodrigo Duran



I Seminário dos Grandes Desafios da Educação em Computação no Brasil: Trabalhos Apresentados

Sociedade Brasileira de Computação

Porto Alegre

2024



Esta obra está sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY). Você pode redistribuir este livro em qualquer suporte ou formato e copiar, remixar, transformar e criar a partir do conteúdo deste livro para qualquer fim, desde que cite a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S471 Seminário dos Grandes desafios da Educação em computação no Brasil (1. : 27 – 28 novembro 2024 : São Paulo)
Trabalhos apresentados [recurso eletrônico] / organização: Leila Ribeiro e Rodrigo Duran. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024.
221 p. : PDF

Modo de acesso: World Wide Web.
ISBN 978-85-7669-659-9 (e-book)

1. Computação. 2. Tecnologia. 3. Avanços científicos. I. Ribeiro, Leila. II. Duran, Rodrigo. III. Sociedade Brasileira de Computação. IV. Título.

CDU 004(063)

Ficha catalográfica elaborada por Annie Casali – CRB-10/2339



Sociedade Brasileira de Computação

Av. Bento Gonçalves, 9500
Setor 4 | Prédio 43.412 | Sala 219 | Bairro
Agronomia Caixa Postal 15012 | CEP 91501-970
Porto Alegre - RS
Fone: (51) 992526018
sbc@sbc.org.br



I Seminário dos Grandes Desafios
da Educação em Computação no
Brasil: Trabalhos Apresentados

Índice

Apresentação	1
Aprendizagem entre Pares no Ensino de Computação: Fortalecendo a Relação Ensino-Aprendizagem	2
Uma Educação para Inovação em Ciência da Computação	10
Promoção e disseminação de práticas educacionais abertas para o desenvolvimento e a consolidação de ecossistemas dedicados à Educação em Computação	19
Inovações Metodológicas na Educação em Computação	26
A Integração de Soft Skills e Problem/Project Based Learning na Educação em Computação para uma Formação Centrada no Estudante	31
Educação 5.0 em Computação e Engenharia	41
A Educação como caminho para um Ambiente Diverso e Igualitário	48
Formação de Professores de Computação do Ensino Superior: diversidade, equidade e inclusão	58

Diversidade de Gênero na Educação em Computação: Um Desafio Persistente em um Mundo em Evolução.....	64
IDEA nos Currículos de Computação: dos documentos às práticas educacionais.....	73
Literacia de Dados para Todos: Desafios da Educação em Computação na Era da Interação Humano-Dados	83
O desafio de promover correção da aprendizagem, sensibilidade ao contexto e explicabilidade nas plataformas de e-learning	91
Ensino de Programação (e Computação) na Era da IA Generativa.....	101
O Papel do Pensamento Computacional e da Inteligência Artificial Generativa na Formação Acadêmica em Cursos Superiores de Computação	106
A educação na Cidade Inteligente: Inteligência Artificial e outras tecnologias computacionais como Ferramentas para a Construção de Perspectivas Futuras.....	116
Construindo Mentes Preparadas para o Futuro: O Poder de um Currículo Dinâmico de Ciência da Computação	126
Enfrentando os Desafios do Tecnicismo Reducionista na Computação	135
Educação Básica e Computação: Os Desafios da Capacitação Docente.....	147
Formação de Professores de Computação de Etnias Indígenas.....	154
Implementação da Computação na Educação Básica: Por uma Pedagogia do Sentido da Vida	164

O ensino de computação para crianças na educação infantil	173
Computação na Educação Básica: A Importância da Produção de Material Didático e Perspectivas de Pesquisa.....	183
Sob as luzes da ONU e OCDE: direcionando desafios para Ensino de Computação na Educação Básica do Brasil.....	193
Ensino de computação na formação de profissionais das ciências sociais, ciências humanas, linguística e letras	199
Desafio do ensino adaptativo através de plataformas digitais na educação especial no Brasil.....	205

Apresentação

É com grande satisfação que apresentamos o sumário dos trabalhos apresentados no primeiro seminário dos grandes desafios da educação em computação. Este primeiro seminário é ainda mais emblemático pois decorre de um reconhecimento e apoio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) ao ensino de Computação no Brasil, particularmente em um momento onde a Computação torna-se obrigatória na educação básica com a aprovação do anexo à Base Nacional Curricular Comum (BNCC).

O seminário foi realizado em novembro de 2024 e contou com a participação de mais de 80 autores que submeteram a sua visão dos desafios da educação em computação para os próximos 10 anos. Ficamos entusiasmados em observar a diversidade dos desafios propostos, onde os autores discutiram temas relacionados à diversidade e inclusão, uso de Inteligência Artificial na educação em computação, desenvolvimento de habilidades sociais em nossos estudantes, formação docente e de recursos pedagógicos para a educação básica e currículos e formação docente da computação no ensino superior.

Por tratar-se do primeiro seminário inteiramente dedicado aos desafios da educação em computação no Brasil, foi com imensa responsabilidade e orgulho que organizamos as propostas e discussões que visam direcionar os esforços de pesquisas da comunidade para os próximos anos. Esperamos que nos próximos 10 anos possamos olhar para estes desafios com um senso de realização. E estejamos vigilantes para que isto se concretize.

Capítulo

1

Aprendizagem entre Pares no Ensino de Computação: Fortalecendo a Relação Ensino-Aprendizagem

Alex Vidigal Bastos, Viviane Costa Santos, Samuel Moreira

Abstract

This paper proposes a new approach to the teaching-learning relationship by integrating theory and practice through the methodology of peer learning, applied to computer science courses. The goal is to provide students with the experience of working on real-world projects during class. Initially, the methodology is based on student learning through the application of their knowledge to projects related to the course. Subsequently, interdisciplinary projects are developed to allow students to experience the routine of a professional in the field. In the Brazilian context, theory transcends technical boundaries, and the results become a means of both human and scientific development.

Resumo

Este trabalho propõe uma nova abordagem para a relação ensino-aprendizagem, integrando teoria e prática por meio da metodologia de Aprendizagem entre Pares, aplicada às disciplinas de computação. O objetivo é proporcionar aos alunos a vivência de projetos reais durante as aulas. Inicialmente, a metodologia baseia-se na aprendizagem do aluno através de seus conhecimentos aplicados a projetos relacionados à disciplina. Em seguida, são desenvolvidos projetos interdisciplinares para que os alunos experimentem a rotina de um profissional da área. Diante da realidade brasileira, a teoria vai além da técnica, e os resultados se tornam uma forma de desenvolvimento humano e científico.

1.1. Introdução

A sociedade contemporânea passa por uma profunda transformação digital, na qual as tecnologias estão cada vez mais integradas ao cotidiano das pessoas, com o propósito de solucionar problemas sociais e melhorar a qualidade de vida [Vieira et al. 2023]. Nesse contexto, as reformas impulsionadas por essa nova era digital visam não apenas o avanço

tecnológico, mas também a promoção de um ambiente educacional mais inclusivo e integrador. Esse ambiente permite a participação ativa dos cidadãos no processo de ensino-aprendizagem, garantindo que diferentes necessidades individuais sejam atendidas e incentivando a colaboração e o compartilhamento de conhecimento [Villiers 2024].

Devido a essa transformação digital, a formação em áreas tecnológicas, como Engenharia da Computação e Ciência de Dados, requer mais do que o domínio de conteúdos técnicos. É fundamental que os estudantes desenvolvam habilidades como gestão, pensamento crítico, trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento. Por sua vez, a abordagem expositiva, ao centralizar o ensino no professor e atribuir ao aluno um papel passivo, limita o desenvolvimento do pensamento crítico e dificulta a construção de um aprendizado inclusivo e sustentável. No entanto, a transição para práticas pedagógicas modernas, capazes de superar as dificuldades de aprendizagem, ainda representa um desafio para muitas instituições que persistem na adoção de métodos tradicionais [Pereira 2018, Hew and Brush 2007].

Como discutido nos parágrafos anteriores, a sociedade está em constante transformação e, conseqüentemente, a educação deve se adaptar às novas demandas do mundo contemporâneo [Mazur 2013, Leal et al. 2017, Miller and Olin 2010, MIT]. Nesse contexto, a evolução do ensino-aprendizagem em algumas universidades tem levado à adoção de novos métodos, como *Storytelling*, Métodos do Caso, *Problem-Based Learning*, *Role Play* e Grupos de Observação [Leal et al. 2017]. Essas abordagens têm como objetivo proporcionar aos alunos uma contextualização mais eficaz das informações absorvidas em sala de aula, acelerando o aprendizado por meio da aplicação de tecnologias apropriadas. Essa transformação também suscita questionamentos sobre a eficácia dos métodos tradicionais de ensino, como a aula expositiva, que ainda é amplamente utilizada [Pereira 2018]. Segundo Richard Miller [Miller and Olin 2010], professor do Olin College, uma instituição inovadora nos Estados Unidos, os estudantes tendem a obter um melhor aproveitamento acadêmico quando o ambiente da sala de aula se assemelha ao de uma pré-escola, mesmo em cursos da área de exatas.

Um estudante universitário que cursa uma disciplina de programação deve, ao longo de sua formação, desenvolver não apenas competências técnicas, mas também habilidades essenciais, como gestão, trabalho em equipe e a capacidade de interpretar, selecionar e transformar informações em conhecimento aplicável à sua área. No entanto, a adaptação das práticas docentes para superar os desafios de aprendizagem continua sendo um obstáculo para muitas instituições de ensino, que ainda mantêm abordagens tradicionais e conservadoras [Pereira 2018]. Um exemplo disso é a aula puramente expositiva, que apresenta limitações ao restringir o aluno ao papel de mero ouvinte, em vez de incentivá-lo a questionar, interagir e construir ativamente seu aprendizado.

Adicionalmente, com o objetivo de aprimorar o ensino e agregar valor à educação, a interação entre os estudantes em sala de aula, bem como o arranjo físico do mobiliário e dos recursos didáticos, devem ser incentivados. O estudante deve se sentir à vontade para construir seu próprio conhecimento a partir dos saberes e experiências adquiridas. Como exemplo, em vez de se limitarem a tarefas e trabalhos convencionais, predefinidas pelo professor, os alunos de disciplinas de programação podem ser incentivados a desenvolver projetos criativos, como simulações virtuais ou jogos, com base em suas motivações pes-

soais. Assim, nesta proposta, o professor é colocado como um pesquisador, que observa e analisa o comportamento de seus alunos. Ele estimula o estudo e o desenvolvimento de uma visão crítica, encorajando-os e impulsionando-os a buscar um aprendizado mais aprofundado e aplicado. Para tanto, neste artigo, é apresentada uma abordagem para habilitar o estudante a vivenciar a dinâmica de projetos durante as aulas, integrando o conhecimento por meio da aplicação de metodologias modernas de ensino-aprendizagem.

1.2. Metodologia

A metodologia visa proporcionar ao aluno universitário a capacidade de perceber a importância do trabalho em equipe, aprender a lidar com a pressão e vivenciar situações próximas à realidade que enfrentará após a conclusão do curso. Para isso, são propostos:

- I Treinamento de professores universitários por um formador externo para a implementação da metodologia de instrução interativa baseada em *peer instruction*. Esta abordagem propõe que os alunos ajudem uns aos outros a compreender os conceitos, transferindo a transmissão de informações para além dos professores e concentrando a complexidade da educação — que é dar sentido às informações — nas discussões entre os alunos e nas questões dirigidas [Mazur 2013];
- II Após a formação dos professores, para tornar o ensino mais lúdico e instigante, é necessária a adequação do espaço e a aplicação dos conceitos absorvidos durante a formação nas aulas cotidianas. Para tal adequação, é proposta a criação de um laboratório que promova inovações em ensino, tecnologia e criatividade, o qual pode ser inspirado em algumas iniciativas já implementadas no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), visando aplicar o método de aprendizagem entre pares;
- III Exposição dos alunos a projetos reais de computação, buscando replicar problemas do dia a dia de um profissional, por meio da metodologia de ensino Método do Caso. O Método do Caso teve origem na *Harvard Law School* no final do século XIX [Langdell 1999]. Tal proposta pedagógica fundamentava-se na análise de situações reais como principal estratégia de ensino, em oposição à memorização de normas e conceitos;
- IV Para que o aprendizado seja verdadeiramente efetivo, é fundamental que os alunos participem ativamente, realizando atividades práticas, o que lhes permite consolidar e desenvolver os conhecimentos adquiridos [da Silva and Muzardo 2018]. Assim, os alunos serão alocados como tutores nas disciplinas de computação, atuando como aprendizes formadores. Neste modelo metodológico, Segundo William Glasser [da Silva and Muzardo 2018], a eficácia do aprendizado pode atingir 95% quando os estudantes ensinam o conteúdo que aprenderam;
- V A avaliação será feita por meio de *surveys* aplicados aos alunos submetidos à nova metodologia. Contudo, a metodologia tem como meta sua continuidade, visando colher resultados mais expressivos após a conclusão de um ciclo completo de permanência do estudante na universidade. Os alunos serão avaliados continuamente pelos docentes, buscando adequar cada vez mais as diferentes formas de aprendizado, fortalecendo assim a relação ensino-aprendizagem;

VI Estabelecimento de parcerias estratégicas com secretarias de educação para ampliar a implementação da proposta e viabilizar a capacitação de docentes em diversos níveis de ensino.

1.2.1. Background

Para aprimorar a integração da metodologia com projetos reais de computação, alinhar a proposta com o percurso acadêmico dos estudantes e tornar o ensino da ciência mais envolvente, propõe-se a criação de um espaço integrativo. Este espaço será inspirado em laboratórios do MIT [MIT], como o Media Lab e o Fab Lab¹, e na aplicação do método de aprendizado entre pares [Mazur 2013] e da aprendizagem colaborativa [Laal and Ghodsi 2012].

A aprendizagem entre pares é um método desenvolvido pelo professor de Física de Harvard, Eric Mazur [Mazur 2013]. Em 1991, insatisfeito com o desempenho de seus alunos, Mazur reformulou sua abordagem de ensino, abandonando o modelo tradicional de transmissão de conteúdo em sala de aula. Em vez disso, os alunos passaram a estudar o material em casa e, durante as aulas, responder a perguntas sobre o conteúdo e discutir com os colegas. Como resultado, o processo de aprendizagem tornou-se mais envolvente e eficaz. Essa experiência evoluiu para o método denominado *peer instruction* (aprendizagem entre pares), que tem sido adotado em diversas disciplinas e universidades ao redor do mundo.

Os principais objetivos da aprendizagem entre pares são: estimular a interação entre os alunos durante as aulas e direcionar sua atenção para os conceitos fundamentais. Em vez de seguir uma abordagem tradicional e detalhada presente no livro-texto, as aulas consistem em apresentações curtas, focadas nos pontos principais. Em seguida, é aplicado um teste conceitual com questões relacionadas ao tema em questão. Esse processo motiva os alunos a refletirem sobre os argumentos apresentados e oferece uma forma de avaliar sua compreensão do conceito, tanto para eles quanto para os professores.

As etapas do aprendizagem entre pares incluem o levantamento de um questionário inicial, seguido de um tempo para os alunos refletirem sobre a questão. Eles registram suas respostas individuais (opcional) e, em seguida, discutem com seus parceiros. Após a discussão, as respostas revisadas podem ser registradas, e o professor recebe o *feedback* com a contagem das respostas. Por fim, o professor fornece uma explicação da resposta correta [Mazur 2013]. Caso a maioria dos alunos acerte a resposta no teste conceitual, a aula segue para o próximo tópico. No entanto, se a porcentagem de respostas corretas for muito baixa (inferior a 90%), o tópico é revisado de forma mais aprofundada e, posteriormente, avaliado novamente com outro teste conceitual.

Por sua vez, a aprendizagem colaborativa é um método que visa melhorar o ensino-aprendizagem, proporcionando interação e colaboração entre os alunos [Laal and Ghodsi 2012]. A prática da aprendizagem colaborativa pode assumir múltiplas formas, gerando dinâmicas e resultados de aprendizagem diferentes para cada contexto.

¹São laboratórios de pesquisa interdisciplinar que incentivam a combinação não convencional de áreas de pesquisa distintas <https://www.media.mit.edu/> e <https://news.mit.edu/2023/how-mits-fab-labs-scaled-around-world-0605>

Como base para a aprendizagem colaborativa, tem-se que as relações empáticas estabelecidas entre os sujeitos dentro de uma sala de aula podem ser reforçadas por estratégias que promovam a interação, a parceria e a coautoria. Além disso, a aprendizagem colaborativa é também afetiva, na medida em que as relações estabelecidas são reforçadas por laços e vínculos interpessoais.

1.2.2. Organização

Para que a metodologia se torne integrativa e estimulante, é necessário propor situações que permitam ao aluno desenvolver suas habilidades [Johnson and Johnson 1999, Laal and Ghodsi 2012]. Dentre elas, destacam-se:

- I Propor projetos e solicitar sugestões de situações-problema para que os estudantes se motivem e se identifiquem com o assunto a ser pesquisado. Como exemplo, na disciplina de Programação Orientada a Objetos, permitir que o aluno sugira o tema de seu trabalho, como o desenvolvimento de um jogo ou sistema de seu interesse;
- II Estabelecer critérios claros para todas as atividades. Por exemplo: definir um limite de páginas ou palavras, quantidade mínima de referências, linguagem a ser adotada, importância da ortografia e da aplicação de normas técnicas de redação, além da qualidade da colaboração individual ou em grupo, utilizando indicadores claros e objetivos;
- III Criar grupos de discussão, acompanhá-los e mediá-los durante os encontros, intervindo e auxiliando quando necessário, além de revisar e esclarecer conceitos; Como exemplo, grupos sobre aplicações de realidade virtual e aumentada;
- IV Promover atividades que estimulem a colaboração, definindo papéis e revezando-os dinamicamente ao longo do processo, para que os alunos ensinem mutuamente;
- V Fornecer respostas individuais e coletivas, promovendo a avaliação formativa e valorizando as diferentes contribuições geradas.

1.2.3. Avaliação

O processo de avaliação visa verificar se a aprendizagem está ocorrendo de forma gradual, contínua e eficaz. É importante criar instrumentos avaliativos, como *Feedback* Formativo, Autoavaliação, Avaliação por Pares, e Diários de Aprendizagem. Estes instrumentos devem possuir indicadores que auxiliem na identificação do pensamento crítico, no desenvolvimento das capacidades de interação, na negociação de informações, na resolução de problemas e na promoção da autoregulação do processo de ensino-aprendizagem.

1.2.4. Benefícios

Dentre os benefícios da metodologia, utilizando a aprendizagem colaborativa podem ser destacados: interdependência positiva, responsabilidade individual e coletiva, heterogeneidade, liderança compartilhada, preocupação com a aprendizagem do outro, foco na resolução da tarefa, habilidades sociais, produtividade acompanhada e automotivação.

1.3. Resultados Esperados

A adoção da metodologia de aprendizagem entre pares no ensino de computação tem o potencial de gerar diversos benefícios acadêmicos, pedagógicos e profissionais. Dentre os principais resultados esperados, destacam-se:

- I Maior engajamento e participação ativa dos alunos: a interação entre pares promove um ambiente mais dinâmico e colaborativo, estimulando o interesse dos estudantes pelo aprendizado e incentivando sua autonomia na construção do conhecimento;
- II Redução das taxas de reprovação e evasão: a abordagem participativa facilita a assimilação dos conteúdos teóricos e práticos, permitindo que os alunos superem dificuldades com o apoio de seus colegas e dos professores, o que pode impactar positivamente nos índices de aprovação;
- III Melhoria no desempenho acadêmico: a troca de conhecimentos entre os alunos e a resolução colaborativa de problemas fortalecem a compreensão dos conceitos e favorecem o desenvolvimento de habilidades analíticas e de raciocínio lógico;
- IV Desenvolvimento de competências essenciais para o mercado de trabalho: além do conhecimento técnico, os alunos aprimoram habilidades interpessoais, como comunicação, liderança, pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe, tornando-se profissionais mais preparados para desafios reais;
- V Aprimoramento da prática docente: a implementação dessa metodologia incentiva os professores a adotarem abordagens mais interativas e inovadoras, promovendo uma atualização constante de suas práticas pedagógicas e um ensino mais alinhado com as necessidades contemporâneas;
- VI Fortalecimento da interdisciplinaridade: a integração de projetos reais e desafios práticos estimula a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento, ampliando a visão dos alunos sobre a aplicação da computação em diversos contextos;
- VII Estímulo à participação em competições e pesquisas: ao despertar o interesse pela aprendizagem ativa, a metodologia pode motivar os alunos a participarem de olimpíadas científicas, desafios de programação e iniciação científica, promovendo a excelência acadêmica e a inovação;
- VIII Construção de uma visão humanista e crítica: a colaboração e o compartilhamento de conhecimento estimulam o pensamento crítico e a empatia, contribuindo para uma formação ética e socialmente responsável dos futuros profissionais da computação.

1.4. Conclusão

Este trabalho apresentou a implementação da metodologia de aprendizagem entre pares como uma alternativa inovadora para fortalecer a relação ensino-aprendizagem no ensino de computação. A aprendizagem entre pares é um método educacional baseado na interação entre os próprios alunos, onde eles assumem um papel ativo na construção do

conhecimento, explicando conceitos uns aos outros e participando de discussões colaborativas. Esse modelo visa aprimorar a compreensão dos conteúdos ao estimular a troca de ideias e a reflexão crítica. Ao permitir que os alunos desenvolvam projetos reais e compartilhem conhecimentos entre si, a metodologia contribui para uma formação mais sólida, preparando-os melhor para os desafios do mercado de trabalho. Além disso, a abordagem favorece o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, trabalho em equipe e autonomia na construção do conhecimento.

Os resultados esperados incluem maior engajamento dos estudantes, redução das taxas de reprovação e melhor assimilação dos conteúdos teóricos e práticos. Também se destaca o impacto positivo na capacitação docente, incentivando a adoção de práticas pedagógicas mais interativas e eficazes. Para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação da metodologia com novas abordagens, como *Storytelling*, *Problem-Based Learning* e visitas técnicas, além da realização de estudos empíricos para mensurar o impacto da aprendizagem entre pares em diferentes contextos educacionais. A continuidade dessas pesquisas poderá fortalecer ainda mais a proposta e contribuir para a evolução do ensino na área de computação.

1.5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Tecnologia em Engenharia Civil, Computação, Automação, Telemática e Humanidades (DTECH) e à Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) pelo apoio institucional.

Currículo dos Autores

Alex Vidigal Bastos² é mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e, atualmente, doutorando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Viviane Santos³ é licenciada em História pela Universidade Federal do Acre (UFAC) e bacharelanda em Engenharia Mecatrônica na UFSJ. Samuel Moreira Abreu Araújo⁴ é bacharel em Ciência da Computação pela UFSJ, além de mestre e doutor na mesma área pela UFMG. Atualmente, Samuel e Alex são professores adjuntos no DTECH/UFSJ.

Referências

- da Silva, F. L. and Muzardo, F. T. (2018). Pirâmides e cones de aprendizagem: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem. *Dialogia*, 0(29):169–179.
- Hew, K. F. and Brush, T. (2007). Integrating technology into k-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3):223–252.
- Johnson, D. and Johnson, R. (1999). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Allyn and Bacon.

²Link de acesso ao Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1474471779656695>

³Link de acesso ao Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3650814084265428>

⁴Link de acesso ao Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9608603270010718>

- Laal, M. and Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Confere. on Learning, Teaching & Administration.
- Langdell, C. C. (1999). *A Selection of Cases on the Law of Contracts: With References and Citations*. The Lawbook Exchange, Ltd., Clark, NJ. Originally published: Boston: Little, Brown & Co., 1871. Landmark work introducing the "case system" in legal education.
- Leal, E. A., Miranda, G. J., de Castro Casa Nova, S. P., and de Oliveira, A. S. (2017). *Revolucionando a Sala de Aula: Como Envolver o Estudante Aplicando as Técnicas de Metodologias Ativas de Aprendizagem*. Atlas.
- Mazur, E. (2013). *Peer Instruction: Pearson New International Edition: A User's Manual*. Always learning. Pearson Higher Education & Professional Group.
- Miller, R. K. and Olin, F. W. (2010). From the ground up: Rethinking eng. education in the 21st century. In *Symposium on Engineering and Liberal Education*.
- MIT. Teaching and learning. <https://tll.mit.edu>. Acesso em: 01 set. 2024.
- Pereira, F. (2018). Aprendizagem por pares e os desafios da educação para o senso crítico. *International Journal on Active Learning*, pages 6–12.
- Vieira, R., Monteiro, P., Azevedo, G., and Oliveira, J. (2023). Society 5.0 and education 5.0: A critical reflection. In *2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Aveiro, Portugal. IEEE.
- Villiers, C. (2024). The impact of society 5.0 on curriculum development in higher education. *Journal of Ethics in Higher Education*, pages 1–25.

Capítulo

2

Uma Educação para Inovação em Ciência da Computação

Maira M. Fróes, Elizabeth Maria Freire de Jesus, Henrique Serdeira, Sérgio Guedes, Angélica Fonseca da Silva Dias

Abstract

The Institute Tércio Pacitti of Computational Applications and Research at the Federal University of Rio de Janeiro shares current concerns with the training of citizens prepared to deal analytically and critically with digital computational transformations and their implications in concrete realities, in their various dimensions, including the modes and means of production and communication of knowledge and skills. Knowledge and education in the field follow reductionist scripts, in which causal networks predominate in a strictly linear and cumulative way. We herein argue that inter/transdisciplinary training systems, characterized by noise, heterarchical and tangled organization of content, improvisation, dialogue between and among disciplinary fields, are strategic for computational education and innovation in these challenging times. The preparation of students in computer science must follow the paths of an education for innovation.

Resumo

O Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro compartilha preocupações com a formação de cidadãos preparados para lidar analítica e criticamente com as transformações computacionais digitais e suas implicações em realidades concretas, em suas diversas dimensões, incluindo os modos e meios de produção e comunicação de conhecimentos e habilidades. Conhecimento e educação no campo seguem roteiros reducionistas, nos quais predominam redes causais, estritamente lineares e cumulativas. Argumentamos aqui que sistemas de formação inter/transdisciplinares, caracterizados por ruído, organização heterárquica e emaranhada de conteúdos, improvisação e diálogo entre campos disciplinares, são estratégicos para a educação computacional e a inovação nestes tempos desafiadores. A preparação de estudantes em ciência da computação deve seguir os caminhos de uma educação para a inovação.

2.1. Pressões sobre a Tecnologia na Educação

A educação é a base para a renovação e transformação de nossas sociedades e vem desempenhando este papel em atendimento a políticas públicas baseadas, em geral, em paradigmas de modernização já ultrapassados, focados no desenvolvimento econômico. Tendências e resultados paradoxais a partir de pressupostos, incompletos ou equivocados, do que estaria nas bases do desenvolvimento de sociedades e nações, estão nos levando a futuros inviáveis, nada pacíficos, tampouco justos e sustentáveis. O relatório “Reimaginando nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação” [Unesco, 2021] aponta para a urgência de construir-se um novo contrato social para a educação que nos permita pensar de forma diferente sobre a aprendizagem e as relações entre estudantes, professores, conhecimento e o mundo.

É necessário transformar a educação, agora, com prioridade e sentido de urgência. Novas pedagogias que fomentem as capacidades intelectuais, sociais e éticas dos estudantes podem contribuir com a formação de profissionais capazes de transformar seus mundos com empatia e compaixão. Para tanto, impõe-se um ecossistema pluri e interepistêmico de aprendizagem, fomentando trânsitos interculturais e interdisciplinares, fortalecendo nos estudantes não somente os recursos de acesso a sistemas de conhecimento estabelecidos, especialmente representados pela ciência, como também para a construção e produção de novos conhecimentos. Ao mesmo tempo, é axial que esta formação promova o desenvolvimento da capacidade individual e coletiva para analisar criticamente e aplicar conhecimento [Unesco, 2021].

Argumentamos aqui que visões plurais são urgentes para impulsionar não somente a aprendizagem, o treinamento e o domínio técnico, como a inovação em ciência da

computação nestes tempos desafiadores. A relação com o conhecimento se transforma: os antigos pressupostos de completude e estabilidade dão lugar à certeza de que o conhecimento é, de fato, plural, abarcando em sua concepção mais expandida, epistemologias não científicas. Não é absolutamente estático, mas inspirador, criativo e transformador.

Embora se reconheça a existência de múltiplas visões inter/transdisciplinares que contribuem para a ampliação dos horizontes da experiência humana no mundo, incluindo práticas sociais alternativas, a difusão do conhecimento promovida pelas escolas tradicionais no campo da educação no Brasil se estabelece predominantemente dentro de princípios disciplinares. A educação é o sistema por excelência que introduz o ser humano ao conhecimento em uma multiplicidade de disciplinas. Em sua formulação disciplinar, segundo Gibbons e colaboradores (1994), conhecimento e educação vêm seguindo, por tradição, roteiros reducionistas, nos quais predominam redes causais, estritamente lineares e cumulativas. Assim como em outras nações, esse modelo é amplamente prevalente nos cursos de graduação em Ciência da Computação no Brasil. Sistemas de formação inter/transdisciplinares, por outro lado, são caracterizados por ruído, organização heterárquica e emaranhada de conteúdos, improvisação, diálogo entre campos disciplinares, superação de epistemes pela migração ou reformulação adaptativa de antigos conceitos, e/ou sua reconceitualização graças à busca ativa por equivalentes transepistêmicos capazes de atravessar blindagens disciplinares, alcançando um consenso ou uma intersecção epistemológica pactuada entre diferentes especialistas, e/ou diferentes especialidades (Fróes 2025).

Em um mundo em rápidas transformações digitais e sob incessante pressão por novas transformações, a educação e a pesquisa em computação estão sob constante pressão por representarem um sistema de formação de profissionais capazes de promover mudanças que dependem, em grande parte, dos avanços computacionais, retroalimentando-se. Uma economia impulsionada pelo poder das ideias, uma economia da inovação, é, por exemplo, hoje adotada como conceito-chave para o desenvolvimento estratégico de sociedades, empreendimentos econômicos, países, essencialmente alimentada pela criatividade humana [Sawyer 2006; Mota e Scott 2014]. O reconhecimento, no entanto, de que a tecnologia é produzida a partir da criatividade, mas também desempenha um papel instrumental na criatividade, confere centralidade e organicidade à tríade educação-tecnologia-inovação [Childs *et al.* 2006]. Evidencia-se, por conseguinte, o papel da educação em tecnologias computacionais na abertura de oportunidades, no despertar e no direcionamento de talentos, especialmente quando se considera o período da juventude em que a neuroplasticidade e o desenvolvimento cognitivo-afetivo-neurobiológico do ser humano se acentuam [Blakemore e Frith 2005] e permeiam a experiência dos estudantes.

2.2. O que significa Educação para Inovação, e como

Não se trata de educação e inovação, nem de inovação para a educação, nem mesmo de inovação. Trata-se de educar para fomentar os pré-requisitos para a capacidade criativa, inventiva, adaptada e sintonizada com as necessidades do humano, de suas sociedades, de seus muitos mundos, imbuída de uma matriz de valores que priorize o bem-estar, a sustentabilidade da espécie humana e de suas criações no globo, sua condição de natureza dependente da natureza e de suas ordens funcionais. Não se trata de uma proposta de incubação de *startups* em ciência da computação aplicada, nem de um programa de inovação na área. Esses modelos já são implementados, reconhecidos e bem-sucedidos na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e encontram-se já distribuídos, dispersos por muitas outras instituições de formação e pesquisa brasileiras e pelo mundo. Trata-se de uma proposta cuja missão é educar para fomentar a inovação tecnológica. Alinha-se às demandas contemporâneas por novos modelos, processos e práticas para uma educação em que o sujeito seja capaz de aprender a aprender, criando, intervindo e transformando a si mesmo e suas realidades por meio do acesso ao conhecimento, com autonomia para aplicação tecnológica e desenvolvimento computacional, engajado e socialmente comprometido com o bem-estar humano e natural. A universidade se afirma não apenas como repositório de conhecimento, mas também como um sistema gerador de novos conhecimentos, incluindo novas soluções tecnológicas para os desafios contemporâneos sociais, ambientais, econômicos e civilizacionais. A inovação é central para o conhecimento, sendo não apenas sua consequência, mas também um agente impulsionador de sua aquisição, em espirais iterativas de desenvolvimento do pensamento aplicado à ciência, aos humanos e seus múltiplos mundos.

A educação para a inovação em ciência da computação e suas aplicações tecnológicas digitais deve programar-se para a formação em educação básica, graduação, pós-graduação e extensão, tendo como núcleos pedagógicos programas implementados em escolas da rede básica do ensino, disciplinas inseridas em cursos de graduação e de pós-graduação, estágios em laboratórios para estudantes em todos os segmentos (educação básica, graduação e pós-graduação), minicursos, cursos e ações de extensão. Entendemos que o melhor modelo para implementação destas bases de formação em computação deve assentar-se sobre a preparação de módulos formativos contemplando diferentes níveis educacionais e com diferentes durações, cada um pensado para um dos segmentos gerais da formação educacional e acadêmica, do Ensino Fundamental ao Doutorado. Parcerias e convênios com centros tecnológicos do Brasil e do exterior, diferentes programas de formação, empresas, indústrias, laboratórios de mídias de arte e tecnologia ou equivalentes, devem ser previstos, pois necessários à fertilização de campos de formação em ecossistemas humanos diversos, e diversificados, com culturas plurais de pensamento e círculos criativos. Por fim, a educação para a inovação deve prever opções variáveis e versáteis de formação continuada e/ou vínculos profissionais,

sobretudo dos campos da educação e das tecnologias computacionais aplicadas ao humano.

2.3. Alicerces pedagógicos

Recentemente, defendemos a proposta de uma pós-graduação nas interfaces dos campos do conhecimento científico, salientando a centralidade do diálogo inter/transdisciplinar para que novos caminhos sejam experimentados e aplicados à complexidade do mundo, do humano, e de seus construtos, para os quais os monólogos disciplinares se provam estéreis à imaginação interpretativa e criativa (Fróes 2025). A proposta de uma educação para a inovação em ciência da computação expressa e materializa um diferencial na formação de profissionais e cidadãos da área, capazes de vivenciar e promover transformações nas diversas dimensões da vida humana em sua relação com as tecnologias computacionais. Alicerça-se na formação, na ação, e na transformação promovidas por metodologias que dêem conta das múltiplas faces inerentes aos desafios que identificamos na atualidade, contemplando as dimensões do humano em seus desdobramentos sociopolíticos, econômicos e ambientais, associadas organicamente. Abordagens criativas, inovadoras e críticas são favorecidas pela própria educação, pela riqueza do encontro de campos de conhecimento diversos e pelas tecnologias. Para tanto, é fundamental o compromisso com a inclusão e acessibilidade (Dias, Borges e Silveira 2019), com a ética (Jesus 2024; Jesus, Fróes e Dias 2024) e com a observação contínua e permanentemente atenta e aberta a múltiplas epistemes, que revele a complexidade do cenário atual e futuro dos desenvolvimentos humanos, tecnológicos, sociais, culturais, geopolíticos e ambientais, suas demandas, problemas e questões, potenciais ou já existentes, de modo que disciplinas, cursos e ações reflitam a potência tecnológica amplificada a partir de visões e sentidos multiperspectivistas (Fróes 2025).

Portanto, as sequências didáticas que propomos a partir destes alicerces, deverão comprometer-se com a ruptura com padrões antigos, porém predominantes nas IES, baseados em economias ultrapassadas e lógicas organizacionais industriais. Destacamos abaixo alicerces pedagógicos correspondentes aos módulos funcionais, formativos, mencionados mais acima. A apresentação dos planos pedagógicos em si mesmos foge ao escopo deste capítulo. Como poderá ser constatado, tais alicerces alinham-se aos objetivos e metas de uma educação voltada à ampliação das capacidades criativas aplicadas ao *design* e ao desenvolvimento de tecnologias computacionais. São estes:

- . Inter/transdisciplinaridade como núcleo de apresentação, consolidação e desenvolvimento de conteúdos, e como operador metodológico;
- . Resolução de problemas, desenvolvida na forma de projetos tecnológicos: os estudantes são estimulados a estabelecer conexões com seres humanos reais, e a propor soluções para problemas apontados pelo humano real, considerando a associação de

diferentes campos disciplinares acadêmicos, representados pelas ciências, artes, humanidades e campos não acadêmicos (conhecimentos não científicos);

. Trabalho em equipe associativo, integrativo, diverso, colaborativo, estimulando o desenvolvimento conjunto, motivando nos estudantes a implementação e experimentação de redes colaborativas, em lugar dos limitados esquemas competitivos;

. Transferência de *expertise*, compartilhamento de raízes culturais;

. Implicação/inclusão dos sujeitos humanos que inspiraram a jornada de abordagem criativa, como referências indispensáveis à avaliação dos caminhos técnicos e tecnológicos, preferências de *design* e demandas sociais, necessários ao sucesso da solução;

. Familiaridade e estímulo a associações heterárquicas de conteúdo, processos de aprendizagem e formulação criativa, aplicadas aos conteúdos disciplinares, à formação e funcionamento de equipes de estudantes, e/ou destes com professores e/ou profissionais já sêniores;

. Abordagens sinópticas, em vez do reducionismo tradicional;

. Acessibilidade e inclusão em três frentes: 1. abordagens teóricas e problematizações baseadas em vulnerabilidades e necessidades especiais; 2. estímulo e promoção do pensamento criativo com motivações inclusivas; 3. compromisso com a adaptação de espaços e com a utilização de técnicas e tecnologias de inclusão, acessibilidade, e equidade que preparem o Programa, seus docentes e discentes para a participação de Pessoas com Deficiência, seja como discentes ou docentes;

. Sustentabilidade, aplicada como conceito e referência para a formação e atuação criativas, que insiram os seres humanos, com sucesso e previsibilidade, no complexo sistema global que os integra;

. Promoção de conexões interinstitucionais no Brasil e no exterior, protagonizadas por docentes, discentes, e/ou por ambos, discentes e docentes;

. Incentivo às tecnologias sociais por meio de uma cultura de inovação, capaz de fertilizar indivíduos e/ou outras equipes;

. Capacitação dos estudantes para atuarem como multiplicadores, espontânea ou intencionalmente, ampliando humanos, grupos sociais, comunidades, e instâncias organizacionais beneficiadas; a ênfase no trabalho em equipe já representa um passo fundamental nesta direção.

2.4. Avaliação

Respeitando as expectativas específicas de cada segmento educacional nesta proposta multinível, o acompanhamento dos resultados objetivos (formulação de propostas

criativas) e do desempenho formativo dos estudantes será previsivelmente pautado na avaliação contínua e dinâmica, ao longo do processo formativo, dos seguintes aspectos:

. O desenvolvimento, nos estudantes, de três dimensões de competência: cognição complexa, conhecimento pluriépistêmico e criatividade. Incluem-se o processamento da informação, a capacidade de aquisição de conhecimento, o pensamento crítico argumentativo, a capacidade de se engajar, em níveis emocionais afetivos, com problemas e desafios humanos e, naturalmente, a capacidade de formular, de forma intuitiva e criativa, soluções por meio da tecnologia;

. O desenvolvimento de recursos de pensamento imaginativo e ficcional e a capacidade de antever implicações de condições ficcionais para aspectos da vida em sociedade;

. A proposta de materialização de ideias como solução tecnológica, em escala individual e em equipe;

. A concepção, formulação e reformulação de projetos dos estudantes, analisando aspectos dinâmicos dessa construção de conhecimento, tanto em nível individual quanto em equipe;

. Indicadores de domínio e aprimoramento do comportamento dos estudantes em situações colaborativas, suas habilidades interpessoais, como a capacidade de integração em trabalho de equipe, aceitação de perfis culturais, cognitivo-afetivo-comportamentais e socioeconômicos diversos, aprimoramento do senso de comunicação, a familiaridade com organizações heterárquicas, a manutenção do senso de responsabilidade, a obediência ao tempo e o manejo ético de conflitos interpessoais;

. A habilidade de estudantes, como indivíduos e como equipes, para lidar com diversidades socioeconômicas, culturais, de gênero etc, aproveitando as assimetrias para explorar novos caminhos para problematização e criatividade;

. A capacidade de estudantes, como indivíduos e como equipes, para lidar com falhas, abrindo-se à crítica, à revisualização, à reconcepção, à reimaginação, e eventual reformulação;

. A capacidade dos alunos e equipes de se concentrarem em diferentes epistemes, testando conexões com outros perfis educacionais, transpondo facilmente barreiras disciplinares;

. A capacidade dos estudantes de interagir com profissionais de outras áreas que possam proporcionar mentoria e promover a incorporação de metodologias e caminhos criativos que integrem diferentes áreas do conhecimento;

. O desenvolvimento de alternativas funcionais para objetos e aplicações tecnológicas.

2.5. Considerações finais

A possibilidade de validar novas abordagens pedagógicas, novos modelos de ensino-aprendizagem, de modo a atender à transformação da sociedade e à adaptação do amplo espectro de perfis de estudantes às demandas contemporâneas em ciência da computação e suas aplicações é o principal desafio e o eixo da presente proposta. Numa base idealista, uma educação para a inovação aplicada à ciência da computação busca o desenvolvimento de indivíduos capazes de formar redes colaborativas, produzindo novos caminhos sustentáveis adaptados à natureza do mundo em que habitamos, a partir de invenções emergentes e suas aplicações para grupos sociais, comunidades e sociedades humanas. A complexidade do ecossistema da informação exige a formação e qualificação contínuas de profissionais capazes de contribuir para uma educação que promova o pensamento crítico e reflexivo em um mundo cada vez mais permeado por tecnologias digitais.

Referências

- Blakemore, S-J. e Frith, U. (2005) “The learning brain: Lessons for education: a précis”. *Developmental Science*, 8(6): 459–471.
- Childs, P.R.N., Hamilton, T., Morris, R.D. e Johnston, G. (2006) “Centre for Technology Enabled Creativity”. *Proceedings of Engineering and Product Design Education Conference*, 7-8 September 2006, Salzburg University of Applied Sciences, Salzburg, Austria.
- Dias, A.F., Borges, J.A., e Silveira, J.T. (2019). *Técnica de Ensino de Matemática para Alunos com Deficiência Visual com suporte Informatizado. Minicursos da ERSI-RJ 2019 - VI Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro.*
- Fróes, M. M. (2025) Demandas de uma pós-graduação nas interfaces. Valentim, I. V. L., Faganello, C. P., & Lopes, J. C. *Desacomodando a Pós-Graduação: propostas de mudanças. Volume 2. In Desacomodando a Pós-Graduação: propostas de mudanças. Volume 2. Compassos Coletivos.* <https://doi.org/10.5281/zenodo.14631837>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H. e Schwartzman, S. (1994) “The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies”. Sage, Stockholm.
- Jesus, E. M. F. de. (2024) Podem até cair do céu, mas só se tornam dados aqui na terra. *Revista Scientiarum Historia*, 1(1), e446. https://doi.org/10.51919/revista_sh.v1i1.446
- Jesus, E. M. F.; Fróes, M. M.; Dias, A. F. S. (2024) Responsabilidade Epistêmica: os processos de conhecer mediados por sistemas de inteligência artificial. In: 1a. Conferência Latino-Americana de Ética em Inteligência Artificial, 2024, Niterói RJ. *Anais da 1ª Conferência Latino-Americana de Ética em Inteligência Artificial.* Porto Alegre RS: SBC, 2024. v. único. p. 129-132.

Mota, R. e Scott, D. (2014) “Education for Innovation and Independent Learning”. Elsevier Inc., Oxford, UK, 168 pp.

Sawyer, R.K. “Educating for innovation. Thinking Skills and Creativity”, v. 1: 41–48, 2006.

UNESCO. (2021) “Reimagining our futures together: a new social contract for education”. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>

Capítulo

3

Promoção e disseminação de práticas educacionais abertas para o desenvolvimento e a consolidação de ecossistemas dedicados à Educação em Computação

Fernando Cesar Balbino e Ellen Francine Barbosa

Abstract

The proposed challenge envisions the development of software tools, strategies, methods and techniques to form sustainable ecosystems based on open educational practices. Hence, the open culture is expected to disseminate computer education beyond academic and corporate environments, providing digital literacy and lifelong learning for all.

Resumo

O desafio proposto prevê o desenvolvimento de ferramentas de software, estratégias, métodos e técnicas para a formação de ecossistemas sustentáveis baseados em práticas educacionais abertas. Assim, espera-se que a cultura aberta dissemine a educação em computação para além dos ambientes acadêmicos e corporativos, proporcionando a literacia digital e o aprendizado ao longo da vida para todos.

Tópicos aos quais a proposta está relacionada

- Valorização da Educação em Computação
- Computação na Educação Básica
- Práticas e métodos para Educação em Computação
- Multi, inter e transdisciplinaridade na Educação em Computação
- Estratégias para aumentar a atratividade e o engajamento estudantil na Computação

- Inteligência Artificial na educação
- Formas de avaliação e feedback na aprendizagem de Computação
- Educação em aspectos humanos, sociais e culturais na Computação
- Repositórios de Recursos Educacionais Abertos e sistemas de gestão de aprendizagem
- Softwares colaborativos

3.1. Contextualização

Os rápidos e contínuos avanços das tecnologias digitais de informação e de comunicação (TDIC) vêm impelindo um movimento sucessivo de rupturas e ressignificações de paradigmas na sociedade em rede. Consequentemente, as relações socioculturais e éticas, seja no âmbito pessoal ou no mundo do trabalho, tornam-se passíveis de discussões e reformulações [Palazzo; Vanzin, 2022], exigindo uma postura resiliente dos indivíduos perante as novas configurações do ambiente.

Nesse contexto, o papel da Educação em Computação é imprescindível para a formação e o desenvolvimento, ao longo da vida, de competências e habilidades que viabilizem a resiliência e a proatividade cidadãs frente aos desafios desse cenário versátil e dinâmico [Viterbo; Bernardini, 2022].

Considerando-se que todas as pessoas devem ter oportunidades de acesso à educação de qualidade, inclusiva e equitativa [Unesco, 2016], os recursos educacionais abertos (REA) emergem e abrem as possibilidades para que materiais de ensino, de aprendizado e de pesquisa estejam amplamente acessíveis em qualquer hora ou lugar, em diferentes formatos ou meios [Unesco, 2019]. A atribuição de licenças abertas a materiais educacionais, além de lhes conferir a identidade de REA, oportunizam um ciclo menos oneroso de produção, reuso, adaptação, remixagem e redistribuição [Unesco, 2019].

Embora os REA venham sendo contemplados gradativamente em políticas públicas brasileiras, ainda existe um descompasso entre as práticas para efetivação desse movimento e as diretrizes estabelecidas nos documentos oficiais [Lauer mann; Mallmann, 2023].

Por isso, o desafio aqui proposto enfatiza a necessidade e a relevância de investimentos em pesquisas para o desenvolvimento de ferramentas de software, estratégias, métodos e técnicas que atraiam e engajem diferentes atores sociais em práticas educacionais abertas (PEA), com o objetivo de fomentar e disseminar a (co)autoria e a adoção de REA para a Educação em Computação, tanto em setores formais quanto informais da sociedade.

Dessa forma, esperam-se contribuições que potencializem o desenvolvimento e a consolidação de ecossistemas focados na educação para a realidade digital, visando-se ao empoderamento cidadão para a apropriação e o uso conscientes de ferramentas e tecnologias computacionais no âmbito pessoal e profissional, fortalecendo-se a soberania digital do indivíduo e, consequentemente, da coletividade nacional [Camelo et al., 2024].

3.2. Problematização

O Parecer CNE/CEB 2/2022 é um marco relevante na história da Educação em Computação no Brasil, que estabeleceu novos e iminentes desafios [Balbino et al,

2023]. O ensino de Computação na Educação Básica demanda esforços significativos na formação inicial e continuada de professores e demais profissionais da educação, além do apoio necessário para que as orientações da BNCC Computação não se tornem ou sejam percebidas como mais um ônus em meio às muitas atribuições docentes.

Além disso, a celeridade da evolução ou da transformação das TDIC, cujas atualizações são comumente adotadas e absorvidas pelo mercado e pela indústria em um breve intervalo de tempo, ainda tem instigado discussões e reflexões acerca da formação do profissional de computação. Do ponto de vista acadêmico, questiona-se sobre a manutenção da compatibilidade dos currículos dos cursos superiores da área de Computação com as demandas do mundo do trabalho. Do ponto de vista corporativo, as novas tecnologias exigem reiterados programas de capacitação ou, nos casos mais críticos, implicam demissões e substituição de profissionais.

Por fim, reconhece-se que muito conteúdo instrucional tem sido elaborado, especialmente com a popularização dos modelos de linguagem de grande escala [Marques; Morandini, 2024]. Contudo, não há garantias de que os conteúdos produzidos estejam sendo compartilhados publicamente, de maneira intencional e estruturada. Por outro lado, o conhecimento tácito acumulado pela experiência geralmente fica confinado à atuação do profissional, que precisa ser estimulado a exteriorizá-lo, “materializando-o” preferencialmente na forma de REA.

Diante desses problemas, emerge a seguinte questão norteadora: *Como fomentar um ecossistema que integre diferentes profissionais da educação e do mundo do trabalho em um ciclo colaborativo e sustentável para a produção do conhecimento em prol da educação de qualidade, inclusiva e equitativa em Computação?*

3.3. Ecossistemas baseados em PEA para o ensino e a aprendizagem ao longo da vida: desafios e oportunidades

A Educação Aberta é um movimento que combina a experiência humana de compartilhar boas ideias com a cultura interativa e colaborativa da Internet [Declaração, 2007], em uma “tentativa de buscar alternativas sustentáveis para algumas das barreiras evidentes no que tange ao direito de uma educação de qualidade” [Amiel, 2012].

Dentre as vertentes desse movimento, destacam-se os recursos educacionais abertos (REA), que consistem em materiais de aprendizado, ensino e pesquisa, compartilhados em quaisquer formatos e meios, sob uma licença aberta que permita o acesso, o reuso, a resignificação, a adaptação e a redistribuição por terceiros [Unesco, 2019]. Essas práticas colaborativas, que incluem a criação, o uso e o reuso de REA, bem como práticas pedagógicas que empregam tecnologias participativas e redes sociais para a interação, o aprendizado por pares, a construção de conhecimento e o empoderamento de aprendizes, são denominadas práticas educacionais abertas (PEA) [Cronin, 2017].

Neste contexto, este trabalho propõe a discussão dos desafios inerentes ao desenvolvimento e à consolidação de ecossistemas dedicados à educação de qualidade, inclusiva e equitativa em Computação, considerando-se as PEA como dinâmica basilar. Conforme ilustrado na Figura 1, o ecossistema deve ser caracterizado pela interação e colaboração entre diferentes atores, direta ou indiretamente envolvidos com a Educação em Computação. O cenário descrito a seguir ilustra a proposta, de modo geral.

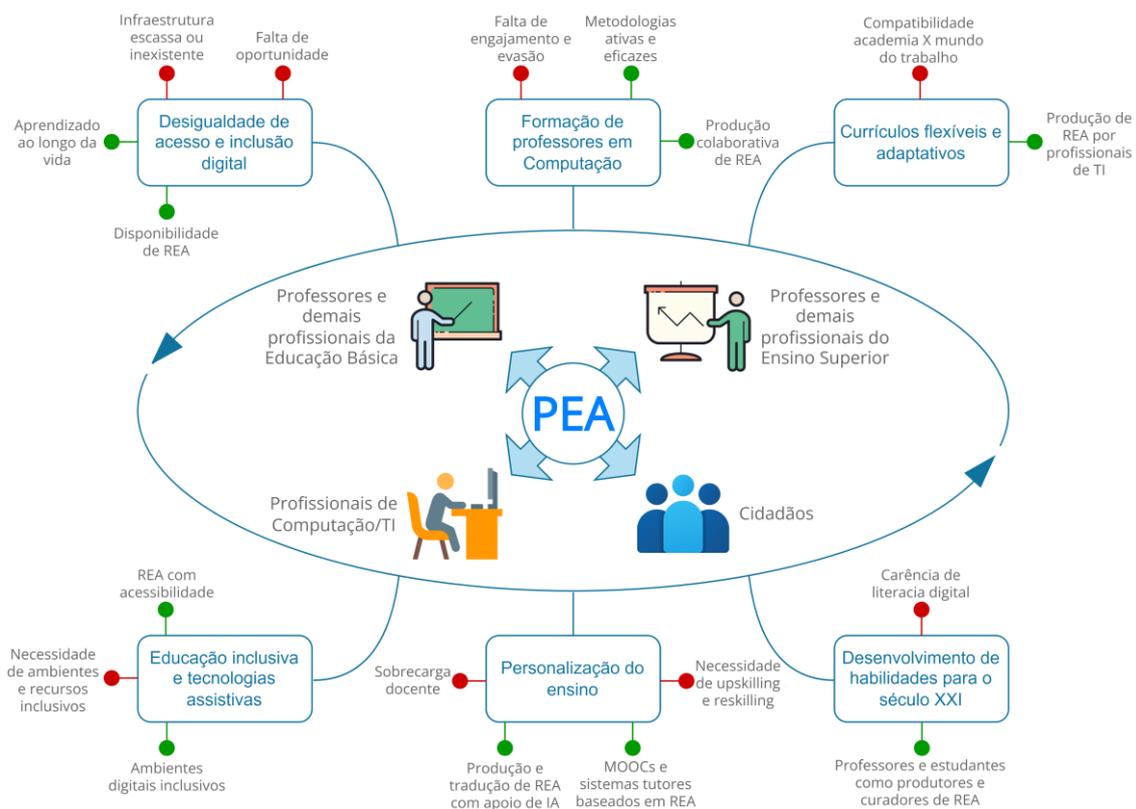


Figura 3.1 Ecosistema baseado em PEA.

3.3.1. Ecosistema baseado em PEA: um cenário prático

Professores de uma escola municipal da cidade de São Paulo, que vêm enfrentando dificuldades para planejar, elaborar e conduzir atividades baseadas na BNCC Computação, recebem a visita do Prof. Xavier, de uma universidade da mesma cidade, com a finalidade de discutir possibilidades de parcerias entre as instituições. Ao longo do primeiro encontro, Xavier toma conhecimento das dificuldades enfrentadas por aqueles professores, iniciando-se uma série de tratativas que culmina em uma parceria entre o curso de Licenciatura em Computação da universidade e essa escola.

Concomitantemente, os professores do curso de Licenciatura passam a discutir novas abordagens e metodologias para as disciplinas do curso. Uma delas, adotada pela maioria dos professores, é a avaliação renovável, que passa a ser usada como instrumento formativo de avaliação, proporcionando a prática profissional por meio da produção de materiais didáticos na forma de REA, ao mesmo tempo em que viabiliza a curricularização da extensão. Cada REA, orientado às necessidades apresentadas pelos professores da Educação Básica, é compartilhado em um repositório de acesso aberto. Esses professores utilizam-nos na prática e, posteriormente, compartilham os respectivos planos de aula no mesmo repositório de REA, enriquecendo o material didático com uma proposta de utilização e com relatos de experiência.

No decorrer de um semestre, as pesquisas dos licenciados em Computação levam-nos a conhecer um conjunto de REA produzidos em uma escola estadual da cidade de Sobral (CE). O material é riquíssimo, mas requer adaptações de linguagem e de aspectos culturais muito próprios daquela região; eles então utilizam um software de edição baseada em Inteligência Artificial (IA) treinada para essa finalidade. Em pouco

tempo, os REA adaptados são disponibilizados para a escola municipal de São Paulo.

O sucesso do projeto é ainda mais evidenciado quando os professores da universidade tomam conhecimento de que o repositório e os REA também foram adotados por uma ONG, que desenvolve trabalhos sociais em bairros periféricos da cidade de São Paulo, com ênfase na literacia digital para pessoas com deficiências. Desde então, o repositório passou a contar com um conjunto de REA adaptados para acessibilidade, um processo facilitado pela mediação de outra ferramenta de IA.

Uma das voluntárias da ONG, Diana, é analista de sistemas em uma empresa de desenvolvimento de softwares. Em contato com a universidade, ela também passa a ser uma interlocutora proativa no ecossistema em desenvolvimento. Convidada para ministrar uma palestra para alunos do curso de Sistemas de Informação, ofertado pela mesma universidade, novas interações são estabelecidas, agora entre o ambiente acadêmico e o corporativo. Inspirados pelo sucesso da iniciativa aberta do curso de Licenciatura, um projeto passa a ser delineado com o intuito de se viabilizar meios para a flexibilização e adaptação dos currículos de ambos os cursos com foco em tecnologias e práticas adotadas no mercado. Isso passa a ser feito por meio da distribuição de materiais de capacitação produzidos pelos profissionais da empresa na forma de REA, que se tornam materiais didáticos em disciplinas. Em contrapartida, a empresa também é beneficiada pela possibilidade de criar MOOCs (Cursos Online Abertos e Massivos) para treinamentos internos a partir de REA elaborados por professores e alunos da universidade. Vários desses MOOCs são disponibilizados gratuitamente para quaisquer interessados em tecnologias computacionais, seja para aperfeiçoar ou desenvolver habilidades, seja para uma realocação ou novas oportunidades no mundo do trabalho.

À medida em que os resultados dessas parcerias são divulgados, novos atores se integram ao ecossistema, assegurando a sustentabilidade do ciclo colaborativo baseado em PEA. Consequentemente, os REA ganham em diversidade e qualidade, são disseminados e passam a ser relevantes para a Educação em Computação ao longo da vida, democratizando-se as oportunidades de literacia, de fluência e de inclusão digitais.

3.4. Relevância e impactos do desafio na sociedade

Além do ecossistema baseado em PEA, a Figura 1 também ilustra algumas áreas específicas e os respectivos problemas (pinos vermelhos) e oportunidades de investigação científica (pinos verdes) a serem endereçados no desafio. Embora essas áreas estejam representadas separadamente, é possível vislumbrar interseções entre elas.

De modo geral, este desafio abrange, ao menos:

(i) O desenvolvimento de ferramentas de software para elaboração e compartilhamento de REA, baseadas na colaboração e na interoperabilidade, isto é, que disponham de APIs (Interface de Programação de Aplicação) para o intercâmbio automatizado de REA. Desse modo, espera-se prover mecanismos que facilitem a produção, o acesso e o reuso de REA em ambientes formais e informais, inclusive abrangendo-se o conhecimento tácito dos atores sociais.

(ii) A elaboração de estratégias e modelos de negócio para fomentar as PEA entre ambientes acadêmicos e corporativos. Desse modo, espera-se promover e fortalecer o intercâmbio entre esses ambientes, motivando-se estudantes, professores e profissionais de computação a se reconhecerem e atuarem como agentes habilitados e

essenciais na produção e disseminação de conhecimento. Essa simbiose pode e deve contribuir efetivamente na formação inicial e continuada desses profissionais, favorecendo a formação acadêmica com a visão pragmática do mundo do trabalho e alargando as práticas corporativas por meio da contribuição científica. Por extensão, os REA produzidos e compartilhados também favorecem a comunidade externa.

(iii) A investigação do uso da IA na coautoria, na tradução e na adaptação de REA, considerando-se o contexto educacional, a cultura local e aspectos de acessibilidade. Desse modo, os modelos de linguagem de grande escala (LLM) podem se tornar aliados para mitigar barreiras para a disseminação de REA, como o tempo necessário para se elaborar materiais instrucionais, além de viabilizar mecanismos para que os próprios aprendizes também assumam um papel protagonista na produção de recursos educacionais de qualidade.

(iv) A proposição de estratégias, métodos e técnicas para apoiar e facilitar a elaboração de REA por professores e estudantes, além de assegurar o engajamento para a aprendizagem e a produção de conhecimento baseados na cultura aberta.

(v) A integração de sistemas tutores inteligentes a ambientes virtuais de aprendizagem com vistas à disseminação da cultura aberta e de oportunidades de aprendizado autônomo e assistido ao longo da vida. Desse modo, apoia-se a Educação em Computação não só em ambientes formais, mas também se promove a inclusão, proporcionando oportunidades amplas de educação informal para pessoas que visam aprimorar (*upskilling*) ou adquirir (*reskilling*) novas competências e habilidades.

(vi) A proposição de estratégias e mecanismos para fomentar a garantia de qualidade e a curadoria de REA de forma coletiva, pela própria comunidade. Desse modo, a cultura aberta é disseminada e fortalecida sobre um alicerce sustentável de qualidade, a fim de que os REA sejam estabelecidos como fontes confiáveis de informação e para formação.

Adicionalmente, é preciso enfatizar que o aspecto humano tende a ser o mais desafiador dentre os componentes do ecossistema. Afinal, *como engajar os atores sociais e mantê-los engajados nas PEA?* Por isso, modelos de negócio podem e devem ser pensados para atrair o potencial humano e alavancar suas contribuições.

Quaisquer que sejam as áreas ou os enfoques de proposição e de implementação de soluções, vale ressaltar a imprescindível necessidade de se coletar métricas quantitativas e qualitativas, com o intuito de se produzir evidências sobre o ecossistema e a dinâmica das respectivas práticas educacionais abertas. Dessa forma, pode-se gerar uma base de conhecimento a respeito dos resultados efetivamente alcançados, das dificuldades e dos desafios a serem endereçados. Isso tende a proporcionar um ambiente propício à interação dialógica entre os atores sociais diretamente envolvidos nas iniciativas abertas e os agentes responsáveis pelas políticas públicas, a fim de se negociar e trabalhar conjuntamente em prol de incentivos e fomentos à Educação em Computação baseada em PEA.

3.5. Considerações finais

Conforme abordado ao longo desta proposta, uma educação de qualidade, inclusiva e equitativa em Computação é emergente, em consonância com a pervasividade tecnológica na sociedade contemporânea e com o Objetivo de

Desenvolvimento Sustentável 4, “Educação de qualidade”, estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) [Unesco, 2016]. Nesse contexto da sociedade do conhecimento, os REA podem desempenhar um papel fundamental, democratizando o acesso aberto e participativo a uma educação de qualidade [Unesco, 2019].

Assim, espera-se promover relações sociais, duradouras e escaláveis em uma dimensão horizontal, mediadas por tecnologias computacionais, a fim de alavancar a disseminação das PEA. Consequentemente, a formação de uma “massa crítica” pode irromper uma demanda coletiva por incentivos e políticas institucionais e governamentais para consolidar a cultura aberta, invertendo-se o paradigma *top-down* (decisões e demandas “empurradas” pelo poder público ou privado) para uma abordagem *bottom-up* (decisões e demandas requeridas pelo movimento cidadão).

Referências

- Amiel, T. (2012). “Educação aberta: configurando ambientes, práticas e recursos educacionais”. In: Santana, B. et al. (org.) Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas e políticas públicas. Salvador: Edufba, p. 71–90.
- Balbino, F. C.; de Deus, W. S.; Barbosa, E. F. (2023). “Recursos Educacionais Abertos para apoio ao ensino de Computação na Educação Básica”. In: Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação, p. 48-49. Porto Alegre: SBC.
- Camelo, A. P. et al. (2024). Soberania digital: para quê e para quem? Análise conceitual e política do conceito a partir do contexto brasileiro. São Paulo: CEPI FGV DIREITO SP; ISOC Brasil.
- Cronin, C. (2017). “Openness and praxis: exploring the use of Open Educational Practices in Higher Education”. In: The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 18, n. 5.
- Declaração. (2007). “Declaração de Cidade do Cabo para Educação Aberta”, www.capetowndeclaration.org/read/brazilian-portuguese-translation/.
- Lauermann, R. A. C.; Mallmann, E. M. (2023). “Recursos Educacionais Abertos (REA) nas teses e dissertações brasileiras entre 2002 e 2019”. In: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, v. 22, n. 2.
- Marques, D.; Morandini, M. (2024). “Uso do ChatGPT no contexto educacional: uma Revisão Sistemática da Literatura”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 35, Rio de Janeiro/RJ. Anais [...]. Porto Alegre: SBC.
- Palazzo, L. A. M.; Vanzin, T. (2022). “Relações digitais na cibersociedade: como a evolução tecnológica impacta a sociedade digital”. In: Vanzin, T.; Fadel, L. M. (org). “Presença social na cibersociedade”. São Paulo: Pimenta Cultural.
- Unesco. (2016). “Unpacking Sustainable Development Goal 4: Education 2030”, unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246300.
- Unesco. (2019). “Recommendation on Open Educational Resources”. Paris, France, www.unesco.org/legal-affairs/recommendation-open-educational-resources-oeer.
- Viterbo, J. e Bernardini, F. (2022). “Empoderamento Digital: o papel da Computação na construção de uma sociedade inclusiva e democrática”, Computação Brasil, (48).

Capítulo

4

Inovações Metodológicas na Educação em Computação

Milene Selbach Silveira, Roberto Pereira, Taciana Pontual Falcão

4.1. Contexto

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), no contexto de suas atribuições, tem promovido a discussão, estabelecimento e refinamento de referenciais de formação para os diferentes cursos superiores associados à área - Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Engenharia de Software, Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e os Cursos Superiores em Tecnologia — alinhados às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN). Aliado às especificidades de conteúdos de cada curso, em 2017, a SBC publicou os “Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação” [Zorzo et al. 2017]. Nestes, se destaca a formação orientada a competências esperadas dos egressos dos cursos da área. Já em 2019, a SBC publica um novo relatório — “Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação no Brasil - Competências Atitudinais” — complementando estes referenciais, com foco nas competências atitudinais dos egressos [Araújo et al. 2019].

Nos Referenciais de 2017, quando se fala em competências, vemos destaque para: questões de **cooperação e interação**, incluindo trabalho em equipes, para atuação com profissionais de diferentes áreas e mesmo ações **interdisciplinares** em busca de soluções para diferentes domínios; aprimoramento de **capacidade de expressão verbal e escrita**, para o desenvolvimento, apresentação e defesa de suas ideias, projetos e resultados; fomento ao **empreendedorismo**, não no sentido apenas de se empreender em busca de criação de novos negócios, mas se empreender no dia a dia, em busca de soluções mais eficazes e **inovadoras**; importância de se manter em **aprendizagem contínua e autônoma**, considerando-se tanto os avanços tecnológicos diários da área quanto desenvolvimento pessoal; tudo isto apoiado em uma **reflexão permanente, crítica e criativa**. Enquanto no documento de 2017 estas competências são especificadas para cada um dos cursos da área, no de 2019 elas são especificadas — de forma geral — para todos os cursos. Neste último, elas são articuladas e estruturadas em eixos temáticos de formação que objetivam capacitar o egresso em competências atitudinais genéricas, às quais são relacionadas competências derivadas a serem desenvolvidas nos cursos.

Considerando a metodologia de ensino e aprendizagem, os referenciais de cada curso destacam a necessidade de **protagonismo do(a) estudante** na aprendizagem; o(a) **docente como facilitador(a)/mediador(a)** do processo de ensino e de aprendizagem; e a necessidade de uso de — diferentes — **metodologias ativas**, que busquem apoiar o desenvolvimento das — diferentes — competências elencadas. Mas, mesmo com estas necessidades destacadas nos referenciais, a discussão associada a elas encontra-se, sempre, em uma seção denominada “Metodologias de Ensino” e não “Metodologias de Ensino e de Aprendizagem”, o que acaba por demonstrar, em muito, o enfoque esperado delas nos diferentes cursos.

Por mais que esta seja uma discussão de longa data, e que acompanhamos a apresentação de propostas de aplicação destas metodologias associadas à Educação em Computação em fóruns mais amplos como o Workshop sobre Educação em Computação (WEI) e o Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (Educomp), e mais específicos como trilhas dedicadas à educação nos Simpósios das diferentes subáreas da Computação, ainda é difícil vermos estas metodologias sendo amplamente aplicadas no ambiente de ensino superior. O currículo em Computação ainda é fortemente centrado em disciplinas com carga horária e horário de condução fixos, oferecidas em salas de aula convencionais em aulas expositivas, em um contexto que ainda apresenta muitas restrições para a inovação metodológica, o que cunha o desafio aqui apresentado, o qual está associado, prioritariamente, ao tópico “Práticas e métodos para educação em computação”.

4.2. Inovações Metodológicas na Educação em Computação

Metodologias (inov)ativas [Camargo e Daros 2018, Filatro e Cavalcanti 2018] têm sido buscadas para motivar a participação de estudantes em sala de aula, promovendo seu protagonismo e o desenvolvimento de diferentes competências. Aprendizagem baseada em problemas ou em projetos, aprendizado em pares, atividades desplugadas, gamificação, jogos, pesquisa em sala de aula, sala de aula invertida, são alguns dos métodos que vemos sendo empregados e discutidos nos fóruns associados ao tema.

A inovação em computação tem ocorrido e tem apresentado resultados relevantes, porém, que ainda encontram barreiras em termos de ampla adoção e de mudança efetiva na educação em computação. Nesse cenário, é preciso que a educação em computação, em sua concepção e condução, se inspire em referenciais teóricos e metodológicos que entendam a aprendizagem como um processo em que o conhecimento é continuamente criado e recriado através da experiência — e.g., [Kolb 2014], e não algo que deve ser adquirido ou transmitido em uma abordagem criticada por Freire e caracterizada como “educação bancária” [Freire 2021].

Indo além: a educação em computação não deve estar inspirada pura e simplesmente em uma visão centrada na experiência descontextualizada e fria, e sim em uma experiência alinhada ao conceito de práxis [Freire 2021]: “*reflexão e ação sobre o mundo para transformá-lo*”. A educação deve, portanto, alinhar a vivência de problemas relevantes da computação com a sua contextualização no mundo social que dá sentido a eles, em toda a sua pluralidade, e que exige o entendimento e resolução desses problemas de forma responsável e ética. Freire defende que a educação já começa com as práticas pedagógicas quando educadores se questionam se as pessoas vão dialogar, e sobre o que e como esse diálogo poderá ocorrer. É por isso que a educação em computação deve

entender a aprendizagem como um processo recursivo em que as pessoas experienciam (vivenciam), refletem, pensam e agem, que deve ser sensível ao contexto (físico, social, político) que dá sentido à aprendizagem e ao que está sendo aprendido.

Esse entendimento se reflete na necessidade de criarmos e adotarmos, de forma consciente, metodologias de ensino e de aprendizagem que ampliem as possibilidades de experiências que estudantes poderão ter, individuais e sociais, físicas e digitais, durante as aulas e fora delas. Por isso, precisamos nos questionar quais metodologias podem oferecer experiências transformadoras para a educação em computação, e como nossos currículos, disciplinas, ementas e conteúdos programáticos podem (e precisam) ser alinhados para viabilizar a sua aplicação.

Uma outra questão que vem gerando bastante polêmica nos processos de ensino e aprendizagem é a disseminação das ferramentas de Inteligência Artificial (IA), em particular de IA gerativa. Ao mesmo tempo em que essas ferramentas são associadas a um potencial de abrir novas possibilidades de ensino e aprendizagem, elas exigem profundas mudanças de paradigma na forma como ensinamos e avaliamos a aprendizagem dos estudantes, o que gera resistência de muitos educadores que têm dificuldade de visualizar como a IA pode ser integrada ao processo de aprendizagem sem comprometer a formação de qualidade. Duas grandes preocupações que têm se destacado são [Al Ahmed e Sharo, 2024]: o risco dos estudantes se tornarem excessivamente dependentes da IA, comprometendo o desenvolvimento de habilidades críticas, como pensamento analítico, resolução de problemas e criatividade; e a trapaça acadêmica, ou seja, o uso indevido do ponto de vista ético, levando à necessidade de novas estratégias de detecção de plágio. É bastante claro que a integração de ferramentas de IA gerativa nos processos de educação formal demanda mudanças de paradigma, mudanças na forma como conhecemos e compreendemos a aprendizagem e a formação dos estudantes, e conseqüentemente a formação adequada dos professores, o que no ensino superior, representa por si só um desafio considerável, dado que não existe uma cultura de formação continuada no ensino superior.

4.3. O Desafio

Trazendo os atributos que caracterizam um Grande Desafio de Pesquisa (conforme exposto por Pereira, Darin e Silveira (2024) de forma alinhada ao que é determinado pela SBC [Bauzer 2008], e adotado no I GranDIHC-BR [Baranauskas, de Souza e Pereira 2014 e 2015]) para o caso específico de Grandes Desafios **em Educação**, apresentamos os seguintes aspectos para o desafio de **Inovações Metodológicas na Educação em Computação**:

- *[Visa Avanços Significativos: um Grande Desafio de Pesquisa deve visar avanços substanciais na área, contribuindo significativamente para o progresso científico em vez de focar em melhorias incrementais de trabalhos existentes]* - um grande Desafio de Educação em Computação deve visar avanços significativos na forma como o ensinar e o aprender impactam no perfil esperado dos egressos de nossos cursos;
- *[Além de uma Pesquisa Convencional: os esforços e o trabalho necessários para enfrentar um desafio devem exceder o escopo de projetos de pesquisa individuais típicos, exigindo abordagens inovadoras e não convencionais]* - um grande Desafio de Educação em Computação deve ir além do uso de metodologias

tradicionais de ensino, para, de fato, a incorporação de metodologias e esforços individuais, trazendo o debate para metodologias que permitam a reflexão e a ação, na oferta de experiências transformadoras para o(a)s discentes e docentes;

- [*Progresso e Avaliação Incrementais: o progresso de um desafio deve ser continuamente avaliado, permitindo análises regulares e ajustes na direção da pesquisa*] - um grande Desafio de Educação em Computação deve considerar a análise contínua das metodologias empregadas, a fim de observar seu impacto no ambiente de ensino e as necessidades de refinamento e mudança das mesmas, de acordo com os resultados obtidos, com a crescente evolução da área e as possibilidades de apoio nos diferentes cenários que encontramos neste país tão diverso em termos sociais, culturais e econômicos;
- [*Critérios de Avaliação Claros: o sucesso de um desafio deve ser medido em relação a critérios de avaliação claros e explícitos para garantir transparência e responsabilidade*] - um grande Desafio de Educação em Computação deve poder ter critérios claros de avaliação, principalmente, na partilha dos desafios e avanços entre os pares, na direção de uma construção compartilhada e efetiva de um novo panorama de ensino e de aprendizagem;
- [*Soluções Multidisciplinares ou Transdisciplinares: soluções e avanços potenciais podem vir da integração de conhecimento e métodos de múltiplas disciplinas*] - um grande Desafio de Educação em Computação deve envolver docentes das diferentes subáreas da Computação para trocas e compartilhamentos de saberes e possibilidades;
- [*Viável e Desafiador de Paradigmas: o desafio deve ser alcançável dentro de um prazo realista (por exemplo, 10 anos), ao mesmo tempo em que deve ser ambicioso o suficiente para questionar paradigmas existentes e provocar uma evolução significativa na área*] - um grande Desafio de Educação em Computação deve poder ser alcançável, na medida que diferentes abordagens (plugadas e desplugadas) possam ser concebidas e discutidas, considerando os diferentes cenários em que nossas universidades se encontram;
- [*Orientado pela Comunidade e Independente: um grande desafio de pesquisa deve se originar da proposta da comunidade, servindo como uma meta de longo prazo independente de políticas de financiamento ou mudanças estruturais na área*] - um grande Desafio de Educação em Computação deve ser fruto de compartilhamentos da comunidade, no sentido de um currículo vivo (*living curriculum*), como expõem Churchill, Bowser e Preece (2016), com a criação de uma rede colaborativa com foco no compartilhamento e co-criação de recursos educacionais.

Referências

Al Ahmed, Y.; Sharo, A. On the Education Effect of CHATGPT: Is AI CHATGPT to Dominate Education Career Profession? In: International Conference on Intelligent Computing, Communication, Networking and Services (ICCNS), 2023, Valencia, Espanha.

Araujo, R.; Calsavara, A.; Cerqueira, A.; Leite, J. (2019). Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação no Brasil - Competências Atitudinais. Relatório Técnico nº 002/2019 da SBC. Porto Alegre: SBC. 11p.

- Baranauskas, M.C.C; de Souza, C.S.; Pereira, R. (2014). I Grandihc-BR—Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil. Relatório Técnico. Comissão Especial de Interação Humano-Computador (CEIHC) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) (2014), 27–30.
- Baranauskas, M.C.C; de Souza, C.S.; Pereira, R. (2015). I GrandIHC-BR—Grand Research Challenges in Human-Computer Interaction in Brazil. Human-Computer Interaction Special Committee (CEIHC) of the Brazilian Computer Society (SBC) (2015).
- Camargo, F. e Daros, T. (2018) A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso.
- Churchill, E.F.; Bowser, A.; Preece, J. (2016). The future of HCI education: a flexible, global, living curriculum. *Interactions* 23, 2 (March + April 2016), 70–73.
- Filatro, A. e Cavalcanti, C.C. (2018) Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva Educação.
- Freire, P. (2021). Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz&Terra.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Hoboken: Pearson FT Press.
- Medeiros, C.B (2008). Grand Research Challenges in Computer Science in Brazil. *Computer* 41, 6 (2008), 59–65. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MC.2008.188>
- Pereira, R., Darin, T.; Silveira, M.S. (2024). GrandIHC-BR: Grand Research Challenges in Human-Computer Interaction in Brazil for 2025-2035. In *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC '24)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- Zorzo, A. F.; Nunes, D.; Matos, E.; Steinmacher, I.; Leite, J.; Araujo, R. M.; Correia, R.; Martins, S. (2017). *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação*. Porto Alegre: SBC. 153p.

Capítulo

5

A Integração de *Soft Skills* e Problem/Project Based Learning na Educação em Computação para uma Formação Centrada no Estudante

Lucy Mari Tabuti, David de Oliveira Lemes, Eduardo Savino Gomes, Jésus de Lisboa Gomes, Victor Bruno Alexander Rosetti de Quiroz

Abstract

This study discusses the urgent need to transform computing education beyond technical training by integrating soft skills such as leadership, empathy, communication, and emotional intelligence. Grounded in active methodologies like Problem/Project-Based Learning, maker-centered learning, and immersive experiences, it advocates for a student-centered approach that prepares well-rounded, ethical, and collaborative professionals. The chapter analyzes educational trends, labor market demands, and the role of technologies such as Artificial Intelligence, augmented reality, and adaptive platforms. It proposes pathways toward more inclusive and human-centered curricula that integrate technical and socio-emotional skills, fostering responsible innovation and social transformation.

Keywords: *Computer Science Education; Soft Skills; Active Learning Methodologies; Artificial Intelligence in Education; Problem/Project Based Learning (PBL/PjBL)*

Resumo

Este estudo discute a urgência de transformar a educação em Computação para além da formação técnica, integrando soft skills como liderança, empatia, comunicação e gestão emocional. Com base em metodologias ativas como o Problem/Project-Based Learning, a aprendizagem maker e experiências imersivas, defende-se uma formação centrada no estudante, capaz de preparar profissionais completos, éticos e colaborativos. São analisadas tendências educacionais, impactos no mercado de trabalho e o papel de

tecnologias como Inteligência Artificial, realidade aumentada e plataformas adaptativas. A proposta inclui caminhos para currículos mais inclusivos e humanizados, que combinem habilidades técnicas e socioemocionais, promovendo inovação responsável e transformação social.

Palavras-chave: *Educação em Computação; Soft Skills; Metodologias Ativas; Inteligência Artificial na Educação; Aprendizado Baseado em Problemas/Projetos*

5.1. Introdução

A Computação tornou-se um dos principais vetores da transformação digital, com impactos significativos em áreas como saúde, educação, mobilidade e sustentabilidade. O avanço de tecnologias como Inteligência Artificial, big data e Internet das Coisas alterou o perfil profissional exigido pelo mercado, que agora valoriza, além do domínio técnico, competências humanas como empatia, comunicação, adaptabilidade e liderança.

No entanto, a formação tradicional em Computação ainda prioriza *hard e tech skills*, deixando em segundo plano as habilidades socioemocionais cada vez mais valorizadas por organizações e líderes do setor. Nesse contexto, a adoção de metodologias ativas, como o *Problem/Project-Based Learning* (PBL/PjBL), o aprendizado *maker* e abordagens imersivas, surge como estratégia eficaz para promover uma formação mais integral.

Essas práticas colocam o estudante no centro do processo, estimulando a aplicação prática do conhecimento técnico ao mesmo tempo em que desenvolvem competências interpessoais, colaborativas e éticas. Tecnologias emergentes, como realidade aumentada, ambientes virtuais e plataformas de Inteligência Artificial (IA) adaptativa, ampliam esse potencial, oferecendo experiências personalizadas e inclusivas de aprendizagem.

Diante desses desafios e oportunidades, este estudo propõe discutir caminhos para uma educação em Computação mais completa, ética e alinhada às exigências contemporâneas.

São apresentadas evidências teóricas, tendências internacionais, sinais emergentes e propostas curriculares que apontam para um modelo educacional no qual competências técnicas e humanas coexistem em sinergia, formando profissionais preparados para atuar com responsabilidade, inovação e impacto social.

5.2. Da Formação Técnica à Formação Integral: A Nova Demanda Profissional

Desde os primórdios da educação em computação, o foco predominante esteve na formação técnica, orientada ao domínio de linguagens de programação, estruturas de dados, algoritmos e sistemas computacionais. Essa abordagem foi essencial durante décadas em que a computação era tratada majoritariamente como uma ciência exata e aplicada, concentrada na solução de problemas técnicos bem definidos.

Contudo, à medida que a computação passou a se integrar a praticamente todos os setores da sociedade, essa perspectiva tornou-se limitada e, por vezes, insuficiente para responder às demandas do mundo contemporâneo (Carvalho et al., 2023).

O modelo tradicional de ensino, centrado apenas nas *hard e tech skills*, começou a apresentar sinais de esgotamento. As rápidas transformações tecnológicas e sociais exigem profissionais com capacidade de adaptação, tomada de decisão ética, comunicação eficaz, liderança colaborativa e sensibilidade a contextos humanos e culturais.

O desafio atual é formar profissionais capazes de programar ou modelar dados, inclusive de compreender e intervir de forma crítica e responsável nos contextos onde a tecnologia é aplicada (Oran et al., 2023).

O *Future of Jobs Report 2023*, do Fórum Econômico Mundial, destaca que as habilidades mais valorizadas no mercado de trabalho atual e futuro vão além das técnicas, mas comportamentais. Entre as chamadas *soft skills*, destacam-se a resiliência, a curiosidade, o pensamento crítico, a liderança, a empatia, a escuta ativa e a inteligência emocional, todas associadas ao bom desempenho em ambientes complexos e colaborativos.

Segundo o relatório, 44% das competências essenciais para os trabalhadores serão diferentes até 2027, com ênfase crescente nas habilidades socioemocionais e cognitivas (World Economic Forum, 2023).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), por sua vez, aponta em suas diretrizes para a educação do século XXI que o futuro do trabalho dependerá da capacidade dos profissionais de atuar de forma interdisciplinar, resolver problemas abertos e navegar em ambientes de constante mudança.

Isso implica um redirecionamento das instituições formadoras para currículos que valorizem tanto o conhecimento técnico quanto as competências humanas, o que tem sido chamado de *formação integral* (OECD, 2022).

Nesse contexto, torna-se cada vez mais evidente que a computação precisa dialogar com áreas como ciências humanas, comunicação, design e ética. Profissionais da área deverão ser tanto engenheiros de código, quanto arquitetos de soluções socialmente relevantes.

Para isso, é fundamental que o processo educativo vá além do conteúdo técnico e promova o desenvolvimento de habilidades interpessoais e atitudes cidadãs desde as fases iniciais da formação.

5.3. Soft Skills como Pilar da Formação em Computação

As *soft skills*, ou habilidades socioemocionais, referem-se a um conjunto de competências interpessoais, emocionais e cognitivas que influenciam diretamente a forma como os indivíduos interagem, resolvem problemas, lideram e se adaptam a novos contextos. Incluem habilidades como empatia, escuta ativa, pensamento crítico, inteligência emocional, comunicação eficaz, criatividade, ética, adaptabilidade e trabalho em equipe.

Embora tradicionalmente tratadas como secundárias na formação técnica, essas habilidades têm se mostrado essenciais para o sucesso profissional, especialmente nas áreas de tecnologia, onde os desafios são cada vez mais humanos, complexos e colaborativos (World Economic Forum, 2023).

Estudos conduzidos por instituições como a *McKinsey & Company* e a *Harvard Business Review* apontam que o desempenho de profissionais da tecnologia está diretamente relacionado à presença dessas competências.

Em um relatório da McKinsey (2021), empresas que investiram no desenvolvimento de *soft skills* observaram aumentos significativos na produtividade, no engajamento das equipes e na capacidade de inovação. Já a *LinkedIn Learning* identificou, em seu relatório global de 2023, que as habilidades mais demandadas pelas empresas são, predominantemente, comportamentais, com destaque para comunicação, colaboração, gestão do tempo e pensamento crítico.

Na indústria da tecnologia, empresas líderes vêm reestruturando seus processos de contratação, treinamento e avaliação de desempenho para incorporar as *soft skills* como critério essencial.

O *Project Oxygen*, desenvolvido pelo Google, é um exemplo emblemático. O estudo buscou identificar os atributos que caracterizavam os melhores líderes da empresa, e revelou que as habilidades mais impactantes não eram técnicas, mas comportamentais, como ser um bom ouvinte, demonstrar empatia, saber dar *feedback* e criar um ambiente de apoio à equipe. Isso levou o Google a reformular seus programas internos de liderança com foco explícito no desenvolvimento dessas competências humanas.

Instituições educacionais de ponta também têm seguido esse caminho. Universidades como Stanford, MIT e Universidade de Toronto têm incorporado disciplinas e experiências interdisciplinares voltadas ao desenvolvimento de competências não técnicas em seus cursos de Ciência da Computação, reconhecendo que formar profissionais tecnicamente competentes não basta, é necessário formar líderes conscientes, empáticos e preparados para lidar com a diversidade de desafios da era digital (Walker e Jenkins, 2024).

A centralidade das *soft skills* na formação em Computação não é, portanto, uma tendência passageira, mas um movimento estrutural que redefine o que se espera de um profissional da área. Inserir essas competências no currículo além de ser uma resposta ao mercado, é uma estratégia para formar indivíduos mais humanos, críticos e responsáveis diante do impacto crescente das tecnologias na vida social.

5.4. Metodologias Ativas como Estratégia da Integração Pedagógica

As metodologias ativas têm ganhado destaque na educação em Computação como uma resposta concreta à necessidade de alinhar o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais.

Entre as abordagens mais relevantes estão o *Problem-Based Learning* (PBL), o *Project-Based Learning* (PjBL), a aprendizagem *maker*, a aprendizagem experiencial e o uso de tecnologias imersivas. Todas essas estratégias compartilham um princípio comum: colocar o estudante como protagonista do processo de aprendizagem, envolvido em desafios reais, colaborativos e contextualizados.

O *PBL* e o *PjBL*, por exemplo, propõem que os estudantes enfrentem problemas complexos, muitas vezes, sem solução única, exigindo investigação, trabalho em equipe, pensamento crítico e tomada de decisão, habilidades fundamentais tanto no contexto acadêmico quanto profissional (Ceh-Varela et al., 2023).

Já a abordagem *maker* incentiva a aprendizagem "mão-na-massa", em que o estudante constrói artefatos e soluções concretas, promovendo criatividade, experimentação e inovação. A aprendizagem experiencial, por sua vez, valoriza o aprender fazendo (*learning by doing*), sendo especialmente potente quando associada a ambientes imersivos como laboratórios virtuais, projetos reais e gamificação.

Evidências científicas apontam que essas metodologias têm impacto positivo direto no engajamento, na retenção do conhecimento e no desenvolvimento de *soft skills*. Um estudo recente apresentado no *SBES 2023* (Oran et al., 2023) demonstrou que estudantes de Engenharia de Software submetidos a um currículo baseado em PBL/PjBL obtiveram melhorias significativas em competências como liderança, comunicação e resolução de conflitos.

De Barros, Paiva e Hayashi (2023) também mostraram como a combinação entre métodos ágeis e PBL/PjBL no ensino de IA pode ampliar a autonomia e a capacidade crítica dos estudantes.

A adoção dessas metodologias em países como Finlândia, Estônia, Singapura e Estados Unidos tem contribuído para a formação de estudantes mais autônomos, colaborativos e adaptáveis.

Na Finlândia, por exemplo, a aprendizagem baseada em fenômenos, uma variação do PBL, é amplamente utilizada para integrar diferentes áreas do conhecimento em torno de temas reais, promovendo a interdisciplinaridade e a ação social. Em Singapura, a aprendizagem por investigação é estimulada desde os primeiros anos, com forte apoio tecnológico e foco em resolução de problemas complexos.

No Brasil, embora iniciativas como o uso de PBL/PjBL em cursos de Computação estejam em expansão, ainda há desafios estruturais e culturais para sua adoção em larga escala. Entretanto, instituições que implementam essas abordagens relatam melhorias na motivação dos estudantes, maior integração entre teoria e prática e um ambiente mais colaborativo e inclusivo (Carvalho et al., 2023).

Ao integrar *tech* e *soft skills* em um mesmo processo formativo, as metodologias ativas enriquecem a aprendizagem e constroem pontes entre o conhecimento acadêmico e as demandas do mundo real, formando profissionais mais completos e preparados para liderar a transformação digital com consciência e responsabilidade.

5.5. Tecnologias Imersivas e Educação Adaptativa

As tecnologias imersivas e os sistemas de aprendizagem adaptativa representam uma nova fronteira no campo educacional, com potencial transformador especialmente relevante para a formação em Computação.

Ferramentas como Realidade Aumentada (AR), Realidade Virtual (VR), ambientes em metaverso e plataformas baseadas em IA estão redefinindo o modo como os estudantes interagem com o conhecimento, com os colegas e com os desafios do mundo real.

Essas tecnologias criam ambientes ricos, dinâmicos e interativos que favorecem o engajamento, a experimentação e o desenvolvimento simultâneo de habilidades técnicas e comportamentais.

A realidade aumentada e a realidade virtual possibilitam simulações complexas, como laboratórios de programação 3D, visualização de algoritmos em tempo real ou construção colaborativa de soluções computacionais em ambientes digitais.

O metaverso, por sua vez, oferece espaços virtuais compartilhados que permitem a realização de projetos, oficinas e interações sociais em contextos gamificados e imersivos.

Segundo o *Educause Horizon Report (2023)*, essas tecnologias já estão sendo utilizadas por instituições como Stanford, Arizona State University e National University of Singapore para promover experiências de aprendizagem personalizadas e centradas no estudante.

Plataformas de IA educacional, como a Century Tech, Squirrel AI e ferramentas de tutoria virtual com base em GPT, vêm revolucionando o processo de ensino-aprendizagem ao oferecer *feedback* em tempo real, rotas de aprendizagem personalizadas e identificação automática de lacunas de conhecimento. Tais recursos permitem que os estudantes avancem em seu próprio ritmo, recebendo orientação de acordo com suas dificuldades, preferências e estilos cognitivos.

Como apontam Walker & Jenkins (2024), a IA educacional tem o potencial de atuar como um “professor invisível”, capaz de adaptar o conteúdo, sugerir exercícios e apoiar o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais com base em dados de comportamento.

Além de promover a personalização, essas tecnologias reforçam o protagonismo do estudante e ampliam a acessibilidade a recursos avançados de aprendizagem, um fator essencial para a democratização do ensino de Computação.

Estudantes que antes não tinham acesso a laboratórios físicos ou mentores especializados podem agora interagir com ambientes simulados e obter *feedback* inteligente e contínuo. Em ambientes de aprendizagem baseados em problemas ou projetos, a integração de tecnologias imersivas potencializa ainda mais o desenvolvimento de habilidades como colaboração, criatividade, empatia e pensamento sistêmico.

Portanto, as tecnologias imersivas e adaptativas além de ferramentas de apoio, são elementos estruturantes de um novo modelo educacional centrado no estudante. Quando bem integradas a metodologias ativas e a um currículo voltado à formação integral, elas contribuem decisivamente para a construção de uma educação em Computação mais humanizada, personalizada e conectada às transformações do século XXI.

5.6. Inclusão, Ética e Equidade na Educação Computacional

A rápida digitalização da educação, impulsionada por tecnologias emergentes e metodologias ativas, traz consigo oportunidades e importantes desafios no campo da inclusão, da equidade e da ética.

Embora ferramentas como inteligência artificial, realidade virtual e plataformas adaptativas ofereçam novas possibilidades de aprendizagem, seu acesso ainda é desigual. A falta de infraestrutura, conectividade, equipamentos e formação docente em muitas

regiões do Brasil e do mundo impede que grande parte da população estudantil se beneficie dessas inovações.

Segundo a UNESCO (2023), mais de 40% dos estudantes no mundo ainda não têm acesso adequado a recursos digitais para aprendizagem, o que aprofunda desigualdades educacionais pré-existent.

A democratização da tecnologia educacional exige, portanto, um esforço coordenado entre governos, instituições de ensino, setor privado e sociedade civil. Políticas públicas devem priorizar investimentos em conectividade, dispositivos acessíveis, formação continuada de professores e plataformas abertas que possam ser utilizadas em diferentes contextos socioculturais.

A UNICEF (2022) destaca a importância de programas que garantam o acesso equitativo ao ensino digital desde a infância, promovendo ambientes que respeitem a diversidade e assegurem a inclusão de grupos historicamente marginalizados, como pessoas com deficiência, populações periféricas, indígenas e quilombolas.

Além do acesso, é fundamental considerar os princípios éticos na concepção e aplicação das tecnologias educacionais. Sistemas baseados em algoritmos, se não forem cuidadosamente desenhados, podem reproduzir ou amplificar preconceitos e exclusões.

Estudos têm mostrado que a IA educacional pode apresentar vieses que favorecem determinados grupos socioeconômicos ou perfis cognitivos, resultando em desigualdades silenciosas no processo de avaliação e personalização da aprendizagem (UNESCO, 2023).

Da mesma forma, o capacitismo, ou seja, a exclusão ou subvalorização de estudantes com deficiência, ainda é uma barreira significativa na construção de ambientes verdadeiramente inclusivos.

Um dos riscos mais evidentes nesse processo é a elitização digital da educação computacional. Escolas e instituições com mais recursos tendem a adotar rapidamente metodologias inovadoras, enquanto aquelas com menos infraestrutura permanecem presas a modelos tradicionais, aumentando a distância entre os que têm e os que não têm acesso à educação de qualidade.

Para evitar esse abismo, é necessário desenhar soluções pedagógicas e tecnológicas com base no princípio da equidade, garantindo que todos os estudantes tenham oportunidades reais de aprender e se desenvolver plenamente.

Propor uma educação computacional ética, diversa e justa implica em reconhecer a pluralidade dos estudantes, suas realidades e modos de aprender. É preciso promover ambientes formativos acolhedores, com currículos flexíveis, linguagens acessíveis e tecnologias pensadas para todos.

A ética, neste contexto, além de ser um conteúdo a ser ensinado, passa a ser uma prática a ser vivida na construção cotidiana de uma educação que transforma, emancipa e inclui.

5.7. Cenários Futuros e Tendências Emergentes (2025–2035)

A próxima década promete uma transformação profunda na educação em Computação, impulsionada por avanços tecnológicos e demandas sociais cada vez mais complexas. Um

dos eixos mais promissores é a personalização do aprendizado por meio de inteligência artificial generativa e tutores digitais.

Ferramentas baseadas em modelos como GPT, aliadas a sistemas de aprendizagem adaptativa, serão capazes de fornecer apoio contínuo, simulações contextualizadas e feedbacks sob medida para cada estudante, promovendo um aprendizado mais autônomo, eficiente e centrado nas necessidades individuais (Walker e Jenkins, 2024; Educause, 2023).

Paralelamente, consolida-se a noção de *computação humanizada*, na qual competências técnicas caminham ao lado de atributos como empatia, criatividade e responsabilidade social. As tecnologias, cada vez mais inseridas em contextos que afetam diretamente a vida das pessoas, como saúde, justiça, educação e meio ambiente, exigem profissionais sensíveis às implicações éticas de suas decisões.

Essa abordagem amplia o conceito tradicional de formação, incorporando valores humanos à prática computacional, como já defendem a UNESCO (2023) e o World Economic Forum (2023).

Outra tendência marcante é a expansão do modelo de *lifelong learning*, que redefine a formação profissional como um processo contínuo e dinâmico. Com a rápida obsolescência de tecnologias e competências, espera-se que os profissionais da área de Computação estejam em constante atualização.

Plataformas modulares, microcertificações, trilhas de aprendizagem personalizadas e comunidades de prática serão cada vez mais comuns como estratégias de formação ao longo da vida (OECD, 2022). Instituições educacionais e empresas precisarão trabalhar juntas para construir ecossistemas de aprendizagem flexíveis, inclusivos e conectados com os desafios do século XXI.

Por fim, ganha relevância a pauta da “computação verde” (*Green Computing*), que envolve práticas sustentáveis no desenvolvimento, uso e descarte de tecnologias digitais. Desde o design de algoritmos energeticamente eficientes até o uso consciente de infraestrutura computacional em nuvem, a preocupação ambiental será parte integrante da formação dos profissionais do futuro.

A computação responsável ambientalmente além de ser uma escolha ética, também será uma exigência regulatória e mercadológica, diante da intensificação da crise climática global (IEEE Standards Association, 2023).

Esses cenários apontam para um futuro no qual a educação em Computação deixará de ser apenas técnica para se tornar integral, adaptativa e socialmente comprometida.

Caberá às instituições formadoras a tarefa de alinhar-se a essas tendências, garantindo que os profissionais da área estejam atualizados tecnologicamente e preparados para exercer um papel transformador no mundo.

5.8. Propostas para um Currículo Inovador e Humanizado em Computação

Diante dos desafios e tendências apresentados, torna-se imprescindível a reestruturação dos currículos de Computação para que consigam equilibrar de forma intencional o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais.

Um currículo inovador e humanizado deve transcender o ensino conteudista e fragmentado, incorporando metodologias ativas, tecnologias educacionais e temas transversais que estimulem o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração e o compromisso ético com a sociedade.

A proposta passa por reorganizar os conteúdos em torno de competências integradoras, utilizando modelos de aprendizagem híbrida e colaborativa. Nesse formato, o espaço formativo combina aulas presenciais e remotas, laboratórios físicos e virtuais, projetos interdisciplinares e desafios reais, muitos deles desenvolvidos em equipe. O uso de plataformas adaptativas, tutores digitais e simuladores amplia o alcance e a personalização da aprendizagem, enquanto o trabalho por projetos contribui para consolidar a articulação entre teoria e prática (Barros, Paiva e Hayashi, 2023; Oran et al., 2023).

Uma matriz curricular integrada pode ser estruturada em três eixos complementares: (1) Eixo Técnico-Tecnológico, com disciplinas como programação, estruturas de dados, IA e sistemas distribuídos; (2) Eixo Humanístico-Comportamental, com temas como ética, comunicação, design centrado no usuário, pensamento sistêmico e cidadania digital; e (3) Eixo Prático-Experiencial, composto por projetos interdisciplinares, estágios supervisionados, hackathons, vivências *maker* e empreendedorismo social.

Ao longo de cada eixo, competências socioemocionais devem ser explicitamente mapeadas e avaliadas com critérios claros, valorizando o progresso individual e coletivo dos estudantes.

Para consolidar essa transformação, é essencial estabelecer parcerias estratégicas com empresas, hubs de inovação, organizações sociais e o setor público. Essas colaborações permitem trazer demandas reais para o ambiente acadêmico, conectando os estudantes a problemas contemporâneos e aproximando-os do ecossistema de inovação. Além disso, favorecem a atualização docente e a co-construção de soluções que respondam aos desafios locais e globais da computação.

Universidades como a USP, a UFMG, a UFRGS, a FECAP, por exemplo, já vêm desenvolvendo experiências integradas em parceria com parques tecnológicos e startups, com resultados positivos no engajamento e inserção profissional dos estudantes.

A construção de um currículo inovador e humanizado além de ser uma inovação pedagógica, é um compromisso com a formação de profissionais que compreendam o papel transformador da Computação na sociedade. Um currículo equilibrado forma muito mais que programadores, mas líderes, pensadores e cidadãos digitais conscientes e preparados para o futuro.

5.9. Conclusão

A transformação da educação em Computação é uma urgência que ultrapassa as fronteiras do ensino técnico. Formar profissionais para a era digital exige um modelo educacional centrado no estudante, que equilibre competências técnicas e humanas, e esteja comprometido com a ética, a inclusão e a inovação social.

A integração de *soft skills*, metodologias ativas e tecnologias educacionais além de ser uma tendência, passa a ser uma necessidade para que a Computação contribua efetivamente para o desenvolvimento sustentável e equitativo da sociedade.

Educadores, gestores e formuladores de políticas públicas devem assumir o protagonismo nessa mudança. É preciso repensar currículos, investir em formação docente, democratizar o acesso à tecnologia e criar ambientes de aprendizagem que acolham a diversidade e estimulem o pensamento crítico.

A educação em Computação tem o potencial de formar profissionais altamente capacitados, como cidadãos conscientes, capazes de liderar com empatia e construir um futuro mais ético, humano e inclusivo.

Referências

- Barros, V. A. M. de; Paiva, H. M.; Hayashi, V. T. (2023). *Using PBL and Agile to Teach Artificial Intelligence to Undergraduate Computing Students*. IEEE Access, 11, 77737–77749. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3298294>
- Carvalho, F. P. de; Santos, R. C. dos; Nascimento, S. M.; Coutinho, J. C. da S.; Sousa, R. R. de. (2023). *Investigating the relationship between academia and the information technology industry: a systematic literature review*. Concilium, 23(21), 11–35. <https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/2385>
- Ceh-Varela, E.; Canto-Bonilla, C.; Duni, D. (2023). *Application of Project-Based Learning to a Software Engineering course in a hybrid class environment*. Information and Software Technology, 158. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107189>
- Educause. (2023). *Horizon Report: Teaching and Learning Edition*. <https://library.educause.edu/resources/2023/4/2023-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- IEEE Standards Association. (2023). *Green ICT Standards and Sustainability Initiatives*. <https://standards.ieee.org/initiatives/greenict/>
- LinkedIn Learning. (2023). *Workplace Learning Report 2023*. <https://learning.linkedin.com/resources/workplace-learning-report>
- McKinsey & Company. (2021). *Defining the skills citizens will need in the future world of work*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/defining-the-skills-citizens-will-need-in-the-future-world-of-work>
- OECD. (2022). *Skills for a 21st Century World*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/education/skills-for-a-21st-century-world.htm>
- Oran, A. C.; Lima, R. R.; Gadelha, B.; Maia, N.; Silva, W.; Rivero, L. (2023). *Empowering Technical Skills and Soft Skills in Software Engineering Students through Problem-Based Learning*. In: Proceedings of the XXXVII Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES '23), 348–357. <https://doi.org/10.1145/3613372.3614192>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386098>
- UNICEF. (2022). *Reimagining Education: Bridging the Digital Divide for Children and Young People*. <https://www.unicef.org/reports/reimagining-education>
- Walker, R.; Jenkins, K. (2024). *Immersive Learning in Technology Education: Preparing for the Future Workforce*. Computing and Education Review.
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva, Switzerland. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>

Capítulo

6

Educação 5.0 em Computação e Engenharia

Filippo Valiante Filho e José Roberto Cardoso

Abstract

This paper presents a brief landscape of the Education 5.0 expected for the 2030s. It will be driven by the current 4.0 technological context, the new national curricular guidelines, and a greater global concern regarding sustainability in a broad sense, manifested in the sustainable development goals and the Japanese concept of Society 5.0. It then proposes Education 5.0 in Brazil as one of the great challenges for computing education, exemplifying some of the challenges implicated and the potential benefits for society through its implementation.

Resumo

Este artigo apresenta um breve panorama da Educação 5.0 esperada para a década de 2030, que será impulsionada pelo contexto tecnológico 4.0 atual, as novas diretrizes curriculares nacionais e uma maior preocupação global com a sustentabilidade em um sentido amplo, manifesto nos objetivos de desenvolvimento sustentável e no conceito japonês de Sociedade 5.0. Em seguida propõe a Educação 5.0 no Brasil como um dos grandes desafios da educação em computação exemplificando alguns dos desafios implicados e os potenciais benefícios para a sociedade através de sua implementação.

6.1. Introdução

A década de 2020 está testemunhando a plenitude das tecnologias do contexto 4.0 com sua disseminação global, abrindo caminho para um novo ciclo de inovação. Além de vários projetos nacionais seguindo o exemplo da “Indústria 4.0” na Alemanha, há também os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU, lançados em 2015, que fixam metas globais para o ano de 2030 organizadas em torno do cuidado com as pessoas e com o planeta, da prosperidade e da paz, e da parceria global para se alcançar os ODS [ONU 2015].

Fortemente alinhada aos ODS, surgiu a “Sociedade 5.0” japonesa também visando o ano de 2030 [Fukuyama 2018] e focando no bem-estar da sociedade, tendo

como tecnologias habilitadoras os eixos de Internet das Coisas (IoT), big data, inteligência artificial (IA) e robótica.

O cenário atual também foi fortemente afetado pela pandemia de covid-19 ao longo dos anos de 2020 e 2021 e suas consequências para a educação e toda a sociedade durante e após a pandemia.

Em 2019 foram instituídas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do curso de graduação em Engenharia com uma proposta de aprendizagem baseada em competências e considerando um perfil de engenheiro capacitado não apenas tecnicamente, mas também socialmente, criativo, inovador, globalizado, que aprendeu a aprender e a aplicar seu conhecimento. Em suma, uma proposta que ecoa os ODS e prepara engenheiros aptos a implementá-los e atuar em uma sociedade dentro desse novo contexto [BRASIL. MEC, 2019].

Essas DCNs avançam ainda mais em terrenos aplainados pelas DCNs da Computação, instituídas em 2016, como: adoção de metodologias ativas; maior flexibilização para a implementação do currículo; uma abordagem de "conjunto substantivo de conhecimentos" ao invés de disciplinas obrigatórias; um processo de acompanhamento e avaliação do projeto pedagógico dos cursos de forma contínua, com base em autoavaliação e no acompanhamento dos egressos, prevendo inclusive avaliadores externos, para além do processo formal e regular de avaliação de cursos realizados pelo Inep [BRASIL. MEC, 2016].

Attingir o ODS 4, de educação de qualidade, requer uma visão centrada no aluno, com professores bem-preparados, empregando metodologias adequadas e, em um contexto mais abrangente e relevante, requer também infraestrutura e investimento adequados, políticas públicas, etc. Porém o “para todos” requer, além disso, o emprego de tecnologia. Conciliando-se isto com o contexto tecnológico 4.0 nota-se que a resposta para os desafios abertos pode estar no caminho para uma Educação 5.0 a partir da próxima década.

6.2. Educação 5.0

A Educação 5.0 deverá ser não apenas centrada no aluno, mas tratar cada aluno individualmente, ainda que dentro de um grupo, e promover um alinhamento deste aluno com todo o sistema educacional e as demais partes interessadas na sociedade, como o governo, a indústria, os setores de serviços e comércio, investidores e a sociedade civil. Ela deve ser de qualidade técnica e relevante socialmente e para o mercado e em escala para atender à demanda por profissionais.

A individualização buscada na educação 5.0 é no sentido de realmente atender e considerar tanto as necessidades como as potencialidades de cada estudante em um olhar amplo para seu desenvolvimento ao longo do período de formação. Para que cada estudante tenha um curso individualizado o suporte tecnológico será necessário, especialmente de IA. Porém a educação, ainda mais quando baseada em competências, depende do coletivo. E esse coletivo é imprescindível na execução de projetos, resolução de problemas e aprendizagem através de diversas metodologias ativas, bem como no desenvolvimento das habilidades socioemocionais.

Perspectiva similar pode ser encontrada em Nóvoa (2022) que ressalta que a tecnologia pode tornar viável o que a pedagogia tornara desejável, incluindo “processos

de individualização que permitam construir percursos escolares diferenciados”, embora alertando que a individualização das aprendizagens não pode desvalorizar o sentido coletivo da escola.

Essa busca por um ensino individualizado e que atenda às necessidades de todos os estudantes, provendo-se múltiplas formas de engajamento, representação e ação e expressão são encontradas, por exemplo, no Design Universal de Aprendizagem (DUA) [CAST 2024, Torres e Marciano 2022].

Núñez e Lantada (2020) ressaltam a importância da IA para a educação em engenharia na atualidade apresentando-a como “educação em engenharia auxiliada por IA”, o que pode ser estendido para toda a área da computação. Eles analisam múltiplos aspectos envolvidos, tais como o planejamento de novos cursos e a atualização dos existentes, o emprego da IA como suporte ao ensino no dia-a-dia com a personalização da educação, avaliação e tutoria, o ensino da IA como componente fundamental para todas as engenharias, a atualização dos professores, automação de tarefas administrativas por parte dos professores e por parte da instituição, suporte automatizado a questões do cotidiano escolar, automação parcial dos processos de acreditação com a geração de relatórios e uma pré-avaliação feita por IA, etc. Um dos benefícios esperados de se adotar a tecnologia de forma correta é uma universidade mais acessível e inclusiva, o que requer grande compreensão e cuidado com as questões éticas relacionadas com a IA e com todos os dados associados. Os autores ressaltam que o ensino de IA deve ser feito de forma aplicada ao campo de conhecimento e empregando metodologias ativas de aprendizagem. Eles esperam que esses avanços sejam paulatinamente implementados ao longo desta década para se atingir o ápice da “educação em engenharia auxiliada por IA” e das “universidades inteligentes” em 2030.

A educação tem se voltado para um modelo baseado em competências ao longo dos últimos anos, ao invés de um modelo meramente baseado em conhecimentos. Transcendendo o apenas saber e incorporando o saber fazer (habilidades), bem como promovendo a inserção dos saberes no contexto social (atitudes e valores). No Brasil esse movimento tem ocorrido na legislação educacional através das DCNs e, na prática, a partir de diversas iniciativas em escolas no país que têm modificado o paradigma vigente e repensado seus cursos a partir dessa nova perspectiva. Algumas iniciativas nacionais são relatadas em CNI (2021) e Gianesi, Massi e Mallet (2021).

O estabelecimento das competências adequadas é o ponto de partida para a moderna educação em computação e engenharia e deverá ser feito através de uma perspectiva cada vez mais plural, aproximando-se a academia das demais partes interessadas, isto é, indústria, governo, setor de serviços e comércio, investidores e a sociedade civil organizada. Com o envolvimento de todas essas partes as competências de cada curso e instituição serão únicas e mais relevantes. Então, a partir do estabelecimento das competências o desenvolvimento dos cursos deverá continuar a manter contato com todas essas partes em uma realimentação contínua para recursos de aprendizagem, problemas e projetos realizados dentro da academia e nesses parceiros, processo de avaliação de aprendizagem e de curso, etc.

A OCDE em sua proposta para o futuro da educação menciona que “engenheiros aprendem a resolver problemas de engenharia, mas seus currículos raramente os ensinam a pensar sobre quais problemas engenheiros deveriam estar tentando resolver” [OECD 2019, tradução nossa]. Encontrar esses problemas reais, objetivos e

significativos é um exemplo que demandará essa ampla colaboração. Dentro desse novo contexto global que se desenha e a maior preocupação com a sustentabilidade em um sentido amplo se fará necessária uma aproximação com as humanidades, bem como com as artes.

Uma maior cooperação entre diferentes instituições de ensino e as demais partes interessadas na educação em nível nacional e regional também contribuirá para esse cenário e potencializará um impacto positivo na sociedade e na economia.

O papel do professor deverá ter grandes mudanças nesse novo cenário em que contará com o auxílio cada vez maior de TIC e IA. Se a realidade atual já mudou o foco do conteúdo para a competência e do professor para o aluno, sujeito ativo da aprendizagem assim como o professor, o novo cenário não deve eliminar o professor, mas pelo contrário, valorizá-lo na dimensão mais humana, fortalecendo o relacionamento individual e em pequenos grupos com os alunos; orientações e mentorias; supervisão de problemas e projetos; devolutivas personalizadas; desenvolvimento das habilidades comportamentais dos alunos individualmente e em grupo; curadoria; relacionamento da academia com a sociedade e com o mercado de trabalho e assim por diante.

A dimensão coletiva do trabalho docente, em sua cooperação com os pares e a sociedade, será cada vez mais necessária e notória. Ela será impulsionada pelo relacionamento mais estreito com as diversas partes interessadas na educação, pelo maior dinamismo dos cursos, pelo emprego das metodologias ativas, pela necessidade de análise e ação humanas a partir das informações fornecidas pelos sistemas sobre os alunos e cursos.

Os sistemas educacionais adaptativos serão essenciais para apoiar e mediar a Educação 5.0. Esses sistemas serão baseados em novas gerações de IA, o que é referido atualmente como IA geral. Poderão ser desenvolvidos novos sistemas ou evoluir os diversos tipos de sistemas utilizados na educação 4.0 de modo a se tornarem mais abrangentes, isto é, se tornarem adaptativos em todas as dimensões esperadas na Educação 5.0.

É desejável que partes significativas do desenvolvimento desses sistemas e outras tecnologias de apoio sejam feitos nacionalmente. O desenvolvimento dessas tecnologias envolverá profissionais de computação e engenharia já formados, ou em formação, demandando atualização profissional e o trabalhar a competência de aprendizado ao longo da vida.

Com uma educação baseada em competências será possível desenvolver uma avaliação efetivamente formativa e continuada. Cada competência e cada recurso e experiência educacional deverá incluir as formas possíveis para demonstração e avaliação das competências. Conforme o estudante percorre os recursos e experiências e passa por ao menos uma das formas previstas para avaliação, suas competências e o grau de maturidade, ou proficiência, em cada uma delas são atualizadas.

Os recursos e experiências educacionais poderão ser selecionados, compilados, mesclados, regenerados, ou gerados a partir de conteúdos prévios do professor ou da instituição, do que for proposto pelos demais atores, de bancos (“hubs”) de recursos educacionais abertos (REA), de bibliotecas virtuais abertas ou privadas, de bancos de recursos educacionais privados e de IA generativa ou, principalmente, uma futura IA

geral. O termo experiência educacional é empregado aqui além de “recurso” para ressaltar projetos, problemas, intervenções, seminários e outras metodologias ativas que proporcionam o experienciar a computação e a engenharia.

Muitas dessas atividades serão realizadas efetivamente “fora do sistema”, mas serão (re)alimentadas nele(s). O foco da Educação (5.0) é o estudante e não os sistemas. Sistemas são ferramentas para ajudar a focalizar cada estudante em um todo e a potencializar a relação entre os diversos atores envolvidos inclusive além da academia. Todos estarão sinergicamente relacionados em prol do estudante.

A Figura 1.1 sintetiza os principais aspectos da Educação 5.0 através de um mapa conceitual.

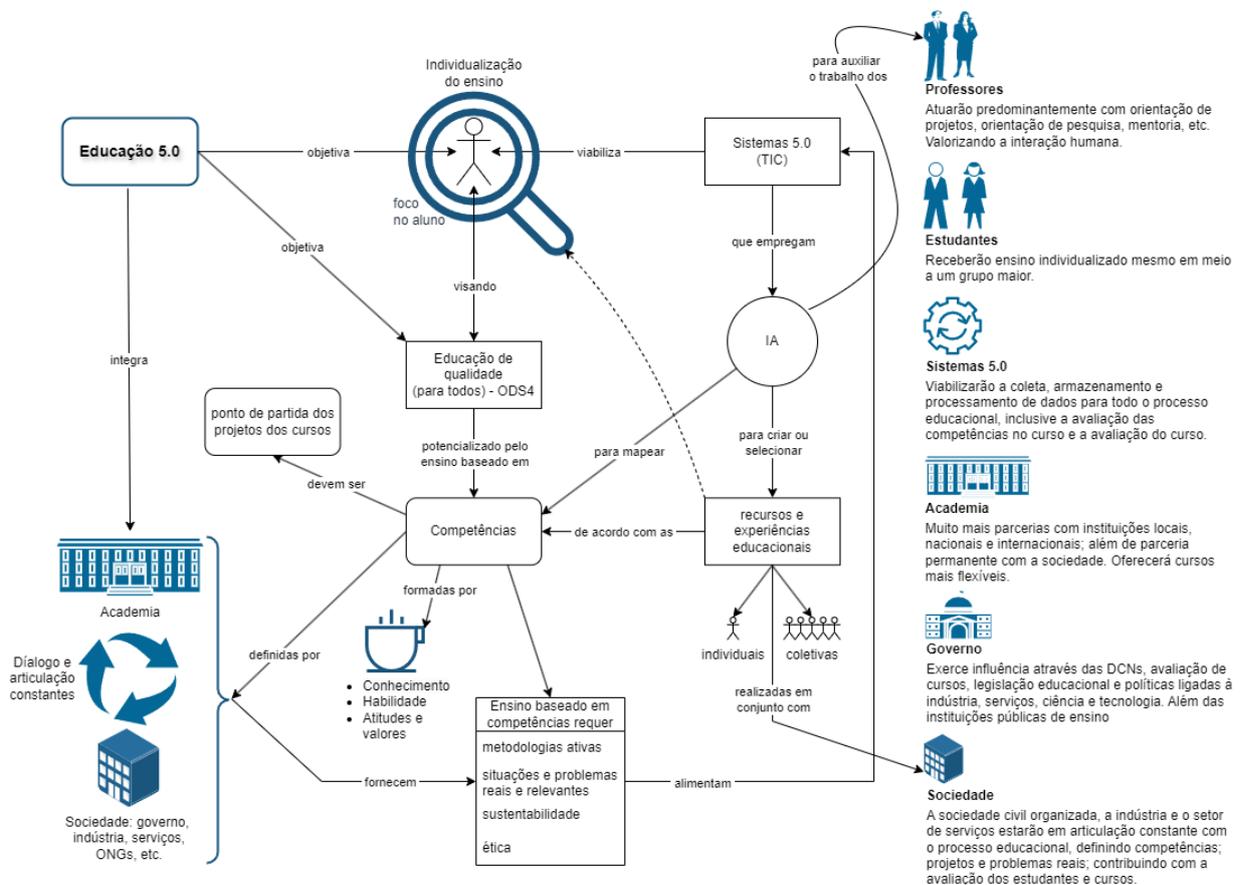


Figura 6.1. Mapa conceitual sobre a Educação 5.0.

6.3. O Grande Desafio da Implementação da Educação 5.0 no Brasil

Implementar a Educação 5.0 nas áreas de computação e engenharia no Brasil irá requerer diversas ações e frentes de atuação tais como:

- Desenvolvimento de tecnologia nacional em IA e sistemas educacionais adaptativos, potencializando os ganhos educacionais pelo contexto cultural e do idioma, bem como os ganhos econômicos pelo desenvolvimento de tecnologia nacional e o impacto econômico gerado;

- Integração entre sociedade e academia para a solução de problemas relevantes para os estudantes e para o país, gerando maior valor social e econômico, além da definição de competências alinhadas às necessidades nacionais para embasar os cursos;
- Desenvolvimento de bancos de recursos e experiências educacionais e de boas práticas para a formação de mais e melhores profissionais;
- Estabelecimento de políticas públicas e setoriais para indústria, serviços, Ciência e Tecnologia, além de iniciativas da indústria e do setor de serviços em prol do desenvolvimento sustentável;
- Promover avanços regulatórios nas áreas de educação, ciência e tecnologia;
- Estabelecimento de avaliação adequada e efetiva para todos os níveis e atores envolvidos no processo educacional visando melhoria contínua;
- Formação de professores;
- Maior intercâmbio regional e nacional entre instituições de ensino e as demais partes interessadas, potencializando o impacto socioeconômico positivo da educação e a disseminação de boas práticas, bem como o estabelecimento de mais parcerias internacionais.
- Desenvolver uma cultura de aprendizado ao longo da vida para os profissionais atuais e para os futuros profissionais.

Referências

- BRASIL. MEC. (2016) “Resolução nº 5, de 16 de novembro de 2016. Institui as DCNs para os cursos de graduação na área da Computação, abrangendo os cursos de bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de Computação”.
- BRASIL. MEC. (2019) “Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”.
- CAST. (2024) “UDL: The UDL Guidelines”. <https://udlguidelines.cast.org/>.
- CNI (2021) “O Futuro da Formação em Engenharia: uma articulação entre as demandas empresariais e as boas práticas nas universidades”, CNI, Brasília.
- Fukuyama, M. (2018) “Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society”, In: Japan Spotlight, v. 27, n. Society 5.0, p. 47–50.
- Gianesi, I. G. N.; Massi, J. M. e Mallet, D. (2021) “Formação de professores no desenho de disciplinas e cursos: foco na garantia de aprendizagem”, Atlas, São Paulo.
- Lantada, A. D. (2020) “Engineering education 5.0: Continuously evolving engineering education”, In: International Journal of Engineering Education, v. 36, n. 6, p. 1814–1832.
- Nóvoa, A. e Alvim, Y. (2022) “Escolas e Professores proteger, transformar, valorizar.”, Salvador, SEC/IAT.

- Núñez, J. L. M. e Lantada, A. D. (2020) “Artificial Intelligence Aided Engineering Education: State of the Art, Potentials and Challenges”, In: International Journal of Engineering Education, v. 36, n. 6, p. 1740–1751.
- OECD. (2019) “OECD Future of Education and Skills 2030 – Conceptual learning framework – LEARNING COMPASS 2030”. Paris, www.oecd.org/education/2030-project.
- ONU. (2015) “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>.
- Torres, J. P. e Marciano, R. H. R. (2022) “Formação de professores: desenhando uma disciplina inclusiva a partir do Desenho Universal para a Aprendizagem”, In: Revista Docência do Ensino Superior, v. 12, p. 1–22.

Capítulo

7

A Educação como caminho para um Ambiente Diverso e Igualitário

Crishna Irion, João Henrique de Souza Pereira

Abstract

This proposal addresses the importance of computer science education in promoting digital inclusion and social equality, highlighting the barriers faced by historically marginalized groups such as women, Black people, Indigenous communities, and LGBTQIAP+ individuals. Based on learning theories such as Constructivism, Project-Based Learning, and Critical Pedagogy, the study analyzes the challenges related to gender and racial-ethnic inequalities in the field of computing. Innovative pedagogical practices and the use of educational technologies, such as collaborative problem-solving, are discussed as potential contributors to a more inclusive education. The proposal emphasizes the need for teacher training and the implementation of strategies that encourage active participation from these groups. Finally, evaluation proposals are presented to measure the impact of inclusion initiatives in computer science education.

Resumo

Esta proposta aborda a importância da educação em computação na promoção da inclusão digital e igualdade social, destacando as barreiras enfrentadas por grupos historicamente marginalizados, como mulheres, pessoas negras, indígenas e LGBTQIAP+. Com base em teorias de aprendizagem como o Construtivismo, Aprendizagem Baseada em Projetos e Pedagogia Crítica, o estudo analisa os desafios relacionados às desigualdades de gênero e étnico-raciais na área da computação. São discutidas práticas

pedagógicas e o uso de tecnologias educacionais como a solução de problemas colaborativos, que podem contribuir para uma educação mais inclusiva. A proposta enfatiza a necessidade de capacitação docente e a implementação de estratégias que promovam a participação ativa desses grupos. Por fim, são apresentadas propostas de avaliação para mensurar o impacto das iniciativas de inclusão na educação em computação.

7.1. Introdução

A sociedade contemporânea está imersa em um cenário de rápida evolução tecnológica, onde a computação desempenha um papel central em diversas esferas da vida, como comunicação, trabalho, saúde e educação. No entanto, o acesso e a participação efetiva nesse ambiente digital permanecem desiguais, especialmente entre grupos historicamente marginalizados, como mulheres, pessoas negras, indígenas e LGBTQIA+.

A falta de diversidade e inclusão na computação não apenas perpetua as desigualdades sociais, mas também restringe o potencial inovador e tecnológico da sociedade [D’Ignazio and Klein 2020].

Este trabalho propõe a discussão de práticas pedagógicas inovadoras e o uso de tecnologias educacionais para o desenvolvimento de práticas colaborativas, que podem contribuir para uma educação mais inclusiva. É imperativa a necessidade de capacitação docente e a implementação de estratégias que promovam a participação ativa das minorias na computação. Por fim, é necessário refletir sobre propostas de avaliação para mensurar o impacto das iniciativas de inclusão na educação em computação.

7.2. Trabalhos Relacionados

A pesquisa de [Wiredu et al. 2024] revelou barreiras significativas enfrentadas por grupos sub-representados na Ciência da Computação, destacando disparidades de gênero e mal-entendidos sobre o campo, que levam muitos alunos a achar a disciplina excessivamente complexa devido à associação com matemática avançada e programação.

Sobre o desenvolvimento de estratégias de aprendizado ativo para criar um ambiente de aprendizado mais inclusivo e envolvente, ajuda a reduzir barreiras enfrentadas por grupos sub-representados no ensino de Ciência da Computação. Ao implementar essas abordagens, os educadores podem promover uma atmosfera mais favorável que incentive todos os alunos a prosperar [Córdova-Esparza et al. 2024].

A educação em computação deve fundamentar-se em teorias de aprendizagem que favoreçam a participação ativa, a colaboração e o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, visando à promoção da igualdade e diversidade. Entre as teorias mais relevantes estão:

Construtivismo: Essa abordagem enfatiza que o conhecimento é construído por

meio da interação ativa com o ambiente e da colaboração entre pares, um dos principais expoentes do construtivismo [Papert 1980].

Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL): esta metodologia promove a resolução de problemas reais e o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares, fundamentais para a prática computacional [Thomas 2017].

Pedagogia Crítica: Freire (1970) defende que a educação deve ser uma ferramenta de transformação social, capacitando os alunos a questionarem e enfrentarem as desigualdades presentes na sociedade [Freire 1970].

7.3. Desafios e Oportunidades na Educação em Computação

Os principais desafios na educação em computação incluem a formação de professores especializados e a adequação da infraestrutura das escolas para suportar o ensino de tecnologia [Pimenta and Lima 2019]. Apesar desses desafios, existem oportunidades significativas para pesquisa e desenvolvimento de metodologias eficazes que podem enriquecer o ensino do pensamento computacional. A implementação deste ensino pode contribuir para preparar os alunos para um futuro cada vez mais digital [Wing 2006].

Desigualdades de Gênero e Étnico-Raciais Mulheres e minorias continuam sub-representadas nas áreas de STEM, incluindo a computação. Essa falta de diversidade não só limita a inovação e a criatividade, mas também perpetua as desigualdades sociais [of Sciences Engineering and Medicine 2019].

A ausência de inclusão nessas áreas restringe a diversidade de perspectivas, essencial para o avanço científico e tecnológico [Margolis and Fisher 2002].

Barreiras de Acesso e Participação As barreiras de acesso à tecnologia são um obstáculo significativo para a inclusão na computação. A desigualdade digital limita o acesso à internet, computadores e recursos educacionais, o que afeta desproporcionalmente grupos marginalizados [Eubanks 2018]. Além disso, a falta de apoio familiar e escolar, a perpetuação de estereótipos e vieses, e a ausência de modelos e mentoras em áreas de computação contribuem para o desestímulo à participação desses grupos [Zweben and Bizot 2020].

7.4. Metodologias e Práticas Inovadoras

Aprendizagem Ativa e Colaborativa são ferramentas interessantes para o ensino. Metodologias de aprendizagem ativa, como aprendizagem baseada em problemas, salas de aula invertidas e gamificação, desempenham um papel crucial no aprimoramento das experiências educacionais em Ciência da Computação. O aprendizado baseado em problemas incentiva os alunos a enfrentar problemas do mundo real, promovendo habilidades de pensamento crítico essenciais para seu crescimento acadêmico e profissional.

As salas de aula invertidas invertem os métodos tradicionais de ensino, permitindo que os alunos se envolvam com o conteúdo em casa e apliquem seus conhecimentos durante o horário de aula, o que promove uma compreensão e colaboração mais profundas.

A implementação de metodologias como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) [Ribeiro and Lima 2024] e a Aprendizagem Colaborativa são fundamentais para o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares e para a promoção da inclusão na computação.

A **gamificação** pode ser considerada uma estratégia engajadora para a motivação dos estudantes, utilizando elementos de jogos para tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente [Morais and Melo 2023]. Para [Córdova-Esparza et al. 2024] a gamificação integra elementos semelhantes a jogos no processo de aprendizagem, aumentando significativamente a motivação e o engajamento dos alunos.

A **educação colaborativa** envolve ações em que os alunos precisam explicar seus pensamentos aos parceiros, levando a resultados positivos [Lopes and Darsie 2021].

[Córdova-Esparza et al. 2024] sugere que a implementação de estratégias de aprendizagem ativa pode levar a experiências educacionais mais eficazes e envolventes no ensino de Ciência da Computação.

Ações foram desenvolvidas pelos autores e podem ser hipóteses de trabalho como:

- Uso de ferramentas digitais: a implementação de plataformas para a visualização de problemas e colaboração pode facilitar um ambiente de aprendizado interativo, onde os alunos podem compartilhar seus processos de pensamento e soluções;
- Discussões em grupo para incentivo dos alunos a discutir suas abordagens para resolver problemas, articular seu raciocínio e aprender uns com os outros;
- Sessões estruturadas de resolução de problemas: A organização de sessões focadas na resolução colaborativa de problemas, pequenas maratonas de programação, podem permitir que os alunos resolvam os problemas de forma sistemática, entender etapas envolvidas na solução de problemas.
- *Feedback* e esclarecimento: Oferecer oportunidades para os alunos fazerem perguntas e esclarecerem dúvidas durante o trabalho em grupo é essencial.

Os Métodos de ensino interativos incentivam os alunos a participarem ativamente de seu processo de aprendizagem, em vez de receber informações passivamente. Isso pode incluir discussões em grupo, sessões de resolução de problemas e atividades práticas que exigem que os alunos apliquem os conceitos em tempo real, promovendo uma compreensão e retenção mais profundas do material [Sirojov and Umarov 2024].

A Aprendizagem colaborativa promove aos alunos trabalho em grupos para resolver problemas ou concluir projetos, desenvolve o trabalho em equipe e as habilidades de comunicação. O conhecimento é construído ativamente pelos alunos individual e socialmente [Hanifa et al. 2023]. Essa estratégia permite que os alunos compartilhem perspectivas diversas e aprendam uns com os outros, aprimorando sua experiência educacional geral. A educação colaborativa melhora o crescimento dos alunos e os ambientes de aprendizagem [Fu and Padolina 2023].

As Aplicações do mundo real, com a incorporação de cenários do dia-a-dia às aulas, ajuda os alunos a ver a relevância do que estão aprendendo. Essa abordagem não apenas torna o material mais envolvente, mas também ajuda os alunos a entender como os conceitos teóricos se aplicam em situações práticas, aumentando assim a motivação e o interesse pelo assunto [Zhang et al. 2024].

Outras questões interessantes podem ser pensadas para a educação igualitária, como o Ensino entre pares, uma estratégia em que os alunos assumem o papel de professores, explicando conceitos aos colegas. Isso não apenas reforça o conhecimento do aluno-professor, mas também ajuda os alunos que recebem a explicação, criando um ambiente de aprendizado colaborativo que beneficia todos os envolvidos. Os Programas de mentoria, embora não sejam uma estratégia tradicional de aprendizado ativo, a orientação pode aprimorar o aprendizado ativo ao fornecer orientação e apoio aos alunos enquanto eles navegam em conceitos desafiadores. Os mentores podem ajudar os alunos a desenvolver confiança em suas habilidades, o que é crucial para se engajarem ativamente em sua educação. É importante garantir que o desenvolvimento e a utilização dessas tecnologias sejam inclusivos e justos, para evitar a perpetuação de desigualdades existentes [Baker and Smith 2019].

7.5. Formação de Professores e Inclusão Digital

Capacitação Docente em Tecnologias Emergentes A capacitação dos professores em tecnologias emergentes é essencial para a implementação eficaz da educação em computação e para promover a inclusão digital. A formação docente deve ser contínua e focada na integração crítica e criativa de tecnologias nas práticas pedagógicas [Association 2020].

A formação de educadores em computação incorpora conhecimentos interdisciplinares provenientes de diversas áreas sociais e da computação, configurando o ingresso na carreira e o desenvolvimento profissional docente como um espaço fértil para a realização de pesquisas no contexto acadêmico e na prática do trabalho docente e escolar [Brandão et al. 2024].

As capacitações, cursos e formações exercem uma influência significativa na quantidade de ferramentas tecnológicas empregadas pelos professores em sua prática

pedagógica, além de impactar a autoavaliação e a percepção de cada docente acerca de seu nível de conhecimento e experiência necessários para a utilização de ferramentas tecnológicas voltadas à educação [de Albuquerque et al. 2022].

Estudos de Caso em Educação em Computação A análise de programas e iniciativas exitosas na educação em computação que promovem a inclusão e a diversidade é fundamental para identificar boas práticas e soluções para os desafios encontrados. Esses estudos de caso podem servir como modelos inspiradores para outras iniciativas, ampliando o impacto positivo na área [Goode 2010].

7.6. Avaliação de Resultados

A avaliação de programas de educação em computação deve incluir indicadores de sucesso como a taxa de participação de alunos de grupos minoritários, o nível de proficiência em habilidades digitais por grupo demográfico e o número de mulheres e minorias em cargos de liderança em áreas tecnológicas [Zweben and Bizot 2020].

A avaliação necessita de ferramentas flexíveis que se adaptem às necessidades individuais dos alunos, afastando-se dos métodos tradicionais, como as provas tradicionais ou testes padronizados. As ferramentas devem se concentrar na avaliação formativa, na participação e no desempenho para promover a equidade e a inclusão na educação.

A utilização de feedback anônimo dos alunos pode fornecer informações sobre a eficácia das metodologias de ensino, como sugere o estudo de [Gomar and Chan 2024]. Na mesma linha, [Sánchez-Barbero et al. 2025] desenvolveu uma ferramenta de avaliação de Práticas de Ensino Inclusivas na Educação Bilíngue (IT-BE). A ferramenta foi considerada um instrumento confiável para avaliar os desafios que os professores enfrentam na implementação de práticas inclusivas na educação bilíngue. Essa ferramenta pode servir como uma referência para educadores e formuladores de políticas com o objetivo de aumentar a inclusão em salas de aula.

Outra proposta relevante é a Ferramenta de Avaliação Curricular para Diversidade, Equidade e Inclusão (CET-DEI), que apresentou um desenvolvimento significativo visando aprimorar a educação em enfermagem, desenvolvida por [Yoder et al. 2024].

[Estrada Alarcon and Bravo Pineda 2024] enfatiza a importância de estratégias como ensino diferenciado, observando uma grande amostragem de alunos, mostrando que esta análise permite uma maior abrangência de como diferentes estratégias de ensino podem impactar os alunos e Design Universal para Aprendizagem (DUA) para promover a equidade e a inclusão, que podem orientar as abordagens de avaliação. Já [Viberg et al. 2024] enfatiza a necessidade de uma abordagem holística e interdisciplinar na educação. Visa promover um ambiente educacional mais inclusivo e equitativo, ao mesmo tempo em que aborda as implicações sociotécnicas da IA na educação,

contribuições importantes que visam promover a equidade e a inclusão nas práticas educacionais por meio de Sistemas de Apoio à Decisão Educacional (AI-EDSS) baseados em IA.

7.7. Conclusão

Os resultados da revisão sugerem que metodologias ativas não apenas aumentam o comprometimento e a participação dos alunos, mas também contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais vitais necessárias para futuras carreiras, o que pode contribuir para a redução de desigualdades, de exclusão social.

Este estudo reafirma a centralidade da educação em computação como vetor de inclusão digital e equidade social. A educação em computação, reconhecida como fundamental para a promoção da inclusão digital e da igualdade social, exige uma reavaliação constante de suas práticas e estratégias. A proposta é refletir uma abordagem multifacetada para superar as barreiras de acesso e participação que historicamente marginalizam determinados grupos. A superação dessas disparidades demanda a integração de metodologias pedagógicas inovadoras, tecnologias educacionais inclusivas e programas de capacitação docente continuada, que visem não apenas à formação, mas também ao desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional e promoção de uma cultura de respeito à diversidade.

Além disso, a avaliação sistemática dos resultados, por meio de processos sensíveis à diversidade, é imperativa para garantir o avanço contínuo em direção a um ecossistema computacional mais justo e representativo. A utilização de métricas que considerem a participação, o desempenho e a percepção de alunos de diferentes origens, bem como a análise qualitativa de suas experiências, permitirá identificar os fatores que contribuem para o sucesso ou o fracasso das iniciativas de inclusão. Somente por meio de uma abordagem holística e baseada em evidências será possível transformar a educação em computação em um catalisador do desenvolvimento humano e tecnológico de forma equitativa, impulsionando a inovação e a criatividade em um ambiente onde todas as vozes sejam ouvidas e valorizadas.

Referências

[Association 2020] Association, C. S. T. (2020). Standards for cs teachers.

[Baker and Smith 2019] Baker, T. and Smith, L. (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the Future of Artificial Intelligence in Schools and Colleges*. Nesta.

[Brandão et al. 2024] Brandão, M., Fernandes, J., and Ishikawa, E. (2024). Formação docente em computação como área de conhecimento e de práxis em pesquisa educa-

- cional. In *Anais Estendidos do IV Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 67–68, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Córdova-Esparza et al. 2024] Córdova-Esparza, D., Romero-González, J.-A., Córdova-Esparza, K.-E., Terven, J., and Martínez, R. E. L. (2024). Active learning strategies in computer science education: A systematic review. *Multimodal technologies and interaction*, 8:50.
- [de Albuquerque et al. 2022] de Albuquerque, C., Soares, F., and Araújo, A. (2022). Mediação tecnológica e formação docente: reflexões sobre uma experiência de formação no instituto federal de alagoas - campus maragogi. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 242–252, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [D’Ignazio and Klein 2020] D’Ignazio, C. and Klein, L. F. (2020). *Data Feminism*. MIT Press.
- [Estrada Alarcon and Bravo Pineda 2024] Estrada Alarcon, D. X. and Bravo Pineda, L. S. (2024). Educating for all: Keys to inclusive and equitable teaching: Educar para todos: Claves para una enseñanza inclusiva y equitativa. *Boletín Científico Ideas y Voces*, 4(3):Pág. 01–12.
- [Eubanks 2018] Eubanks, V. (2018). *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*. St. Martin’s Press.
- [Freire 1970] Freire, P. (1970). *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra.
- [Fu and Padolina 2023] Fu, X. and Padolina, L. P. (2023). Reform strategies for higher education management in collaborative education. *Journal of contemporary educational research*.
- [Gomar and Chan 2024] Gomar, R. and Chan, A. (2024). Equitable engagement methodologies in engineering education: Innovative teaching strategies and their impact. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*.
- [Goode 2010] Goode, J. (2010). Mind the gap: The digital dimension of college access. *The Journal of Higher Education*, 81(5):583–618.
- [Hanifa et al. 2023] Hanifa, C., Fadhilah, M., Pista, I. H., and Gusmaneli, G. (2023). Strategi pembelajaran kolaboratif terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran fiqih. *Khazanah Pendidikan*.
- [Lopes and Darsie 2021] Lopes, S. and Darsie, M. (2021). Trabalhar com resolução colaborativa de problemas em grupos em tempos de distanciamento social: Jamboard e sua possibilidade. In *Anais do XXIX Seminário de Educação*, pages 1014–1023, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

- [Margolis and Fisher 2002] Margolis, J. and Fisher, A. (2002). *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*. MIT Press.
- [Morais and Melo 2023] Morais, A. and Melo, L. (2023). Efeitos do uso de gamificação personalizada e genérica sobre a Ótica dos professores em materiais para aprendizado do conteúdo de programação. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 750–762, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [of Sciences Engineering and Medicine 2019] of Sciences Engineering, N. A. and Medicine (2019). The science of effective mentorship in stemm.
- [Papert 1980] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- [Pimenta and Lima 2019] Pimenta, S. G. and Lima, L. R. (2019). Desafios da formação de professores para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(1):45–60.
- [Ribeiro and Lima 2024] Ribeiro, A. and Lima, S. (2024). Avaliação da maturidade de pbl no ensino de programação de software na perspectiva discente em turma heterogênea. In *Anais Estendidos do IV Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 35–36, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Sirojov and Umarov 2024] Sirojov, F. and Umarov, S. (2024). Using interactive training methods based on the application of innovative technologies. *Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects*, pages 56 – 61.
- [Sánchez-Barbero et al. 2025] Sánchez-Barbero, B., Martín-Pastor, E., Martínez, R. D., and Sánchez, E. M. T. (2025). Inclusive teaching practices in bilingual education (it-be) in spanish monolingual regions: design and validation of an assessment tool. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, pages 1 – 16.
- [Thomas 2017] Thomas, J. W. (2017). *A Review of Research on Project-Based Learning*. Buck Institute for Education.
- [Viberg et al. 2024] Viberg, O., Kizilcec, R. F., Wise, A. F., Jivet, I., and Dowell, N. (2024). Advancing equity and inclusion in educational practices with <scp>ai</scp>-powered educational decision support systems (<scp>ai</scp>-<scp>edss</scp>). *British Journal of Educational Technology*.
- [Wing 2006] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.

- [Wiredu et al. 2024] Wiredu, J. K., Abuba, N. S., and Acheampong, R. W. (2024). Enhancing accessibility and engagement in computer science education for diverse learners. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17:45 – 61.
- [Yoder et al. 2024] Yoder, C. M., Mayer, K., Rothacker-Peyton, S., Williamson, G. K., McKown, A., and Ou, C. (2024). Development and validation of the curriculum evaluation tool - diversity, equity, and inclusion. *Nursing education perspectives*.
- [Zhang et al. 2024] Zhang, T., Zhang, Y., and Huang, S. (2024). Exploration and innovation in practical teaching for computer science majors. *Journal of Social Science and Cultural Development*, 1.
- [Zweben and Bizot 2020] Zweben, S. and Bizot, B. (2020). 2019 taulbee survey: Continued booming undergraduate cs enrollment; doctoral degree production dips slightly. *Computing Research News*, 32(5).

Capítulo

8

Formação de Professores de Computação do Ensino Superior: diversidade, equidade e inclusão

Jean Clemisson Santos Rosa, Guilherme Inácio Santos Paes e Pauleany Simões de Morais

Resumo

Este artigo apresenta o Grande Desafio de Educação em Computação de integrar e valorizar a formação didático-pedagógica nos Programas de Pós-Graduação em Computação no Brasil para favorecer a diversidade, a equidade e a inclusão no ensino superior da área. Embora a legislação brasileira valorize a qualificação docente em cursos de mestrado ou doutorado, há uma ênfase desproporcional na pesquisa acadêmica, o que pode ser uma situação limitante nos processos de ensino e de aprendizagem no Ensino Superior. Nesse sentido, este Grande Desafio busca enfrentar as demandas de um mundo em transformação, destacando a necessidade de um esforço colaborativo para formar educadores do ensino superior e posicionar a Educação em Computação no Brasil como líder em inovação educacional e impacto social.

8.1 Contextualização

A formação de professores universitários em Computação no Brasil enfrenta desafios históricos. Embora a legislação brasileira destaque a importância dos cursos de mestrado e doutorado na formação de professores, a realidade aponta para uma ênfase desproporcional para a pesquisa acadêmica, o que se reflete em uma escassez de disciplinas e atividades voltadas para a formação didático-pedagógica nesses cursos (Morais *et al.* 2018, 2019). A ausência de uma formação pedagógica sistemática leva os professores a replicarem modelos de ensino aos quais foram expostos durante sua própria graduação (Morais *et al.*, 2024). Embora a experiência prática seja valiosa, ela não pode ser o único pilar da formação docente.

Essa lacuna na formação didático-pedagógica nos Programas de Pós-graduação (PPG) em Computação no Brasil tem implicações significativas para a qualidade do Ensino Superior, desfavorecendo a diversidade, a equidade e a inclusão. Isso impacta diretamente a eficácia do ensino, resultando em alunos menos engajados e com limitações formativas para enfrentar os desafios após a graduação (de Castro, 2019). No contexto da Educação Especial, essa situação é ainda mais crítica.

Nos últimos anos, o Brasil testemunhou uma ampliação significativa na oferta de vagas no Ensino Superior. A implementação da Lei nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016, que estabelece a reserva de vagas para pessoas com deficiência, contribuiu para um aumento na presença de estudantes com deficiência, incluindo neurodivergentes, nas universidades. A literatura destaca que esses estudantes enfrentam desafios significativos devido à falta de conhecimento e ao preconceito por parte dos docentes (Bolsoni, Macuch e Bolsoni, 2021). Isso resulta em práticas pedagógicas excludentes, em que professores, muitas vezes sobrecarregados, têm dificuldade em atender às necessidades específicas dos alunos. Além disso, barreiras sociais e acadêmicas, como dificuldades em interações sociais e falta de acessibilidade, são comuns (Oliveira, Santiago e Teixeira, 2022). O capacitismo institucional, evidenciado pela negligência em metodologias acessíveis e falta de formação docente, contribui para um ambiente pouco inclusivo (Silva, 2023).

Nesse contexto, como Grande Desafio da Educação em Computação no Brasil, questiona-se: *Como integrar e valorizar a formação didático-pedagógica nos Programas de Pós-Graduação em Computação no Brasil para favorecer a diversidade, a equidade e a inclusão no ensino superior da área?* Este desafio busca explorar soluções que não só melhorem a formação dos docentes, mas também promovam um ambiente de aprendizado mais acolhedor, inclusivo e equitativo para todos os estudantes.

8.2. Caracterização do Problema

No cenário contemporâneo, a Computação se consolidou como uma das áreas mais influentes e dinâmicas, permeando diversos aspectos da vida social, econômica e cultural. A formação de professores universitários em Computação no Brasil está intrinsecamente ligada a diversos sinais emergentes que refletem mudanças tecnológicas, sociais, econômicas, culturais e políticas. A crescente adoção de tecnologias educacionais e plataformas de ensino a distância está transformando o cenário educacional, oferecendo novas oportunidades para personalizar o aprendizado e atender às necessidades de uma população estudantil diversificada. No entanto, essas inovações tecnológicas também impõem novos desafios, exigindo que os educadores sejam capacitados para integrar essas ferramentas de maneira eficaz e ética, especialmente à luz das oportunidades oferecidas pela inteligência artificial (Linhares e Coimbra, 2024; Narciso *et al.*, 2024)

Socialmente, há uma pressão crescente para que as Instituições de Ensino Superior (IES) promovam ambientes mais inclusivos e diversos. Isso se deve, em parte, à maior conscientização sobre a importância da diversidade e da inclusão, bem como às mudanças demográficas que trazem para as universidades uma população estudantil mais heterogênea (Conrad e Murphy, 2023; Borsotti, Begel e Bjørn, 2024). Essa

diversidade torna-se particularmente evidente com o aumento da presença de estudantes neurodivergentes, impulsionada por políticas como a Lei nº 13.409, que promove a inclusão de pessoas com deficiência no ensino superior (Bolsoni, Macuch e Bolsoni, 2021).

Economicamente, a democratização do acesso à educação superior responde à demanda por uma força de trabalho mais qualificada. No entanto, para que essa expansão resulte em benefícios reais, é crucial que as instituições ofereçam uma educação de qualidade que prepare todos os alunos adequadamente para o mundo do trabalho. Isso inclui investimentos adequados em educação e pesquisa, que podem afetar a capacidade das instituições de inovar e implementar programas pedagógicos eficazes (Conrad e Murphy, 2023; Borsotti, Begel e Bjørn, 2024).

Culturalmente, a valorização desproporcional da pesquisa em detrimento do ensino nas universidades brasileiras representa um obstáculo significativo para a implementação de mudanças necessárias na formação pedagógica dos professores. Para superar essa barreira, é necessária uma mudança cultural que reconheça a importância da formação do professor universitário no âmbito dos cursos de mestrado e doutorado (Morais *et al.*, 2018, 2019, 2023, 2024). Além disso, a crescente valorização da neurodiversidade deve se refletir em práticas educacionais que respeitem e promovam essa forma de diversidade como um elemento enriquecedor do ambiente acadêmico (Conrad e Murphy, 2023; Borsotti, Begel e Bjørn, 2024).

Politicamente, as políticas educacionais e de inclusão, como as que promovem a reserva de vagas para pessoas com deficiência, demonstram um compromisso com a inclusão, mas sua implementação eficaz exige que as instituições desenvolvam capacidades adequadas e que os professores sejam devidamente preparados. A regulamentação e a avaliação dos cursos também desempenham um papel crucial, podendo impulsionar as instituições a adaptarem seus currículos para incluir uma formação pedagógica mais robusta.

Assim, os sinais emergentes na formação de professores em Computação no Brasil poderão impactar em diversos atores educacionais do ensino superior. Professores-orientadores deverão formar novos professores-pesquisadores que consigam conduzir metodologias e práticas pedagógicas inovadoras, inclusivas e equitativas. Os cursos de graduação e de pós-graduação precisarão adaptar seus currículos para oferecerem ensino de graduação e formação docente a nível de pós-graduação inclusivo e equitativo. Estudantes, especialmente de grupos minoritários, poderão se beneficiar de práticas mais inclusivas, enriquecendo o ambiente acadêmico e melhorando sua preparação para o trabalho global. Coordenadores de curso desempenharão um papel vital na atualização de currículos para incluir pedagogia inclusiva, melhorando a qualidade dos cursos de graduação, mestrado ou doutorado. A reestruturação curricular incentivará a colaboração interdisciplinar, resultando em uma educação mais abrangente. Esses impactos destacam a importância de uma abordagem colaborativa para construir um ambiente educacional inclusivo e adaptável, preparado para o futuro.

8.3. Relevância

A proposta de integrar e valorizar a formação didático-pedagógica nos PPG em Computação no Brasil é de importância crucial, não apenas para o aprimoramento da qualidade educacional, mas também para atender às demandas emergentes de um mundo em rápida transformação. Em um contexto global onde a diversidade e a inclusão são cada vez mais reconhecidas como elementos essenciais para a inovação e o desenvolvimento sustentável, as IES têm a responsabilidade de preparar seus educadores para enfrentar esses desafios.

A relevância desta proposta de Grande Desafio da Educação em Computação no Brasil está destacada nos seguintes aspectos fundamentais:

Qualidade Educacional: A formação pedagógica adequada é essencial para garantir que os professores universitários possam oferecer um ensino de alta qualidade, adaptado às necessidades de uma população estudantil diversificada. Isso pode não apenas melhorar o engajamento e o desempenho dos alunos, mas pode também preparar os graduados para contribuir de maneira significativa no mundo do trabalho e na sociedade.

Inclusão e Equidade: Ao argumentar sobre práticas pedagógicas inclusivas e equitativas para o Ensino Superior, esta proposta busca aprimorar o ambiente educacional onde todos os estudantes, independentemente de suas origens ou habilidades, possam prosperar. Isso é particularmente relevante à luz das políticas de inclusão, como a Lei nº 13.409, que aumentou a presença de estudantes com deficiência nas universidades.

Inovação Acadêmica e Cultural: Ao incorporar formação pedagógica adequada, os cursos de mestrado e doutorado têm a oportunidade de liderar na inovação acadêmica e cultural, promovendo uma mudança de paradigma que valoriza equilibradamente a formação acadêmico-científica e didático-pedagógica. Isso pode fortalecer a responsabilidade social no âmbito da qualidade do Ensino Superior e das pesquisas científicas.

Resposta às Demandas Sociais: A sociedade contemporânea exige que as IES respondam às demandas por maior responsabilidade social e engajamento comunitário. Esta proposta visa alinhar as práticas educacionais com essas expectativas, preparando melhor os professores para contribuírem positivamente com os alunos e, conseqüentemente, os alunos em suas comunidades.

Integrar e valorizar a formação didático-pedagógica nos PPG em Computação no Brasil é essencial para melhorar a qualidade do ensino e promover a inclusão. Professores bem preparados podem formar estudantes com habilidades técnicas e competências críticas, enquanto práticas inclusivas podem provocar a equidade. Isso também prepara os alunos para um mundo de trabalho dinâmico e atende a políticas de inclusão. No entanto, a falta dessa integração pode levar à manutenção de modelos e metodologias de ensino ultrapassados, exclusão de grupos minoritários, e limitar o potencial de inovação. Sem práticas inclusivas e uma formação que aborde aspectos sociais e éticos, os futuros profissionais podem não estar preparados para enfrentar os desafios sociais e éticos em suas carreiras.

8.4. Considerações Finais

Esta proposta enfatiza como Grande Desafio de Educação em Computação a importância de integrar e valorizar a formação pedagógica nos PPG em Computação no Brasil, destacando a necessidade de preparar educadores para enfrentar demandas de diversidade e inovação. A proposta visa melhorar a qualidade do ensino e promover inclusão, posicionando a Educação em Computação como essencial para o desenvolvimento social e econômico. Implementar práticas pedagógicas inclusivas pode provocar equidade de oportunidades para todos os estudantes, contribuindo para uma sociedade mais justa. Essa transformação requer compromisso coletivo de todos os atores do Ensino Superior, incluindo colaboração interdisciplinar e investimentos em pesquisa pedagógica. Enfrentar esses desafios pode posicionar a Educação em Computação no Brasil como líder em inovação educacional, beneficiando tanto a qualidade educacional quanto o impacto social.

Referências

- Bolsoni, C. L., Macuch, R. da S., & Bolsoni, L. L. M. (2021). Neurodiversidade no meio acadêmico: reflexos das falhas educacionais em uma instituição de ensino superior no interior do Paraná. *Revista Educação Especial*. <https://doi.org/10.5902/1984686X55425>
- Borsotti, V., Begel, A., & Bjørn, P. (2024). Neurodiversity and the Accessible University: Exploring Organizational Barriers, Access Labor and Opportunities for Change. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 8(CSCW1). <https://doi.org/10.1145/3641011>
- Conrad, S. S., & Murphy, D. (2023). Why Neurodivergent Tech Students are Overlooked for Jobs and How Educators and Employers Can Help. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 39(3). <https://doi.org/10.5555/3636988.3637024>
- de Castro, R. M. (2019). *Didática da Computação na Perspectiva da Aprendizagem Ativa*. Tese (Doutorado em Informática). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- Linhares, A. C. dos S., & Coimbra, E. A. D. (2024). O uso de Assistentes Virtuais por Estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) no Ensino Superior. *Revista Diálogos e Perspectivas Em Educação Especial*, 11(2), e0240022. <https://doi.org/10.36311/2358-8845.2024.v11n2.e0240022>
- Morais, P. S., Rosa, J. C. S., Garrido, F. A., Alves, P. M. B. F., & Souza, M. (2024). Caminhos na Docência Universitária em Computação: compreendendo experiências e motivações. *Anais Do IV Simpósio Brasileiro de Educação Em Computação (EDUCOMP 2024)*, 80–89. <https://doi.org/10.5753/educomp.2024.237504>
- Morais, P. S. de, Souza, M. V. dos S. e, & Rosa, J. C. S. (2022). Docência Universitária: Formação Docente da Área de Ciência da Computação. *Revista Internacional de Educação Superior*, 9, e023043. <https://doi.org/10.20396/riesup.v9i00.8666190>
- Morais, P. S., Rosa, J. C. S., Matos, E., Souza, M., Carneiro, L. R., Murilo, E., & Souza, V. F. S. (2019). A Formação do Professorado da Área de Ciência da Computação no Brasil: uma análise documental da pós-graduação stricto sensu. *Workshop Sobre Educação Em Computação*. <https://doi.org/10.5753/wei.2019.6637>
- Morais, P. S., Rosa, J. C. S., Marinho, A. R. S., & Matos, E. (2018). Formação Docente na Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência da Computação: um recorte das regiões Norte e Nordeste. *Anais do 26o Workshop Sobre Educação Em Computação (WEI)*, 231–245. <https://doi.org/10.5753/wei.2018.3500>

- Narciso, R., Silva, J. G. da, Rodrigues, O. R., Souza, A. M. de O., Cruz, L. A. X. da, & Morais, R. N. G. L. (2024). Transformações e Desafios: a integração da inteligência artificial no Ensino Superior. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(4), 445–457. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i4.13498>
- Oliveira, A. F. T. M., Santiago, C. B. S., & Teixeira, R. A. G. (2022). Educação Inclusiva na Universidade: perspectivas de formação de um estudante com transtorno autista. *Educação e Pesquisa*, 48. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248238947>
- Silva, S. C. (2023). A Expressão do Capacitismo no Ensino Superior: reflexões a partir de uma pesquisa sobre acessibilidade para graduandos autistas. *Anais Do CONEDU Congresso Nacional de Educação*.

Capítulo

9

Diversidade de Gênero na Educação em Computação: Um Desafio Persistente em um Mundo em Evolução

Aleteia Araujo, Mirella M. Moro, Luciana Salgado, Claudia Cappelli, Isabela Gasparini, Renata Viegas

Abstract

An education that addresses gender diversity in Computing is the challenge presented in this work. Such education is fundamental to preparing an inclusive and innovative society for future generations. By promoting the equal participation of girls and women, we fight historical inequality in the technology area, enriching the field with multiple perspectives. This not only strengthens representation but also expands the possibilities for innovation and more efficient technological solutions. Inclusion from basic education onwards is essential to face the challenges of an increasingly connected and rapidly evolving world.

Resumo

Uma educação que aborde a diversidade de gênero em Computação é o desafio apresentado neste trabalho, pois ela é fundamental para preparar uma sociedade inclusiva e inovadora para as próximas gerações. Ao promover a participação equitativa de meninas e mulheres, combatemos a desigualdade histórica na área tecnológica, enriquecendo o campo com múltiplas perspectivas. Isso não só fortalece a representatividade, mas também amplia as possibilidades de inovação e soluções tecnológicas mais eficientes. A inclusão desde a educação básica é essencial para enfrentar os desafios de um mundo cada vez mais conectado e em plena evolução.

9.1. Contextualização

O crescimento da Computação como área tem sido cada vez mais amplo e em velocidade praticamente exponencial. Porém, enquanto a inovação técnica avança, o setor enfrenta desafios significativos, que são tão além das questões puramente tecnológicas. Um dos principais desafios para os próximos 10 anos é maior promoção da diversidade de gênero na Computação, que é uma área historicamente dominada por homens.

Essa disparidade é refletida tanto em instituições acadêmicas quanto na indústria e na sociedade. Embora iniciativas como o Programa Meninas Digitais da SBC e o ACM *Diversity, Equity, and Inclusion Council* (entre outras) tenham feito progressos na conscientização e no incentivo à participação feminina, a presença de mulheres na Computação ainda é insuficiente. Estudos mostram que as mulheres representam menos de 25% da força de trabalho em TI, e essa porcentagem diminui à medida que se ascende na hierarquia corporativa [Araujo and Moro 2022, Madgavkar et al. 2019].

Essa falta de diversidade de gênero tem várias implicações negativas. Primeiro, a ausência de perspectivas diversas pode limitar a criatividade e a inovação, fundamentais para o desenvolvimento de novas tecnologias. Além disso, a sub-representação feminina perpetua estereótipos e barreiras culturais que desencorajam futuras gerações de meninas a ingressarem na área. Cria-se então um ciclo vicioso no qual a falta de modelos e ambientes de trabalho acolhedores afasta mais as mulheres da Computação [Moro et al. 2023].

O desafio proposto se caracteriza por dialogar principalmente com Educação e Atuação Profissional, e está em linha com os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas até 2030 [ONU 2024]: 4 (Educação de Qualidade); 5 (Igualdade de Gênero); e 10 (Redução das Desigualdades). De forma ampla, esta proposta tem foco na importância de superar as barreiras de gênero e construir uma sociedade mais inclusiva e diversa através de uma Educação em Computação consciente de Diversidade de Gênero.

Após essa breve contextualização, o texto segue com as discussões solicitadas na Chamada. A Seção 1.2 discute sinais emergentes (tecnológicos, sociais, econômicos, culturais, políticos) observados na Educação em Computação bem como tendências que podem moldar a experiência educacional, profissional e sociocultural na Educação e na Sociedade. A Seção 1.3 aborda a relevância e analisa potenciais impactos de deixar o desafio em aberto versus buscar soluções para o mesmo. A Seção 1.4 foca no futuro, considerando o desejado para a educação na nossa área no contexto Diversidade de Gênero, bem como quais são possíveis formas de promover mudanças de forma ética e inclusiva. A Seção 1.5 elabora as principais questões éticas, políticas, econômicas, sociais, culturais e ambientais relacionadas a esse futuro, assim como os possíveis riscos e desafios decorrentes das especulações sobre este cenário, e como podemos nos preparar para lidar com esses riscos e desafios de maneira proativa.

9.2. Sinais Emergentes e Tendências

A diversidade de gênero na Computação está se tornando cada vez mais reconhecida como um fator crucial para a inovação e o desenvolvimento sustentável na área. Equipes diversificadas, que incluem mulheres em posições técnicas e de liderança, tendem a apresentar maior criatividade e resolução de problemas mais eficazes, devido à variedade de perspectivas e experiências que trazem [Moro et al. 2023, Nielsen and other 2017] inclusive maior lucro [Hunt et al. 2018]. Ainda, incluir mulheres na tecnologia é fundamental para evitar viés, por exemplo, nos sistemas de Inteligência Artificial e outras soluções tecnológicas, que podem perpetuar desigualdades caso sejam desenvolvidas por grupos homogêneos.

Assim, existe necessidade urgente de promover a diversidade de gênero através da

Educação em Computação como uma questão de justiça social e um imperativo estratégico para o avanço tecnológico, econômico, cultural e político. No campo tecnológico, a inclusão de diferentes perspectivas, experiências e conhecimentos enriquece o processo de criação, resultando em produtos e serviços mais inclusivos e adaptáveis às necessidades globais. Economicamente, a diversidade impulsiona o crescimento ao fomentar a criatividade e a competitividade, permitindo que empresas alcancem mercados mais amplos e variados. Culturalmente, a valorização de diferentes identidades fortalece a coesão social, promovendo uma sociedade mais justa e equilibrada. Politicamente, a diversidade é essencial para a construção de políticas públicas que atendam às demandas de todos os segmentos da sociedade, garantindo que decisões sejam representativas e inclusivas.

9.3. Relevância e Impactos do Desafio na Sociedade

As constantes mudanças e avanços socioculturais, políticos e econômicos, aliados à evolução tecnológica, exigem a preparação de profissionais cientes das suas responsabilidades e impactos das suas decisões sobre o contexto no qual estamos inseridos, em que a manutenção do machismo estrutural, estereótipos de gênero e preconceito na Computação traz complexas e profundas implicações. Pode-se constatar, por exemplo, a pouca ênfase dada nos currículos dos cursos de Computação à formação de profissionais capazes de lidar com desafios ligados à diversidade de gênero, tais como os impactos da diversidade entre quem produz e quem interage com a tecnologia sobre o projeto de sistemas, ou as oportunidades trazidas por essa diversidade [Salgado and Leitão 2023]. Também é preciso discutir e investigar o impacto gerado pela falta de equidade e diversidade em quem ensina, pesquisa e desenvolve tecnologia. Assim, se a grande maioria de profissionais na área de Computação continua sendo formada por homens, que muitas vezes carecem de informações ou da visão sobre a importância da diversidade de gênero na Computação, o ciclo de exclusão se perpetua, e o ensino permanece enviesado, reforçando uma perspectiva limitada e menos inclusiva.

Logo, espera-se que a diversidade de gênero na Computação continue a ser um tema central nas discussões sobre a evolução do setor. À medida que a sociedade se torna mais consciente das desigualdades e das vantagens de uma força de trabalho diversificada, as iniciativas para promover a inclusão de gênero deverão se intensificar. Empresas, instituições educacionais e governos têm um papel fundamental na construção de um futuro mais equitativo e inclusivo. Mais do que mão de obra diversa, é necessário que a mão de obra existente esteja *consciente* da diversidade e dos diferentes impactos da sua falta. A seguir, citamos exemplos em subáreas da Computação que reforçam que há algo de muito errado na Educação recebida por profissionais que desenvolveram suas soluções, exemplificando impacto direto com perigos e dados que surgem no Mundo em Evolução.

Inteligência Artificial (IA) e **Aprendizado de Máquina** estão transformando a forma como vivemos e trabalhamos, mas também levantam questões éticas e sociais complexas. A diversidade de gênero é crucial para o desenvolvimento de sistemas de IA justos e equitativos. Sem a representação adequada de mulheres nas equipes que desenvolvem esses sistemas, há um risco elevado de que os algoritmos reflitam preconceitos inconscientes, perpetuando desigualdades e discriminação [Ho et al. 2025]. Algumas situações reais incluem as seguintes.

- Algoritmos de Recrutamento da Amazon: em 2018, foi revelado que um sistema de IA usado pela Amazon para analisar currículos apresentava um viés contra mulheres [BBC 2018]. O sistema foi treinado usando dados de currículos enviados à empresa ao longo de dez anos, a maioria dos quais era de homens, refletindo a predominância masculina na indústria de tecnologia. Como resultado, o algoritmo penalizava currículos que mencionavam termos como “mulheres” ou associações a universidades femininas;
- Google Photos e a Classificação Errônea de Imagens: em 2015, o Google Photos enfrentou uma situação em que seu sistema de IA etiquetou pessoas negras como “gorilas” [BBC 2015]. Este erro grotesco destacou como a falta de diversidade na equipe de desenvolvimento e nos dados de treinamento pode levar a preconceitos graves em sistemas de IA; e
- Chatbot Tay da Microsoft: lançado pela Microsoft em 2016, o chatbot Tay foi programado para aprender com interações no Twitter [Reese 2016]. Em menos de 24 horas, Tay começou a postar mensagens racistas e sexistas. A falta de diversidade na equipe de desenvolvimento e a ausência de um planejamento adequado para lidar com comportamentos prejudiciais na plataforma resultaram em um produto com falhas graves.

Interação Humano Computador busca integrar diferentes perspectivas e necessidades humanas no projeto e na avaliação de tecnologias interativas. Porém, vem sendo desafiada pela necessidade de fornecer teorias, métodos e ferramentas para a construção de tecnologias interativas que diminuam as desigualdades sociais e econômicas perpetuadas digitalmente devido a vieses ligados a estereótipos de gênero [Stumpf et al. 2020]. Exemplos de viés de gênero incluem os seguintes.

- Assistentes Virtuais: assistentes como Siri (Apple), Alexa (Amazon) e Cortana (Microsoft) foram lançados com vozes femininas padrão e programados para responder de maneira subserviente ou apologética a abusos verbais. Isso reforça estereótipos de gênero, sugerindo que mulheres são assistentes submissas, o que pode perpetuar atitudes sexistas na sociedade;
- Aplicativos para Saúde: muitos aplicativos de saúde e *fitness* negligenciam aspectos específicos da saúde feminina, como o monitoramento do ciclo menstrual. Essa omissão pode levar a experiências de usuário insatisfatórias e à sensação de exclusão das necessidades femininas nos designs de produtos; e
- Equipamentos e Dispositivos: alguns dispositivos, como *wearables* e controles de jogos, são projetados com dimensões que se ajustam melhor às médias físicas masculinas, tornando-os menos confortáveis ou funcionais para mulheres.

Linguagem Inclusiva tem o objetivo central de amenizar (resolver) a exclusão, o preconceito e a invisibilidade de grupos sociais, combatendo assim desigualdades estruturais [Motschenbacher 2016]. Quando a linguagem usada em textos, conversas ou sistemas tecnológicos desconsidera diferentes identidades de gênero (etnias, origens culturais e

condições socioeconômicas), ela reforça estereótipos e marginaliza grupos. Ainda, os desafios tecnológicos para implementar uma linguagem inclusiva de gênero estão relacionados a questões linguísticas, culturais e técnicas que impactam diretamente o desenvolvimento de sistemas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), interfaces de usuário e ferramentas de comunicação [Bender and Koller 2020], incluindo este exemplos.

- **Flexibilidade Linguística:** em muitas línguas, como o português, o gênero está embutido na estrutura gramatical das palavras (adjetivos, substantivos, pronomes). Isso torna a adaptação para uma linguagem inclusiva de gênero um desafio maior, por exigir a criação ou modificação de regras gramaticais. Tecnologias de PLN precisam lidar com essa complexidade para garantir que o gênero correto seja usado sem perder a clareza da frase;
- **Resistência Cultural:** em muitos lugares, a inclusão de pronomes neutros ou de gênero não-binário encontra resistência cultural. Desenvolver tecnologias que possam se adaptar a diferentes sensibilidades culturais e sociais sobre gênero é um desafio. Sistemas de PLN devem ser flexíveis o suficiente para se ajustar a diferentes contextos regionais e culturais, onde a aceitação de uma linguagem inclusiva varia amplamente. Porém, mesmo em contextos onde a inclusão de gênero é aceita, há a questão de como padronizar o uso de uma linguagem inclusiva sem tornar a comunicação confusa ou sobrecarregada para o usuário final. Tecnologias precisam garantir que a mudança para uma linguagem inclusiva seja natural e clara para todas as pessoas que as usam; e
- **Normatização e Atualização de Softwares:** a ausência de normas globais ou consenso em torno da linguagem inclusiva de gênero faz com que diferentes plataformas adotem abordagens variadas, o que pode gerar inconsistências. Um desafio para quem desenvolve esses sistemas é adaptá-los a essas diferentes normas e mantê-los atualizados conforme novas práticas surgem. Muitas ferramentas e softwares mais antigos não foram projetados para serem inclusivos em termos de gênero. Atualizar esses sistemas para suportar a inclusão de linguagem de gênero é tecnicamente complexo e exige grande esforço de desenvolvimento.

Segurança Cibernética também demanda por especialistas conscientes da diversidade de gênero para sistemas mais robustos a diferenças fundamentais. Exemplos de problemas apontados em diferentes mídias incluem os seguintes.

- **Falhas em Sistemas de Autenticação Biométrica:** esses sistemas, como *scanners* de impressões digitais e reconhecimento facial, têm mostrado falhas significativas ao lidar com diferentes características físicas, como cor de pele e textura capilar. Uma equipe de desenvolvimento com pouca diversidade pode não testar adequadamente esses sistemas em uma ampla gama de características demográficas, resultando em falhas na autenticação ou no bloqueio de usuários legítimos com características menos representadas nos dados de treinamento;
- **Detecção de Ameaças:** sistemas de segurança podem refletir vieses de gênero quando treinados com dados que sub-representam ou distorcem as experiências femininas.

Um estudo conduzido pela Universidade de Cambridge mostrou que algoritmos de segurança podem ser menos eficazes na identificação de ataques direcionados a mulheres, pois os dados usados para treiná-los geralmente ignoram padrões específicos de ataques dirigidos a esse grupo; e

- Subestimação de Ameaças a Grupos Minoritários: a falta de diversidade nas equipes de segurança cibernética pode levar à subestimação das ameaças enfrentadas por grupos minoritários. Por exemplo, mulheres, pessoas LGBTQ+, e minorias raciais frequentemente enfrentam formas específicas de assédio e ataques cibernéticos que podem ser negligenciadas por equipes que não têm membros que vivenciem essas ameaças. Isso pode resultar em soluções de segurança que não abordam adequadamente os riscos enfrentados por todos os usuários.

Computação em Nuvem (e Infraestrutura Escalável) se consolidou como uma solução essencial para a escalabilidade e flexibilidade das operações empresariais. No entanto, o gerenciamento de grandes infraestruturas em nuvem requer uma força de trabalho diversificada, capaz de abordar os desafios técnicos e éticos de forma abrangente. Exemplos que mostram essa situação mais claramente incluem os seguintes.

- Arquitetura e Design de Sistemas: o relatório [Ellingrud et al. 2016] revelou que as mulheres estão sub-representadas em áreas de tecnologia, incluindo *Cloud Computing*, o que resulta em menos diversidade de pensamento nas decisões de arquitetura e design de sistemas em nuvem;
- Algoritmos de Distribuição de Recursos em Nuvem: um estudo realizado pela Carnegie Mellon University [George 2019] mostrou que algoritmos de alocação de recursos em plataformas de nuvem, como AWS, podem priorizar determinados perfis de usuários com base em padrões de uso históricos, que, inadvertidamente, marginalizam grupos minoritários, incluindo mulheres e minorias raciais; e
- Ferramentas de Monitoramento em *Cloud Computing*: frequentemente são projetadas sem considerar as diversas formas de uso e acesso que podem variar entre diferentes grupos de usuários. O artigo [Sting et al. 2019] destacou como a falta de diversidade nas equipes que desenvolvem essas ferramentas pode resultar em funcionalidades que não atendem adequadamente às necessidades de todas as pessoas que as usam, criando barreiras para as mulheres que trabalham em ambientes de alto desempenho na nuvem.

Todos esses exemplos formam uma pequena amostra das consequências que a Educação em Computação atual, sem consciência de diversidade de gênero, tem causado. É necessário um esforço conjunto entre Educação, Indústria, Terceiro Setor e Governo para garantir que a próxima década seja marcada por avanços em direção a uma área de Computação mais inclusiva e diversificada. No entanto, como a história tem mostrado, as grandes mudanças culturais acontecem a partir da Educação. Dessa forma, o grande desafio hoje é educar jovens e crianças para serem pessoas inclusivas, e agentes para semear a diversidade e a equidade, pois há espaço para todos no Mundo. Todavia, este espaço só será garantido por meio de uma sociedade corretamente educada para isto.

9.4. Futuro = Educação Consciente de Diversidade de Gênero

Incentivar maior consciência sobre diversidade de gênero na área de Computação é crucial para quebrar barreiras e estereótipos que, historicamente, não apenas afastam meninas dessa área, mas também contribuem para produtos e serviços criados com todo o tipo de viés (vide exemplos na Seção 3). Dessa forma, para promover mudanças na educação que não apenas incentivem, mas estejam conscientes da diversidade de gênero na Computação, de forma ética e inclusiva, visualizamos as seguintes ações estratégicas:

- Revisão de Currículos – incorporar conteúdos sobre diversidade de gênero e inclusão em todos os níveis de ensino, incluindo história de mulheres e outras minorias na Computação; e inserir conteúdos de linguagem inclusiva para desconstruir estereótipos e criar um ambiente de trabalho mais acolhedores;
- Programas de Mentoria e *Role Models* – criar e ampliar programas de mentoria nos quais estudantes tenham acesso a profissionais de sucesso na área de Computação que representem a diversidade de gênero;
- Formação de Docentes – Promover a formação contínua de professoras e professores em questões de gênero e inclusão, com especial atenção a incentivar estudantes a explorarem a Computação, sem preconceitos ou estereótipos. Pessoas capacitadas à frente de estudantes podem desempenhar um papel crucial ao motivar meninas e demais grupos sub-representados a se interessarem por carreiras em tecnologia;
- Ambientes de Aprendizagem Inclusivos – criar espaços de aprendizagem que sejam seguros e acolhedores para todas as identidades de gênero, com promoção de políticas anti-assédio e clubes (e grupos) focados em meninas e demais grupos sub-representados na Computação;
- Incentivos e Bolsas de Estudo – oferecer incentivos financeiros orientados a meninas e minorias, tornando a educação em Computação mais acessível economicamente para diversos públicos;
- Parcerias com Indústria e Instituições – estabelecer parcerias entre diferentes agentes de mudança, incluindo SBC através do Programa Meninas Digitais, a fim de fornecer recursos, estágios e oportunidades de *networking* para meninas e mulheres desde o ensino fundamental; e
- Uso de Tecnologia e Mídias Sociais – disseminar histórias de sucesso e recursos educacionais voltados para a diversidade de gênero na Computação através de materiais didáticos e mídias online.

O futuro desejável, no desafio escolhido, é essencial para garantir uma sociedade mais diversa e equitativa na área de Computação. A falta de diversidade nos campos tecnológicos limita a inovação, pois diferentes perspectivas e experiências são fundamentais para a criação de soluções que atendam às necessidades de uma população global. Além disso, uma educação inclusiva fomenta um espaço de aprendizado colaborativo e criativo, capaz de transformar a sociedade ao valorizar todas as vozes.

9.5. Ética e Riscos

A educação é a base para promover mudanças significativas na diversidade de gênero na Computação. Docentes, como agentes de transformação que são, devem buscar uma formação que não apenas prepare estudantes para o mercado de trabalho, mas que também promova uma sociedade mais justa e diversa. Profissionais devem desenvolver uma consciência crítica sobre o impacto de suas ações e desenvolvimento tecnológico. Com os avanços recentes, considerar a privacidade das pessoas, o uso ético de dados pessoais, o respeito pelas opiniões diferentes e a transparência nos algoritmos se tornou um dever. É necessário educar sobre dilemas como viés algorítmico, vigilância digital e a responsabilidade no desenvolvimento de soluções tecnológicas que atendam às necessidades de todas as pessoas, respeitem os direitos humanos e promovam o bem-estar coletivo.

As questões éticas, políticas, econômicas, sociais e culturais relacionadas ao futuro da Educação em Computação mais diversa envolvem desafios e oportunidades em várias dimensões. Eticamente, incluir diversas vozes no desenvolvimento tecnológico é crucial para mitigar viés em algoritmos e sistemas, assegurando que a tecnologia sirva a todos de forma equitativa. Politicamente, busca-se ações públicas que incentivem a inclusão de mulheres, minorias étnicas e grupos sub-representados em áreas de tecnologia, além de fomentar currículos e práticas educacionais inclusivas. Economicamente, a diversificação é chave para uma força de trabalho preparada para o futuro digital, aproveitando o potencial criativo de diferentes origens. Social e culturalmente, promover a diversidade fortalece o projeto de soluções tecnológicas mais ricas e adaptadas a uma população global, ao mesmo tempo que combate a exclusão histórica de grupos marginalizados.

Perspectivas complexas e seus riscos precisam ser analisados, mas a SBC está preparada (em recursos técnicos e humanos, massa crítica, capilaridade e influência) para enfrentá-los e, como sociedade profissional-científica, ser pioneira em suas soluções. A Educação em Computação deve considerar essas múltiplas perspectivas e contextos, minimizando riscos rumo a uma sociedade preparada para os desafios das próximas gerações.

Agradecimento. Autoras agradecem CNPq, FAPEMIG e FAPERJ pelo apoio recebido a seus projetos, e aos Projetos Parceiros do Programa Meninas Digitais pela inspiração para apontar tantas questões e trabalhar em suas soluções.

Referências

[Araujo and Moro 2022] Araujo, A. and Moro, M. M. (2022). Mulheres Digitais: Desafios (a serem) Vencidos na Pandemia para Equidade de Fato. *Revista de Educação Pública*, 31(jan/dez):1–20.

[BBC 2015] BBC (2015). Google pede desculpas por erro racista no aplicativo fotos. <https://www.bbc.com/news/technology-33347866>. Acesso: Maio 2025.

[BBC 2018] BBC (2018). Amazon scrapped 'sexist ai' tool. <https://www.bbc.com/news/technology-45809919>. Acesso: Maio 2025.

[Bender and Koller 2020] Bender, E. M. and Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. In Jurafsky, D., Chai, J.,

- Schluter, N., and Tetreault, J., editors, *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pages 5185–5198, Online.
- [Ellingrud et al. 2016] Ellingrud, K., Madgavkar, A., Manyika, J., Woetzel, L., Riefberg, V., Krishnan, M., and Seoni, M. (2016). The power of parity: Advancing women’s equality in the United States. Technical report, McKinsey Global Institute.
- [George 2019] George, A. (2019). Thwarting bias in AI systems. <https://www.ece.cmu.edu/news-and-events/story/2019/02/thwarting-bias-in-ai-systems.html>. Carnegie Mellon University News.
- [Ho et al. 2025] Ho, J. Q., Hartanto, A., Koh, A., and Majeed, N. M. (2025). Gender biases within artificial intelligence and chatgpt: Evidence, sources of biases and solutions. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 4:100145.
- [Hunt et al. 2018] Hunt, V. et al. (2018). Delivering through diversity contents executive summary. Technical report, McKinsey & Company.
- [Madgavkar et al. 2019] Madgavkar, A. et al. (2019). O futuro das mulheres no mercado de trabalho: transições na era da automação. Technical report, McKinsey & Company.
- [Moro et al. 2023] Moro, M. M., Araújo, A. P. F., Cappelli, C., Nakamura, F., Frigo, L. B., Salgado, L., Braga, R., and Viegas, R. (2023). 7 Motivos (7Ps) para Inclusão e Promoção da Diversidade de Gênero em TIC. In Barbosa, B., Tresca, L., and Lauschner, T., editors, *3a Coletânea de Artigos – TIC, Governança da Internet, Gênero, Raça e Diversidade: Tendências e Desafios*, pages 369–404. CGI.BR.
- [Motschenbacher 2016] Motschenbacher, H. (2016). Gender, Inclusion and English Language Teaching: A Linguistic Perspective. In Elsner, D. and Lohe, V., editors, *Gender and Language Learning: Research and Practice*, page 97–112. Tübingen.
- [Nielsen and other 2017] Nielsen, M. W. and other (2017). Gender diversity leads to better science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(8):1740–1742.
- [ONU 2024] ONU (2024). Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Acesso em 18/09/2024.
- [Reese 2016] Reese, H. (2016). Why Microsoft’s ‘Tay’ AI bot went wrong. <https://www.bbc.com/news/technology-45809919>. Tech Republic.
- [Salgado and Leitão 2023] Salgado, L. and Leitão, C. (2023). Cultura na prática da computação: um desafio para o profissional da sociedade em rede. In Maciel, C. and Viterbo, J., editors, *Computação e Sociedade*, volume 2, pages 46–80. UFMT Digital.
- [Sting et al. 2019] Sting, F. J., Fuchs, C., Schlickel, M., and Alexy, O. (2019). How to overcome the bias we have toward our own ideas. *Harvard Business Review*.
- [Stumpf et al. 2020] Stumpf, S., Peters, A., Bardzell, S., Burnett, M., Busse, D., Cauchard, J., and Churchill, E. (2020). Gender-inclusive hci research and design: A conceptual review. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction*, 13(1):1–69.

Capítulo

10

IDEA nos Currículos de Computação: dos documentos às práticas educacionais

Esdras L. Bispo Jr., Amanda Meincke Melo, Claudia Pinto Pereira,
Giseli Duardo Maciano, Juliana Maria Oliveira dos Santos, e
Marco Aurélio Graciotto Silva

Abstract

Inclusion, diversity, equity and accessibility (IDEA) are already incorporated into the agendas of the Computing communities in Brazil. However, their integration into national Computing curricula is still incipient, and greater efforts are needed to structure and promote IDEA principles in educational practices across all levels of computing education. In this text, the IDEA Working Group (GT), which is part of the Special Commission for Computing Education (CEduComp), provides context, outlines, and discusses a key challenge for Computing education in our country: "Integrating the principles of IDEA into Computing curricula in Brazil and incorporating them into educational practices." Furthermore, it proposes actions to address this challenge.

Resumo

Inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade (IDEA) já estão incorporadas às pautas das comunidades de Computação no Brasil. Contudo, sua integração aos currículos nacionais de Computação ainda é incipiente, sendo necessário ampliar os esforços para estruturar e promover IDEA nas práticas educacionais na Computação em todos os níveis. Neste texto, o Grupo de Trabalho (GT) IDEA, vinculado à Comissão Especial de Educação em Computação (CEduComp), contextualiza, enuncia e discute o seguinte grande desafio para a educação em Computação em nosso país: "Inserir nos currículos de Computação no Brasil, e incorporar nas práticas educacionais, princípios oriundos de IDEA." Além disso, propõe ações para abordar o desafio enunciado.

10.1. Introdução

A sociedade, em essência, é composta por um coletivo de indivíduos que compartilham espaços, experiências e situações, nos quais se estabelecem relações sociais, culturais, econômicas, políticas, educacionais, entre outras. Essas relações se alteram ao longo dos tempos, também em função dos avanços tecnológicos, impondo a necessidade de estabelecimento de normas de convivência, em um processo contínuo de reflexão, amadurecimento e consciência coletiva [Galvão Filho 2022].

Essa consciência coletiva perpassa também pelo entendimento da garantia da liberdade e da igualdade em dignidade e direitos, de todo e qualquer cidadão, independentemente de classificação, condição ou rótulo. Nesse sentido, é imprescindível que todas as pessoas sejam **incluídas** nesses espaços sociais e em suas relações, com o devido reconhecimento de suas diferenças e singularidades (**diversidade**), tendo o direito assegurado de acesso, de convivência e de participação em igualdade de oportunidades (**equidade**) [Melo *et al.* 2024, Pereira *et al.* 2024a].

No Brasil, algumas políticas públicas, tais como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) [Brasil 1996], o Plano Nacional de Educação (PNE) [Brasil 2001], a Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva [Brasil 2008], a Lei 10.639, que versa sobre a obrigatoriedade de ensino da História e Cultura Afro-Brasileira nos estabelecimentos de ensino que ofertam ensino fundamental e médio [Brasil 2003], e a Lei 12.711, que instituiu a reserva de vagas (cotas) para instituições federais de ensino [Brasil 2012], trazem, dentre outros, princípios importantes nesse contexto, como igualdade, condições para o acesso e a permanência na escola, assim como a valorização da diversidade étnico-racial [Bispo Jr. *et al.* 2022]. Além dessas, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência [Brasil 2015] amplia essa discussão, considerando, dentre outros, aspectos como a garantia da **acessibilidade** – em contraponto às diferentes barreiras impostas pelas pessoas e/ou ambientes –, a não discriminação e o direito a recursos de Tecnologia Assistiva [Pereira *et al.* 2024b].

Os conceitos de IDEA – Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade – pervadem a Computação no Brasil. Desde a criação do Grupo de Trabalho (GT) IDEA, vinculado à Comissão Especial de Educação em Computação (CEduComp), estamos atentos às ações da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e aos avanços pontuais de nossa comunidade nesses quatro eixos.

Já no primeiro Seminário da SBC “Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006 – 2016” [Carvalho *et al.* 2006], o “Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento” foi pautado como grande desafio de pesquisa, impulsionando uma série de iniciativas em torno do tema, em diferentes comissões especiais no âmbito da instituição. O Programa Meninas Digitais [SBC 2024a] e, mais recentemente, a Comissão para Inclusão, Diversidade e Equidade (CIDE), junto à sua diretoria da SBC, sinalizam a importância da inclusão desses conceitos na agenda de atuação da instituição [SBC 2024b].

Quanto às agendas das comissões especiais da SBC, destacamos, a título de exemplificação: (i) da Interação Humano-Computador, que sinalizou como um grande desafio de pesquisa para a década de 2012-2022 a “Acessibilidade e Inclusão Digital”

[Baranauskas, Souza e Pereira 2012]; (ii) da Educação em Computação com o GT IDEA [Melo *et al.* 2024, Pereira *et al.* 2024a]; e (iii) da Informática na Educação, que pautou em seu último congresso o papel das tecnologias digitais na educação inclusiva⁷. Além dessas iniciativas, observamos a publicação crescente de trabalhos diretamente relacionados à IDEA por pesquisadores nos eventos organizados pelas comissões especiais e pela diretoria da SBC. Assim, temos ações e resultados quanto à IDEA nos diversos níveis de nossa comunidade acadêmica.

Embora a discussão sobre os conceitos IDEA esteja presente nas comunidades de Computação no Brasil, sua incorporação nos currículos nacionais ainda é incipiente, sendo necessário envidar esforços para estruturar e promover IDEA nas práticas educacionais na Computação em todos os níveis. Os Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação da SBC [Zorzo *et al.* 2017], conforme discutido na próxima seção, não aprofundam devidamente esses conceitos, ocorrendo algumas menções a conceitos mais genéricos, entretanto sem o comprometimento necessário que a agenda exige. Além disso, tendo em vista os grandes (e bons) desafios existentes, oriundos da inclusão da Computação na educação básica a partir do complemento criado à atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2022], incorporar os conceitos IDEA nos currículos de Computação em todos os níveis é um esforço legítimo na solidificação da democracia por meio da inserção da Computação na sociedade.

Dessa forma, um grande desafio para a educação em Computação no Brasil é anunciado a seguir:

Inserir nos currículos de Computação no Brasil, e incorporar nas práticas educacionais, princípios oriundos de IDEA – Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade.

As demais seções são apresentadas a seguir. A Seção 1.2 enuncia o problema, delineando a jornada da relação dos conceitos IDEA nos referenciais curriculares de Computação. A Seção 1.3 aponta propostas para abordar o desafio, vislumbrando os cenários desejados para as próximas décadas. Por fim, a Seção 1.4 traz as considerações finais do trabalho.

10.2. IDEA nos Currículos de Referência

Apresentamos, a seguir, como IDEA se apresentam nos currículos de referência tanto em uma perspectiva nacional quanto em uma perspectiva internacional.

10.2.1. IDEA na Perspectiva Nacional

Buscando delimitar melhor o problema evidenciado, observamos que o texto dos Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação [Zorzo *et al.* 2017], baseado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) homologadas em 2016 [Brasil 2016], não aborda IDEA de modo sistematizado ou com o aprofundamento necessário. Em uma busca simplificada, identificaram-se 2 ocorrências para a palavra inclusão, 5 para diversidade, nenhuma para equidade e 2 ocorrências para

⁷ Site do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) 2024: <https://cbie.sbc.org.br/2024/>.

acessibilidade. A seguir, apresentamos algumas evidências de que IDEA não são abordadas nesse documento.

Nesses referenciais, a palavra inclusão é adotada (i) para se referir à inserção de estágio, trabalho de conclusão de curso e atividades complementares; e (ii) para mencionar inclusão digital como conteúdo relacionado à competência “C.1.3. Elaborar soluções eficazes, eficientes, efetivas e sustentáveis de sistemas de informação, considerando aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais.”, derivada da competência geral esperada para o eixo de formação Visão Sistêmica, do Bacharelado em Sistemas de Informação. Portanto, verificamos que o conceito de inclusão não é abordado com o devido aprofundamento nesses referenciais.

As ocorrências da palavra ‘diversidade’, embora em maior número, dizem respeito (i) ao atributo pessoal “valorizar a diversidade”, que deve ser manifestado por um bacharel em Ciência da Computação; (ii) ao que é esperado da formação complementar ao longo da graduação; (iii) à formação do licenciado em Computação, que deve abordar entre seus conteúdos diversidades étnico-racial, de gênero, sexual, religiosa e de faixa geracional; e (iv) à variedade de cursos de Computação. Portanto, aos cursos de licenciatura, conforme estabelecido em resolução específica para a formação inicial em nível superior e continuada de professores [Brasil 2012], é atribuído o estudo da diversidade humana. Desse modo, verificamos que o conceito de diversidade embora mencionado no currículo da licenciatura, também não é tratado com o devido aprofundamento nesses referenciais quando se trata dos bacharelados.

Não houve ocorrência para a palavra equidade nem para igualdade. Logo, salta mais aos olhos que o conceito de equidade aqui nem chega a ser mencionado, sendo sequer abordado com o devido aprofundamento nesses referenciais.

Finalmente, a palavra acessibilidade é adotada (i) para indicar a acessibilidade digital como conteúdo relacionado à competência “C.2.2 Utilizar e explorar recursos tecnológicos de hardware e software”, derivada da competência geral esperada para o eixo de formação, Fundamentos da Computação, da Licenciatura em Computação; e (ii) para relacionar as competências e habilidades dos egressos dos Cursos de Licenciatura em Computação, conforme as DCN [Brasil 2016], às competências dos referenciais de formação [Zorzo *et al.* 2017]. Como nos demais casos, verificamos que o conceito de acessibilidade não é abordado com o devido aprofundamento nesses referenciais.

A baixa assertividade quanto aos conceitos IDEA, descrita nesses referenciais para cursos de graduação publicado em 2017, é igualmente observada em publicações mais recentes, como os Referenciais de Formação para o Curso de Bacharelado em Cibersegurança [SBC 2023a], Ciência de Dados [SBC 2023b] e Inteligência Artificial (IA) [SBC 2024c]. Um referencial à parte sobre competências atitudinais [Araujo *et al.* 2019], disponibilizado pela SBC na série de Referenciais de Formação, também omite IDEA, embora discuta “as competências atitudinais considerando os aspectos éticos, o desenvolvimento interpessoal, a necessidade de comunicação, a importância dos relacionamentos interpessoal e organizacional, e a preocupação com os impactos sociais e ambientais”.

Cabe destacar que diversos aspectos humanos são abordados nos referenciais da SBC sob a perspectiva de ética. Por exemplo, nos Referenciais de Formação em

Inteligência Artificial, abordam-se as implicações éticas de IA na sociedade [SBC 2024c]. No entanto, embora isso seja pertinente à IDEA, não é o suficiente, pois não é abordado com o devido aprofundamento nesses referenciais.

10.2.2. IDEA na Perspectiva Internacional

Ainda no que diz respeito aos referenciais de formação de profissionais da Computação, cabe destacar que outras sociedades, em particular a *Association for Computing Machinery* (ACM) e o *Institute of Electrical and Electronic Engineers – Computer Society* (IEEE-CS), tratam de IDEA em seus referenciais curriculares em Ciência da Computação desde 2001, com gradativa ênfase. Em particular, destacamos o *Computer Science Curricula 2023 (CS2023)* [Kumar *et al.* 2024], publicado neste ano, por parte das sociedades de Computação ACM, IEEE e *Association for the Advancement of Artificial Intelligence* (AAAI). Para este último referencial curricular, a diversidade foi considerada em diversas dimensões e profundidades.

A primeira dimensão do CS2023 foi da própria força-tarefa (ACM, IEEE-CS e AAAI) que trabalhou no documento, buscando uma participação diversa e diversificada, envolvendo inclusive todos os grupos de interesse da ACM. O desenvolvimento do currículo foi transparente e aberto, com ampla discussão em eventos promovidos pelo Grupo Especial de Educação em Computação da ACM (*Special Interest Group on Computer Science Education – SIGCSE*), além de outros eventos associados às entidades relacionadas à força tarefa, mantendo o processo bem-sucedido adotado na versão anterior do referencial curricular (*Computing Science Curricula 2013 – CS2013*).

A segunda dimensão foi o desenvolvimento harmônico de um referencial curricular entre (i) um modelo de conhecimento e (ii) um arcabouço para um modelo de competências. O primeiro modelo é organizado em dezessete áreas de conhecimento, sendo que cada área agrega unidades de conhecimento. O segundo modelo é estabelecido a partir de unidades de conhecimento, habilidades e disposições profissionais. Isso é uma consequência direta de esforços para criação do *Computing Curricula 2020* [ACM; IEEE-CS, 2020], que consolidou diretrizes para currículos de diversos cursos da área de Computação e estabeleceu um modelo baseado em competências.

A terceira dimensão, e a mais contundente quanto ao desafio aqui proposto, é a abordagem de IDEA. Diferente dos referenciais curriculares anteriores, no CS2023, IDEA não foram abordadas de forma genérica, desvinculadas das áreas de conhecimento ou competência. Definiu-se uma área de conhecimento específica, denominada *Society, Ethics, and the Profession* (SEP), estruturada em unidades de conhecimento; e, nesta, foi definida uma unidade específica para IDEA: a SEP-DEIA⁸. Além disso, reconhecendo a pervasividade de IDEA na Computação, foram explicitamente incluídas (i) unidades de conhecimento de SEP para todas as áreas de conhecimento, com requisitos diretamente relacionados à IDEA; e (ii) tópicos da área

⁸ É bastante comum, no cenário internacional na língua inglesa, o uso do acrônimo DEI para se referir aos conceitos de Diversidade, Equidade e Inclusão. Em alguns casos, o conceito de Acessibilidade é inserido ao final, gerando o acrônimo DEIA.

de conhecimento SEP-DEIA em áreas de conhecimento como Inteligência Artificial, Computação Gráfica e Interação Humano-Computador.

Esse destaque à inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade, observado no CS2023, traz uma clara diretriz quanto ao rigor de abordar IDEA nos currículos. No desafio que estabelecemos, a inserção de IDEA deve ser tratada de forma intensa e entremeada em todo o currículo, com clara identificação de seu tratamento, conforme direção apontada no CS2023. Embora tenhamos um contexto nacional diferente do apresentado no CS2023, é possível considerar as lições aprendidas nessa perspectiva internacional para a definição de uma diretriz curricular alinhada ao desafio proposto, sem perder de vista as diferenças de nossa comunidade e os desafios para respeitá-las e abraçá-las.

10.3. Propostas para Abordar o Desafio

Diante de todos os apontamentos descritos anteriormente, que consideram a diversidade de experiências, habilidades, contextos e capacidades de estudantes e equipe pedagógica, o futuro desejável da Educação em Computação é aquele no qual as pessoas se sintam acolhidas, pertencentes e preparadas para atuarem nesse ou em outros campos. Assim, na vertente de promover mudanças tendo IDEA em perspectiva, são necessárias ações em diferentes níveis e setores. Nesse sentido, a seguir estão elencadas algumas propostas que podem ser desenvolvidas no contexto da Educação em Computação.

10.3.1. Propostas quanto à construção de referenciais curriculares

Elencamos aqui três propostas em relação à construção de referenciais curriculares em nível nacional para a nossa realidade brasileira. A primeira proposta refere-se à composição da força-tarefa para a construção desses referenciais. A composição desse grupo deve refletir naturalmente a heterogeneidade existente dentro da nossa comunidade, congregando representativamente os mais diversos grupos. Essas participações devem considerar não apenas os próprios critérios epistemológicos que subdividem a SBC em comissões especiais (que abrange significativamente a nossa comunidade), mas também garantindo a presença de representantes da massa crítica da comunidade de Computação que pesquisam sobre os conceitos IDEA.

A segunda proposta diz respeito ao processo de como a participação ocorre dentro desses espaços de construção dos referenciais curriculares. Embora exista uma força-tarefa composta com o propósito de encaminhar as atividades na construção desses referenciais, espera-se que essa força-tarefa proporcione ao máximo a participação e o engajamento de toda comunidade de Computação do Brasil. Para isso, compreendemos que é essencial que um processo mais participativo e colaborativo seja desenhado, admitindo com mais naturalidade, desde a sua gênese, que intervenções e contribuições tenham o devido espaço para poderem serem apreciadas e incorporadas ao longo de todo o fluxo.

A terceira e última proposta refere-se também ao processo de construção desses referenciais, mas no que diz respeito à sua natureza cíclica. Tendo em vista a própria atualização natural dos referenciais curriculares internacionais, seria estratégico

estabelecermos um período para a renovação desse ciclo (e.g., quadrienal). Esse ciclo permitiria que toda a comunidade de Computação organizasse em suas instituições de ensino (em todos os níveis de ensino) uma periodicidade sadia para a revisão de seus currículos. Essa revisão é necessária não apenas porque a comunidade sinaliza mudanças cruciais nas compreensões sobre os saberes, conteúdos e/ou competências, mas também devido à complexidade em que se dão a materialização do currículo na realidade concreta de cada contexto escolar (e.g., escolas, centros técnicos, universidades).

10.3.2. Propostas quanto à implementação de referenciais curriculares

A implementação dos referenciais curriculares dá-se pela realização de práticas educacionais. Nesta proposta de desafio referente à IDEA, vamos focar em três perspectivas: curso, instituição e comunidade de Computação. Enquanto as duas primeiras perspectivas estabelecem uma relação estruturada em níveis, a terceira perspectiva é transversal, atuando com as pessoas e instituições: a comunidade de Computação, organizada na forma de sociedade, como nossa SBC.

A perspectiva de curso é a mais diretamente associada ao referencial curricular. Temos diversos elementos que podem ser considerados: (i) Inserir no PPC dos cursos ações concernentes aos conceitos IDEA; (ii) Garantir que as ações desenvolvidas na efetivação do currículo englobem IDEA; (iii) Garantir que o ambiente educacional seja acolhedor; (iv) Promover ações formativas com as equipes pedagógica e administrativa da instituição de ensino; (v) Estabelecer parcerias (universidades, escolas de educação básica, governo, empresas, terceiro setor, entre outros) para fortalecer o alcance e a efetivação de ações IDEA. Os itens (i) e (ii) refletem o que temos especificado sobre IDEA em currículos de referência, conforme abordamos na Seção 1.2. Similarmente, também propomos que IDEA sejam tratadas de forma clara e transversal, evitando-se o viés de que uma disciplina seja o suficiente, mas que tenhamos também sua realização em outras unidades curriculares e, inclusive, no perfil do egresso.

As ações que englobam IDEA nos currículos ocorrem em um espaço que deve ser acolhedor: inclusivo, acessível, que respeite as diferenças. Esse acolhimento não se restringe a questões físicas, mas também de formação de pessoal. Assim, os itens (iii) e (iv) sugerem que nossos referenciais devem considerar e incentivar isso e, principalmente, permitam que as coordenações de curso estejam amparadas no PPC durante sua implementação em relação às ações de IDEA. Deve-se considerar a curricularização da extensão como meios para estreitar a relação do estudante com a comunidade para a apropriada implementação dos conceitos de IDEA. Isso requer o estabelecimento de parcerias (v), algo que o curso pode estabelecer com competência quanto ao coletivo que ele representa.

As instituições de ensino apoiam os seus cursos em uma perspectiva complementar, com atuação mais administrativa, e mais ampla. Em especial, temos a implantação de políticas públicas para institucionalizar ações de IDEA (desde estrutura física a suporte pedagógico-emocional). Atualmente temos diversas políticas de assistência e permanência estudantil implementadas nas instituições. Ao avaliar os efeitos delas no curso e em seus projetos curriculares, é possível registrar as lições

aprendidas e verificar itens pertinentes a considerar nas práticas educacionais referentes à implementação desses referenciais e cursos relacionados.

Finalmente, temos a implementação na perspectiva da comunidade de Computação. Os diversos aspectos, aprendizados e boas práticas envolvendo IDEA nas perspectivas acima podem ser compartilhados e discutidos em eventos (seminários, *workshops*, oficinas, palestras, etc). Além disso, devemos promover a formação continuada na comunidade de Computação no Brasil sobre a impossibilidade de uma neutralidade do fazer docente, buscando uma educação com equidade e justiça social.

10.4. Considerações Finais

Por fim, cabe ressaltar que ao promover alteração dos referenciais curriculares de Computação, de modo a incorporar de forma efetiva e significativa IDEA, serão induzidas mudanças propositivas para a sociedade. Integrar conceitos de IDEA, tanto da educação superior quanto na educação básica, configura-se uma ação essencial vinculada à democracia que pode ser concretizada por meio de práticas educacionais pela Computação.

Somos SBC. Cada autor desse desafio não se compreende como um “agente externo” à sociedade, tecendo uma crítica sobre o que ela atualmente é ou faz. O lugar de leitura para o desafio em tela encontra-se na construção coletiva de membros de uma mesma comunidade que compreendem o tamanho da dificuldade em refletir sobre todas as implicações das agendas aqui colocadas. Acreditamos no poder da SBC de se tornar uma instituição de referência na promoção e materialização dos conceitos IDEA. Esse é o nosso sonho.

Referências

- ACM, IEEE-CS (2020). “Computing Curricula 2020 (CC2020): Paradigms for Global Computing Education. Computing Curricula Series”. New York, NY, EUA: ACM, 203p.
- Araujo, R., Calsavara, A., Cerqueira, A., Leite, J. (2019). “Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação no Brasil – Competências Atitudinais”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019.
- Baranauskas, M. C. C., Souza, C. S., Pereira, R., I (2012) “GranDIHC-BR — Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC., 2012.
- Bispo Jr., E. L., Abranches, S. P., Carvalho, A. B. G., Santos, S. C. (2022) Fui contratado para ensinar Computação!: Um olhar sobre a suposta neutralidade político-pedagógica do professor universitário de Computação no Brasil. In: Educomp 2022.
- Brasil. (1996) Lei Nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. (2001) Lei Nº 10172, de 09 de Janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasil, Brasília, DF.

- Brasil. (2003) Lei Nº 10639, de 09 de Janeiro de 2003. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. (2008) Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. (2015) Resolução n. 2, de 1º de julho de 2015. Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. (2016) Resolução n. 5, de 16 de novembro de 2016. Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. (2012) Lei Nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências.
- Brasil. (2015) Lei Nº 13.146, de 6 de Julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasil, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. (2022) Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC.
- Carvalho, A. C. P. L. F., Brayner, A., Loureiro, A. *et al.* (2006), “Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006 – 2016”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2006.
- Galvão Filho, T. (2022) “Tecnologia assistiva: um itinerário da construção da área no Brasil”. Curitiba: CRV, 146 p.
- Kumar, A. N., Raj, R. K., Aly, S. G., Anderson, M. D., Becker, B. A., Blumenthal, R. L., Eaton, E., Epstein, S. L., Goldweber, M., Jalote, P., Lea, D., Oudshoorn, M., Pias, M., Reiser, S., Servin, C., Simha, R., Winters, T., and Xiang, Q. (2024). “Computer Science Curricula 2023”. New York, NY, EUA: ACM, 458 p.
- Melo, A. M., Pereira, C. P., Bispo Jr., E. L., Maciano, G. D., Oliveira, J., Graciotto Silva, M. A. (2024). “Manifesto IDEA – Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade”. SBC Horizontes (Março 2024).
- Pereira, C. P., Santos, J. M. O.; Bispo Jr., E. L.; Moro, M. M. (2024a). “IDEA na EduComp: um manifesto em favor da inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade”. In: Mesas Temáticas – Educomp 2024.
- Pereira, C. P; Figuerêdo, J. S. L.; Alves, T. R. *et al.* (2024b). “(In)visibilidade da Diversidade nos Cursos Presenciais de Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação: um panorama das Universidades Públicas da Bahia”. In: Educomp 2024.
- SBC. (2023a) “Referenciais de Formação para o Curso de Bacharelado em CiberSegurança”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023.

- SBC. (2023b) “Referenciais de Formação para o Curso de Bacharelado em Ciência de Dados”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023.
- SBC. (2024a). “Meninas Digitais”, <https://meninas.sbc.org.br/sobre>, Setembro.
- SBC. (2024b). “SBC tem nova Comissão para Inclusão, Diversidade e Equidade”, <https://www.sbc.org.br/sbc-tem-nova-comissao-para-inclusao-diversidade-e-equidade/>, Julho.
- SBC. (2024c). “Referenciais de Formação para o Curso de Bacharelado em Inteligência Artificial”. 1 ed. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024.
- Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., Leite, J., Araujo, R. M., Correia, R., Martins, S. (2017). “Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação”. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2017.

Capítulo

11

Literacia de Dados para Todos: Desafios da Educação em Computação na Era da Interação Humano-Dados

Luciana Brito, Juliana França e Adriana Vivacqua

Abstract

Data Literacy is the ongoing learning process, from basic to specialized education, aimed at developing skills to address the challenges of the information society. This chapter discusses key aspects of Data Literacy for the next decade, including scientific dissemination and training of Data Literacy specialists; inclusion and accessibility; sustainability; ethics in navigating disordered informational environments; creativity in creating educational resources; and legal challenges in building Data Literacy in Brazil.

Resumo

A Literacia de Dados é o aprendizado contínuo, desde o ensino básico até o especializado, para desenvolver habilidades que permitam lidar com os desafios da sociedade da informação. Este capítulo discute os principais aspectos da Literacia de Dados para os próximos dez anos, como a divulgação científica e a formação de especialistas; inclusão e acessibilidade; sustentabilidade; ética na navegação em ambientes informacionais desordenados; criatividade na criação de recursos educacionais; e os desafios legais para a construção da Literacia de Dados no Brasil.

11.1. Introdução

Enfrentar os desafios para a promoção da Literacia de Dados no Brasil contemporâneo é uma responsabilidade que nos cabe enquanto mulheres, pesquisadoras e cidadãs, e que se estende a toda a sociedade. A desordem informacional e a iliteracia de dados da população, junto com a crise ética da política, viabilizaram ameaças à democracia e o negacionismo durante a COVID-19, resultando em mortes, no crescimento de discursos de ódio e em comportamentos fascistas como o autoritarismo, o nacionalismo exacerbado, a intolerância à diversidade, o culto à personalidade, o militarismo e a violência, a rejeição à democracia e aos direitos humanos, a manipulação da informação, o crescimento de milícias, o anticomunismo e o antiparlamentarismo.

Enquanto escrevemos este capítulo, presenciamos o avançar da Inteligência Artificial (IA) e a construção do Plano Brasileiro de IA, ainda sem uma resposta governamental sobre a regulamentação das plataformas digitais [16], que já pode ser considerada motivo de problemas relacionados à saúde pública, garantia de direitos humanos e de soberania nacional [24]. Neste momento, processos colonizatórios ganham nova roupagem pelo uso dos dados [27] conjugados com arranjos políticos compostos por setores da ultradireita mundial alinhados com diretorias executivas de grandes empresas de tecnologia - que detêm amplo poder sobre a coleta e o processamento de dados globais e, conseqüentemente, a capacidade de influência e controle sobre vidas humanas e o futuro do planeta.

A *Literacia de Dados* pode ser definida de muitas formas, mas neste capítulo, vamos apresentá-la como o *aprendizado que deve ocorrer desde o ensino infantil e básico até o ensino especializado e realizado ao longo de toda a vida para o desenvolvimento de habilidades e competências para lidar de maneira consciente e ativa diante dos desafios da sociedade da informação*.

Este capítulo é um convite à população, a comunidade de especialistas, pesquisadores e estudantes da Sociedade Brasileira de Computação à geração de ideias e debates sobre a importância da Literacia de Dados para um Brasil datificado, apresentando seis eixos de atenção prioritária para os próximos anos:

- Divulgação científica e formação de especialistas (Seção 1.2);
- Inclusão e acessibilidade (Seção 1.3);
- Sustentabilidade (Seção 1.4);
- Ética e educação para a navegação em um ambiente de desordem informacional (Seção 1.5);
- Criatividade e transdisciplinaridade na criação de recursos educacionais (Seção 1.6);
- Cidadania com dados e desafios legais para construir a Literacia de Dados no Brasil (Seção 1.7).

11.2. Divulgação científica e formação de especialistas

Ao longo do nosso processo como pesquisadoras na área de Interação Humano-Dados, temos nos preocupado em construir pontes entre a academia e diversas comunidades para o aprendizado e o avanço das pesquisas em Literacia de Dados. Em iniciativas de extensão universitária, temos colaborado mais intensamente com lideranças e com a população da comunidade do Complexo do Alemão, da Universidade Federal do Rio de Janeiro e com os usuários das Naves do Conhecimento¹, enquanto também trabalhamos na divulgação científica entre pesquisadores, também fomentando o crescimento da comunidade brasileira de Interação Humano-Dados através do Workshop WIDE [9] [6] [7] que já ocorreu em três edições consecutivas no Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC).

Comunidades periféricas precisam utilizar dados como meio para a reivindicação de direitos. Apesar disto, a maior parte da população desconhece o significado e sentido da Literacia de Dados e como podem usar esse conhecimento para reivindicar e argumentar sobre os seus interesses. O complemento de Computação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é uma conquista recente, que trabalha habilidades e competências em Pensamento Computacional [22] e não abarca ainda temas da Literacia de Dados que carecem de desenvolvimento nas escolas e em espaços não formais de educação.

Nesse sentido, é urgente a formação de professores, mediadores em museus de ciências, pesquisadores e gestores para o ensino e a criação de recursos educacionais que permitam desenvolver a Literacia de Dados desde o primeiro contato com a disciplina, em espaços de educação não formal, como museus, centros culturais e telecentros, mas também nas escolas e universidades, como um componente do currículo formal.

11.3. Inclusão e acessibilidade

A acessibilidade pode ser definida como a oportunidade de uma pessoa com deficiência adquirir as mesmas informações, se envolver nas mesmas interações e aproveitar os mesmos serviços que uma pessoa sem deficiência, de forma igualmente eficaz e igualmente integrada, com facilidade de uso substancialmente equivalente [12].

No campo da acessibilidade no ensino de Literacia de Dados, há muito trabalho a ser feito. No Brasil praticamente não temos recursos para ensinar pessoas com deficiências a trabalharem com dados. É necessário pesquisar e desenvolver recursos educacionais que permitam a aquisição de habilidades e competências na área, de forma que pessoas, estudantes, professores e pesquisadores com deficiência sejam capazes de trabalhar com dados dialogando com a sociedade de forma justa, através do uso de sistemas de informações que lhes permitam acessar dados através dos sentidos, com o uso de plataformas táteis e auditivas, por exemplo, para a criação, coleta e argumentação por meio de dados, estando no centro da relação humano-dados.

Já no campo da inclusão, algum trabalho tem sido realizado para a construção de recursos educacionais de forma participativa com comunidades de territórios perifé-

¹Naves do Conhecimento são equipamentos de inclusão digital da Secretaria de Ciência e Tecnologia da cidade do Rio de Janeiro. Oferecem diversidade de ambientes e equipamentos tecnológicos para os usuários, com o objetivo de aliar o mundo da tecnologia aos direitos de cidadania.

ricos [10] [5] [8]. Esses trabalhos têm demonstrado que a união entre saberes locais e a academia, por meio da pesquisa colaborativa, é capaz de trazer à luz desafios de ensino-aprendizagem locais, bem como os meios para superá-los tomando partido das potencialidades já encontradas nas comunidades. Entretanto, estamos falando de pesquisas muito iniciais no campo, mas que já nos levam a perceber a importância de investimentos nessas pesquisas, bem como a capacitação profissional para a sua realização.

11.4. Sustentabilidade

A sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais globais [14]. A Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis da Organização das Nações Unidas são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que todas as pessoas possam desfrutar de paz e prosperidade [3]. A Literacia de Dados encontra-se relacionada diretamente aos objetivos sustentáveis: 1- Erradicação da pobreza; 4- Educação de qualidade; 8- Trabalho decente e crescimento econômico; 10- Redução das desigualdades; e 16- Paz, justiça e instituições eficazes.

A partir da nossa experiência com a criação de recursos educacionais para a Literacia de Dados com comunidades, temos percebido a necessidade de criar meios para a Literacia de Dados coletivamente, considerando que uma forma de serem plenamente aproveitados pelas comunidades é sendo desenvolvidos de forma participativa. Um outro olhar possível quando falamos de Literacia de Dados e sustentabilidade se levanta quando pensamos sobre a construção de meios para o alcance de uma sociedade mais justa através da coleta e análise de dados, criação de sistemas e visualizações que informem sobre o atual estado das coisas, ajudando a sociedade civil a tomar decisões, como o mapa da desigualdade [15], desenvolvido pela Casa Fluminense.

11.5. Ética e educação para a navegação em um ambiente de desordem informacional

A desordem informacional envolve o desenvolvimento e o compartilhamento de informações falsas com ou sem a intenção de causar dano e são categorizadas como informação equivocada - disseminada sem a intenção de causar dano; desinformação - disseminada com a intenção de obter ganhos políticos e/ou monetários e informação maliciosa - disseminada com o objetivo de causar danos a outras pessoas [20].

O professor de Direito Tiago Tavares, fundador da Organização Não Governamental SaferNet, aponta dois tipos de assédio que ocorrem atualmente online. O primeiro, de cunho político, tem a ver com os interesses de grupos partidários em atacar seus opositores, e se beneficia do modelo de negócio de empresas que coletam dados dos internautas, traçando seus perfis e direcionando publicações específicas de acordo com as suas características e sentimentos [2], tal como no caso do escândalo de dados Facebook - Cambridge Analytica para influenciar eleitores em campanhas políticas ao redor do planeta [17] [18]. O segundo tem a ver com o *cyberbullying*, no qual pessoas, entre elas também crianças e adolescentes promovem ações na internet para constranger pessoas [2].

Os desafios principais desse eixo de trabalho se relacionam com a educação para a conscientização de crianças, jovens e adultos, além de professores, de que estamos

imersos em um contexto de desordem informacional e de que precisamos conhecer os seus principais problemas éticos e formas de lidar com eles através de uma abordagem científica da disseminação de informações. Esse trabalho requererá o equilíbrio entre a garantia da liberdade de expressão e a proteção dos direitos constitucionais [25] e da democracia de forma ampla e irrestrita.

11.6. Criatividade e transdisciplinaridade na criação de recursos educacionais

A criatividade é uma grande aliada no *design* de recursos educacionais para a Literacia de Dados. A relação entre ciência, tecnologia, inovação e arte é capaz de ajudar pessoas que ainda não possuem nenhum letramento em dados a realizarem o seu primeiro contato com dados através da arte-educação, mesmo quando ainda não alfabetizadas. Nesse sentido, abordagens transdisciplinares com influências da arte-educação têm conquistado espaço nas pesquisas para a criação de recursos educacionais[4] em meio à realidade do sistema educacional brasileiro que ainda é muito tradicional no ensino das disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering and Maths).

A comunidade acadêmica precisa continuar fortalecendo as relações entre Computação, humanidades e artes [28]. As humanidades representam um suporte importante para o pensamento crítico e para o conhecimento das origens e desdobramentos das problemáticas sociais envolvidas na relação humana com dados. E a arte também se revela como um meio para a aproximação do conteúdo abordado na Literacia de Dados, principalmente para pessoas que não são das áreas STEM, ou que estão se relacionando com dados pela primeira vez [11].

11.7. Cidadania com dados e desafios legais para construir a Literacia de Dados no Brasil

O Brasil é conhecido pela sua alta concentração de renda, onde o 1% da população detém 28,3% da renda total, tornando-o um dos países mais desiguais do mundo [19]. O geógrafo brasileiro Milton Santos, ensinou que a democracia só é efetiva quando os direitos são desfrutados por todos os cidadãos [26]. Estamos muito longe de alcançar esse cenário. Apesar das recomendações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico sobre Inteligência Artificial [23] e das recomendações delineadas na Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) [21] para o ensino de Literacia Digital - da qual a Literacia de Dados é componente - essas ações só começaram a sair do papel para a realidade através da publicação do Complemento de Computação da Base Nacional Comum Curricular e das pesquisas nacionais atuais em Literacia de Dados, que têm sido protagonizadas ainda somente por universidades localizadas na região sudeste do país.

Ainda não possuímos uma legislação específica que aponte de forma clara e específica a obrigatoriedade do ensino de dados, especificamente iniciando pela Literacia de Dados nas escolas e universidades do nosso país e, acreditamos que isto é uma falha que precisa ser preenchida pelo fomento de discussões sobre o tema em espaços da Sociedade Brasileira de Computação, bem como nos centros de pesquisa, universidades e instâncias legislativas do nosso país, para que a Literacia de Dados seja uma realidade para a nossa sociedade, saindo do âmbito da pesquisa para o âmbito do ensino, desde os níveis escolares mais básicos até as pós-graduações *stricto sensu*, de onde nascerão novas ideias,

recursos de aprendizagem, formatos de ensino, sistemas, políticas públicas e - o melhor - pessoas capacitadas para a promoção da equidade e justiça social no uso de dados.

11.8. Considerações finais

A Literacia de Dados é um campo de pesquisa, ensino e desenvolvimento muito recente. Há iniciativas importantes no que diz respeito ao *design* de atividades e recursos para a área, principalmente no que diz respeito ao uso da arte para ensinar dados por meio de atividades lúdicas [1] [13]. Ainda há muitas lacunas na conscientização de equipes pedagógicas da necessidade de ensinar dados e na formação de recursos humanos qualificados para isto.

A sociedade datificada tem trazido novos contornos para o ensino da Computação e é necessário posicionar o Brasil na direção de um ensino de computação voltado para as necessidades do contexto nacional em contato com o mundial, qualificando profissionais para atuarem na linha de frente para o desenvolvimento de um país com menos desigualdade e mais capaz de lidar com as novas demandas para a garantia de um país justo, com cidadãos capazes de manter a democracia e a soberania nacional por meio da inclusão na linguagem dos dados, “escrevendo a sua vida [e a história do Brasil e da América Latina], como autores e testemunhas da sua história, biografando-se, existenciando-se, historicizando-se, sendo conscientes da sua cultura, reconstruindo o mundo de forma crítica, e abrindo novos caminhos” - parafraseando a sabedoria do filósofo, educador, ativista e alfabetizador, Paulo Freire - Patrono da Educação Brasileira.

Referências

- [1] Rahul Bhargava e Catherine D’Ignazio. “Designing tools and activities for data literacy learners”. Em: *Workshop on data literacy, Webscience*. 2015.
- [2] Agência Brasil. *CPMI das Fake News discute crimes na internet*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2019. URL: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2019-10/cpmi-das-fake-news-discute-crimes-na-internet>.
- [3] Nações Unidas Brasil. *Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2024. URL: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.
- [4] Luciana Brito, Juliana França e Adriana Vivacqua. *Prática de Design Educacional: Projetando Artefatos para a Literacia de Dados*. Vol. 1. SBC SOL, 2024. Cap. 3.
- [5] Luciana Brito et al. “Entendendo a própria casa: conexões e alinhamentos para capacitar comunidades vulnerabilizadas na era da informação”. Em: *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos*. Rio de Janeiro/RJ: SBC, 2023, pp. 109–112. DOI: 10.5753/sbsc_estendido.2023.228404. URL: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsc_estendido/article/view/25652.
- [6] Luciana Brito et al. “II WIDE: Desafios em Interação Humano-Dados para a América Latina”. Em: *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. Maceió/AL: SBC, 2023, pp. 15–18. DOI:

- 10.5753/ihc_estendido.2023.233080. URL: https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/26472.
- [7] Luciana Brito et al. “III WIDE: Grandes Desafios em Interação Humano-Dados no Brasil para os próximos 10 anos”. Em: *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. Brasília/DF: SBC, 2024, pp. 9–13. DOI: 10.5753/ihc_estendido.2024.240541. URL: https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/30626.
- [8] Luciana Brito et al. “Mapeando Iniciativas de Literacia de Dados em Favelas do Rio de Janeiro e Regiões Vizinhas”. Em: *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos*. Salvador/BA: SBC, 2024, pp. 157–166. DOI: 10.5753/sbsc.2024.238071. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsc/article/view/28112>.
- [9] Luciana Brito et al. “Workshop Investigações em Interação Humano-Dados – WIDE”. Em: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. Diamantina: SBC, 2022, pp. 5–8. DOI: 10.5753/ihc_estendido.2022.224943. URL: https://sol.sbc.org.br/index.php/ihc_estendido/article/view/22028.
- [10] Luciana Sá Brito, Juliana Baptista dos França Santos e Adriana Santarosa Vivacqua. “Design of Data Literacy Assets-based Learning Strategies with Marginalized Communities Inspired by Paulo Freire’s Pedagogy”. Em: *Proceedings of the 22nd European Conference on Computer-Supported Cooperative Work: The International Venue on Practice-centered Computing on the Design of Cooperation Technologies – Doctoral Colloquium Contributions*. European Society for Socially Embedded Technologies (EUSSET), 2024. DOI: 10.48340/ecscw2024_dc08.
- [11] Emanuel Felipe Duarte e M. Cecília C. Baranauskas. “InterArt: Learning Human-Computer Interaction Through the Making of Interactive Art”. Em: *Human-Computer Interaction. Theories, Methods, and Human Issues*. Ed. por Masaaki Kurosu. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 35–54. ISBN: 978-3-319-91238-7.
- [12] U.S. Department of Education. *Office for Civil Rights | U.S. Department of Education*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2024. URL: <https://www.ed.gov/about/ed-offices/ocr/office-for-civil-rights-us-department-of-education>.
- [13] Juliana Elisa Raffaghelli. “Is Data Literacy a Catalyst of Social Justice? A Response from Nine Data Literacy Initiatives in Higher Education”. Em: *Education Sciences* 10.9 (2020). ISSN: 2227-7102. DOI: 10.3390/educsci10090233. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/9/233>.
- [14] USP Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais. *Mas afinal, o que é sustentabilidade?* Acesso em 24 de setembro de 2024. 2024. URL: <https://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao/>.
- [15] Casa Fluminense. *Mapa da Desigualdade. Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. Acesso em 07 de agosto de 2024. 2023. URL: <https://casafluminense.org.br/mapa-da-desigualdade/>.

- [16] Gov.br. *Para ministro dos Direitos Humanos, é urgente a regulação de plataformas digitais*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2024. URL: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/05/para-ministro-dos-direitos-humanos-e-urgente-a-regulacao-de-plataformas-digitais>.
- [17] Center for an Informed Public University of Washington. *What to expect when we're electing: The 5 moves of misleading election rumors*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2024. URL: <https://www.cip.uw.edu/2024/09/09/2024-what-to-expect-misleading-election-rumors/>.
- [18] Oxford Internet Institute. *Use of social media to manipulate public opinion now a global problem, says new report*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2019. URL: <https://www.oii.ox.ac.uk/news-events/use-of-social-media-to-manipulate-public-opinion-now-a-global-problem-says-new-report/>.
- [19] IPEA. *Estudos revelam impacto da redistribuição de renda no Brasil*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2023. URL: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13909-estudos-revelam-impacto-da-redistribuicao-de-renda-no-brasil>.
- [20] Nirmal Kandel. “Information Disorder Syndrome and its Management”. Em: *JNMA J Nepal Med Assoc* (2020), pp. 280–285.
- [21] MCTI. *Estratégia de IA*. Acesso em 24 de setembro de 2024. 2021. URL: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>.
- [22] MEC. *Anexo ao Parecer CNE/CEB nº 2/2022 - BNCC Computação*. Acesso em: 15 de junho de 2024. 2022. URL: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>.
- [23] OECD. *Recommendation of the Concil on Artificial Intelligence*. Acesso em 01 de agosto de 2024. 2019. URL: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>.
- [24] Alberto Quintavalla e Jeroen Temperman. *Artificial intelligence and human rights*. Oxford University Press, 2023.
- [25] Presidência da República. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Acesso em 07 de fevereiro de 2024. 1988. URL: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- [26] Milton Santos. *O espaço do cidadão*. Vol. 8. Edusp, 2007.
- [27] Sérgio Amadeu da Silveira et al. *Colonialismo de dados: como opera a trincheira algorítmica na guerra neoliberal*. Autonomia Literária, 2022.
- [28] Charles Percy Snow. *Duas Culturas: e Uma Segunda Leitura, As*. Edusp, 1995.

Capítulo

12

O desafio de promover correção da aprendizagem, sensibilidade ao contexto e explicabilidade nas plataformas de e-learning

Charles Everton Oliveira Gomes e Charles Gomes Martins

Resumo

Este artigo descreve alguns desafios do ensino-aprendizagem na EaD e apresenta a importância de realizar pesquisa científica sobre correção da aprendizagem, sensibilidade ao contexto e explicabilidade, assim como o desenvolvimento de soluções inteligentes.

12.1. Introdução

A pandemia da COVID-19 que começou no início de 2020, moldou consideravelmente o cenário do ensino superior globalmente. As tecnologias da informação e comunicação moldaram fundamentalmente o processo de aprendizagem, pois permite que o estudante aprenda em qualquer lugar e a qualquer hora, interaja com outras pessoas de forma eficiente e conveniente e adquira um grande volume de materiais de aprendizagem online (CHOUDHURY; PATTNAIK, 2020). O censo da Educação Superior (2023) indica que se a tendência crescente no número de estudantes matriculados em cursos a distância, desde 1980, for mantida, em 2024 o número de estudantes na Educação à Distância (EaD) deve superar o número de estudantes em cursos presenciais. A EaD distingue-se do aprendizado tradicional não apenas por diferenças tecnológicas, mas também por diferenças no desenvolvimento social e pedagógico.

Aprendizagem autorregulada (*Self-Regulation Learning* - SRL) pode ser definida como a capacidade do estudante agir de forma independente e gerenciar ativamente seu próprio processo de aprendizagem (ZIMMERMAN, B., 1990). Essa habilidade se torna especialmente importante em ambientes online, que permitem que os alunos decidam onde e como estudar. A autorregulação da aprendizagem funciona muito bem quando o aluno já possui um objetivo de carreira definido, isso o motiva a estabelecer metas alcançáveis em seus estudos. Porém, não é o cenário encontrado na maioria dos

estudantes do ensino superior na EaD (RAHMANI, A. M.; GROOT; RAHMANI, H., 2024; ZHANG, Y. *et al.*, 2022).

A correção da aprendizagem articula a associação entre professores e alunos enquanto incorpora fatores sociais e motivação na co-construção da aprendizagem em ambientes educacionais (MORENO CARO; SANABRIA; LÓPEZ, 2016). Estudos mostram que a aprendizagem corrigida pode melhorar a experiência e os resultados de aprendizagem dos alunos ao realizar cursos de graduação e pós-graduação online (ALANAZI, 2017; BANSON, 2022).

Vivenciamos uma manifestação da Inteligência Artificial (IA) que é impulsionada por tendências em *big data*, aumento do poder de processamento e avanço em técnicas de aprendizado de máquina. Existe grande expectativa sobre o futuro da IA em muitos domínios de aplicação, inclusive na educação (MOHAMED HASHIM *et al.*, 2024). Algoritmos de IA e robôs educacionais agora são parte integrante dos sistemas de gerenciamento e treinamento de aprendizagem, fornecendo suporte para uma ampla gama de atividades de ensino e aprendizagem.

O papel central da IA na Educação (*Artificial intelligence in Education - AIED*) é facilitar os processos de ensino e aprendizagem para melhorar a inteligência humana com coleta, análise e processamento de dados em conhecimento para tomadas de decisão (KAMAR, 2016). A perspectiva de aumento enfatiza o papel da IA para dar suporte a professores e aprendizes humanos (MAVRIKIS *et al.*, 2021), e alinha-se com a noção de inteligência híbrida, que visa pesquisar e desenvolver sistemas inteligentes que aumentem, em vez de substituir, a inteligência humana (AKATA *et al.*, 2020).

Embora os sistemas de AIED tenham sido reconhecidos positivamente por melhorar um conjunto de fatores (WANG, S. *et al.*, 2024), existem preocupações e desafios a serem tratados (RANE, N.; CHOUDHARY; RANE, J., 2023). Há uma necessidade urgente de que a comunidade acadêmica se envolva em pesquisas mais rigorosas e abrangentes sobre a aplicação de inteligência híbrida no domínio da aprendizagem e do ensino (SON; RUŽIĆ; PHILPOTT, 2023). Essa integração não apenas aumenta a eficiência e a flexibilidade, mas também abre caminho para um ambiente de aprendizado transformador e otimizado para o estudante (GLIGOREA *et al.*, 2023).

Educadores e profissionais devem estar equipados para utilizar efetivamente AIED, adaptando-as para aprimorar as experiências de aprendizagem em contextos educacionais específicos. Existe uma lacuna na pesquisa sobre a eficácia da correção da aprendizagem promovida através da inteligência híbrida. Este estudo tem como objetivo preencher essa lacuna propondo um sistema de correção da aprendizagem sensível ao contexto baseado na engenharia da explicabilidade e na inteligência híbrida com foco na EaD, e com isso, determinar sua eficácia e sugerir quaisquer adaptações que possam ser feitas no processo em ambiente de aprendizagem online para torná-lo mais eficaz.

12.2 Revisão da Literatura

12.2.1 Ensino Superior na Educação à Distância

Embora a Educação a Distância (EaD) tenha conquistado destaque durante o surto de Covid-19, na última década a modalidade já apresentava crescimento no Brasil. Os resultados estatísticos do Censo da Educação Superior (2023), exibem a evolução da EaD no número de ingressantes e matriculados nos cursos superiores, assim como na distribuição dos estudantes por estados e municípios brasileiros, rede de ensino pública e privada, entre outros indicadores. É importante destacar que em 2020 o Brasil registrou mais estudantes ingressando em cursos a distância do que em graduações presenciais, e que em 2024 o número de estudantes em cursos a distância deve superar o número de estudantes em cursos presenciais.

Na EaD os elementos inovadores da prática que são introduzidos através da separação física entre o professor e o aluno, bem como o uso de tecnologia moderna, criam um ambiente educacional caracterizado pela necessidade de autonomia da aprendizagem e engajamento ativo do estudante (BELLONI, 2008). Isso significa que o estudante deve monitorar, controlar e modificar sua própria ação por meio da autoavaliação de suas habilidades e comportamentos cognitivos (GOTTARDI, 2015), de modo a facilitar e administrar o processo de aprendizado e alcançar o seu objetivo.

Embora as tecnologias estejam ligadas à educação, elas não modificam necessariamente a concepção pedagógica adotada, mas o uso da tecnologia nas questões pedagógicas, fará sim a diferença (MORAN, 2003). As tecnologias usadas em ambientes virtuais de aprendizagem podem impactar a eficácia do aprendizado e estimular o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. Os pré-requisitos para maximizar os benefícios da aprendizagem online incluem infraestrutura digital adequada, acesso a equipamentos de informática, conexões estáveis de internet e o treinamento de professores e alunos no uso de plataformas colaborativas (MILL; PIMENTEL, 2021). Essas implicações servem como um lembrete importante no design de ambientes exclusivamente online.

12.2 Autorregulação da Aprendizagem

Aprendizagem autorregulada (Self-Regulation Learning - SRL), é o processo pelo qual os alunos planejam, monitoram e regulam seu próprio aprendizado. Refere-se a pensamentos, sentimentos e ações que são planejados e ajustados para melhorar a motivação e o aprendizado (ZIMMERMAN, B., 1990). A definição de SRL se relaciona ao aspecto autorregulatório da agência humana delineado na teoria cognitiva social (BANDURA, 2001), na qual o comportamento de aprendizagem de uma pessoa é o resultado de interações entre fatores pessoais e o ambiente de aprendizagem.

As teorias cognitivas e metacognitivas da aprendizagem mostram que a autorregulação realmente influencia as ações do aprendiz. Portanto, qualquer ato de regulação depende de sua atitude ativa (SCHUNK; ZIMMERMAN, B. J., 2012). O estudante autorregulado têm uma visão sistemática de seu aprendizado e controla seu processo cognitivo, por meio do planejamento, estabelecimento de metas, monitoramento, reflexão e avaliação do desempenho alcançado (BORUCHOVITCH, 2007).

As estratégias de autorregulação da aprendizagem se referem a habilidades específicas que fazem parte do processo de autorregulação da aprendizagem e podem ser ensinadas aos alunos para que eles apliquem em contextos reais. Isso inclui estratégias como autoavaliação, estabelecimento de objetivos e planejamento, estrutura ambiental, procura de ajuda social, organização e transformação, procura de informação, tomada de apontamentos, repetição e memorização, autoconsequências e revisão de dados (SCHUNK; ZIMMERMAN, B., 2011). A aprendizagem autorregulada é um processo autodirigido que envolve um conjunto de comportamentos pelos quais os alunos transformam sua capacidade mental em hábitos e habilidades por meio de um processo de desenvolvimento cíclico.

12.3 Corregulação da Aprendizagem

O termo aprendizagem corregulada (Co-Regulation Learning - CRL) foi cunhado no final da década de 1990 para capturar as influências sociais e contextuais na regulação da aprendizagem (HADWIN; OSHIGE, 2011). O conceito de CRL surgiu de teorias de aprendizagem socioculturais que se concentram em como a cognição, emoção e motivação dos alunos para a aprendizagem são mediadas por meio de interações sociais com outros no ambiente. A CRL, portanto, se baseia na noção de que precisamos ir além dos processos autorregulatórios para descrever a regulação da aprendizagem de forma coordenada, e a unidade de análise na CRL sempre é a interação entre indivíduos no contexto (ALLAL, 2016).

Mais especificamente, a CRL se refere ao envolvimento não recíproco em processos e atividades regulatórias, com o corregulador orientando a regulação do corregulado (ALLAL, 2020). A corregulação da aprendizagem nasce quando é acionada em termos de planejamento regulatório individual ou compartilhado, monitoramento, avaliação ou ação estratégica visando motivação, comportamento ou cognição do estudante (HADWIN; JÄRVELÄ; MILLER, 2017).

12.4 Artificial Intelligence in Education (AIED)

Inteligência artificial (IA) refere-se à capacidade de uma máquina digital executar tarefas comumente associadas a seres inteligentes, e suas tecnologias associadas são divididas em vários ramos, como visão computacional, fala, aprendizado de máquina, big data e processamento de linguagem natural (CHIU et al., 2022). As tecnologias da informação, particularmente a inteligência artificial (IA), estão revolucionando a educação moderna. Algoritmos de IA e agentes pedagógicos são agora parte integrante dos sistemas de gerenciamento e treinamento de aprendizagem, fornecendo suporte para uma ampla gama de atividades de ensino, aprendizagem, avaliação e administração (WANG, S. et al., 2024).

Historicamente, o foco principal da comunidade de pesquisa que investiga a IA na educação (Artificial Intelligence in Education - AIED) tem sido, atribuir tarefas com base na competência individual do aluno, analisar o trabalho do aluno para feedback, promover adaptabilidade e interatividade em ambientes digitais e fornecer conversas homem-máquina (Chiu et al., 2023). O foco destas ações prevê a transferência de tarefas do professor e/ou tutor para um sistema de computador habilitado para IA. Essa perspectiva de substituição da IA aplicada à educação, vem mudando gradualmente para o que é conhecido como perspectiva de aumento (CUKUROVA, M., 2019). A

perspectiva de aumento enfatiza o papel da IA para dar suporte aos professores e alunos humanos em sua busca por ensinar e aprender. A aprendizagem é uma função fundamental dos humanos, e embora as condições sob as quais aprendemos mudem, a aprendizagem continua sendo uma atividade essencialmente humana (MAVRIKIS et al., 2021).

As Adaptive Learning Technologies (ALTs) são consideradas um primeiro passo em direção à inteligência híbrida com responsabilidade combinada entre o sistema e o professor. O foco na divisão de tarefas e na interação recíproca entre o professor e a tecnologia adaptativa tem sido o desenvolvimento central dessas tecnologias (MOLENAAR, 2022). A inteligência híbrida é um novo campo que pesquisa e desenvolve sistemas inteligentes que aumentam em vez de substituir a inteligência humana. A perspectiva de aumento alinha-se bem com a noção de inteligência híbrida, que visa pesquisar e desenvolver sistemas inteligentes que aumentem, em vez de substituir, a inteligência humana (AKATA et al., 2020).

Casos de uso educacional de automação parcial com tecnologias de aprendizagem adaptativa desbloqueiam um espectro de benefícios, sendo o principal deles a criação de jornadas educacionais altamente personalizadas. Essas vantagens abrangem desde o aumento do envolvimento do aluno devido ao conteúdo personalizado até o fornecimento de feedback perspicaz baseado em dados para os educadores. Essa integração não apenas aumenta a eficiência e a flexibilidade, mas também abre caminho para um ambiente de aprendizado colaborativo, transformador e otimizado para o estudante (GLIGOREA et al., 2023).

12.5 Sistema de E-Learning Sensível ao Contexto

Contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e um aplicativo, incluindo o usuário e os próprios aplicativos (DEY, 2001). E-learning é definido como o aprendizado suportado por ferramentas e mídias eletrônicas digitais, entretanto, o termo D-learning que representa o aprendizado digital é qualquer tipo de aprendizado que é facilitado pela tecnologia ou pela prática instrucional que faz uso efetivo da tecnologia, está cada vez mais substituindo o termo e-learning (KUMAR BASAK; WOTTO; BÉLANGER, 2018).

Sistemas de e-learning com reconhecimento de contexto selecionam ou filtram os recursos de aprendizagem para tornar o conteúdo do e-learning mais relevante e adequado para o aluno em sua situação. A seleção ou filtragem dos recursos é feita considerando as informações pessoais do aluno, o estilo de aprendizagem preferido por ele, a situação do aluno, etc. Esses parâmetros constituem o contexto do aluno (DAS et al., 2010).

Na revisão sistemática (VALLEJO-CORREA; MONSALVE-PULIDO; TABARES-BETANCUR, 2021), os autores consideram que um dos desafios mais relevantes na aprendizagem ubíquo é utilizar variáveis de contexto para conseguir a adaptação do conteúdo de aprendizagem ou conscientizar o aluno sobre seu contexto para que ele possa implementar mudanças em sua dinâmica de estudo. Ou seja, utilizar consciência de contexto na Educação à Distância é uma abordagem que pode ser eficaz para auxiliar a aprendizagem dos estudantes.

12.6 Engenharia da Explicabilidade

A medida que sistemas ciberfísicos inteligentes, tomadas de decisões complexas e sistemas autônomos avançaram rapidamente nos últimos anos, a necessidade da explicabilidade também aumentou. Explicabilidade é uma área de pesquisa crucial que visa fornecer razões transparentes e compreensíveis para os resultados e comportamentos dos sistemas (CHAZETTE; SCHNEIDER, K., 2020). Embora no início tenha se concentrado na Inteligência Artificial explicável (Explainable Artificial Intelligence - XAI), comunidades de outras áreas do conhecimento (por exemplo, interação humano-computador e filosofia e psicologia) também começaram a pesquisar a explicabilidade nos últimos anos.

Os usuários precisam entender como o sistema funciona e por que ele se comporta de certas maneiras, caso contrário, eles podem perder a confiança e a credibilidade nele, apesar dos benefícios percebidos (LANGER et al., 2021). Isso pode resultar em consequências negativas, como uso indevido ou rejeição do sistema (LIM; DEY; AVRAHAMI, 2009). Uma maneira de abordar essa questão é ajudar os usuários a entender por que um sistema produziu um resultado específico e apoiá-lo na tomada de melhores decisões.

Explicações amigáveis ao usuário são importantes em ambientes inteligentes porque podem ajudar os usuários a entender e controlar melhor a tecnologia, o que pode impulsionar a adoção da solução proposta (REISINGER et al., 2023) (DAI et al., 2023). Ambientes inteligentes podem aumentar o envolvimento e a satisfação do usuário e, em última análise, alcançar maior sucesso ao oferecer explicações adaptadas ao indivíduo e relevantes ao contexto (FERREIRA; MONTEIRO, 2020).

A explicabilidade precisa ser cuidadosamente considerada durante todo o processo de engenharia de software (CHAZETTE; BRUNOTTE; SPEITH, 2021). No entanto, há poucas pesquisas sobre engenharia da explicabilidade sistemática. A engenharia de explicabilidade abrange todas as atividades relacionadas a tornar um sistema explicável (BRUNOTTE et al., 2022). Isso inclui a obtenção e especificação de necessidades de explicação e requisitos relacionados, a detecção (automática) de necessidades de explicação em tempo de execução, a construção de explicações sensíveis ao contexto e uma apresentação específica do usuário (SADEGHI et al., 2024; SADEGHI; KLÖS; VOGELSSANG, 2021).

12.7 Design da Aprendizagem

O design de aprendizagem é definido por (BAKHARIA et al., 2016) como um campo que permite que educadores e pesquisadores educacionais articulem como contextos educacionais, tarefas de aprendizagem, tarefas de avaliação e recursos educacionais são projetados para promover interações eficazes entre professores e alunos, e alunos e alunos, para apoiar a aprendizagem. Uma das motivações subjacentes para o design da aprendizagem centrado no aluno é que ele pode ajudar a encorajar a aprendizagem autorregulada (BANDURA, 1997).

O design de experiência de aprendizagem (Learning Experience Design ou LXD) considera três dimensões principais ao projetar experiências de aprendizagem valiosas: a dimensão social/sociocultural, a dimensão tecnológica e a dimensão pedagógica (JAHNKE et al., 2020). Em suma, o LXD emprega métodos inovadores e combina

tradições de User Experience Design (UXD) e Human-Computer Interaction (HCI) para destacar o papel do aluno e suas experiências ao projetar experiências de aprendizagem digitais ou baseadas na web.

Designers de experiência de aprendizagem buscam ajudar os alunos a entender como eles aprendem, respondendo às perguntas fundamentais do processo "Por onde eu começo?" e "Como sei se estou progredindo?", e ajudam os professores a identificar e medir o progresso de seus alunos em direção a objetivos específicos de aprendizagem (BOWEN; FORSELL; ROSIER, 2020). O design da aprendizagem no ensino superior é considerado centrado no aluno se permitir que os educadores respondam regularmente à pergunta: "É necessário um ajuste e, em caso afirmativo, qual deve ser esse ajuste?" (POPHAM, 2008).

13. Objetivo

O objetivo deste trabalho é incentivar a pesquisa científica sobre correção da aprendizagem e sensibilidade ao contexto na EaD, assim como o desenvolvimento de soluções inteligentes que ofereçam feedback explicável e personalizado aos professores e estudantes sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Referências

- AKATA, Z. *et al.* A Research Agenda for Hybrid Intelligence: Augmenting Human Intellect With Collaborative, Adaptive, Responsible, and Explainable Artificial Intelligence. *Computer*, ago. 2020. v. 53, n. 8, p. 18–28.
- ALANAZI, R. Learning to Self-Regulate: Crafting Co-Regulation Experiences in an Online Learning Environment. *Doctoral Dissertations*, 4 maio. 2017. Disponível em: <<https://digitalcommons.lib.uconn.edu/dissertations/1374>>.
- ALLAL, L. The Co-Regulation of Student Learning in an Assessment for Learning Culture. *Em: LAVEAULT, D.; ALLAL, L. (Org.). Assessment for Learning: Meeting the Challenge of Implementation*. Cham: Springer International Publishing, 2016, p. 259–273.
- ALLAL, L. Assessment and the co-regulation of learning in the classroom. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 3 jul. 2020. v. 27, n. 4, p. 332–349.
- BAKHARIA, A. *et al.* A conceptual framework linking learning design with learning analytics. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. p. 329–338. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2883851.2883944>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- BANDURA, A. *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY, US: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co, 1997. p. ix, 604.
- BANDURA, A. Social cognitive theory: An agentic perspective. *US: Annual Review of Psychology*, 2001. v. 52, p. 1–26.
- BANSON, J. Co-regulated learning and online learning: A systematic review. *Social Sciences & Humanities Open*, 1 jan. 2022. v. 6, n. 1, p. 100376.
- BELLONI, M. L. *Educação a distância*. 5. ed ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

- BORUCHOVITCH, E. Aprender a aprender: propostas de intervenção em estratégias de aprendizagem. *ETD Educação Temática Digital*, jun. 2007. v. 08, n. 02, p. 156–167.
- BOWEN, K.; FORSELL, K.; ROSIER, S. Theories of Change in Learning Experience (LX) Design. [S.l.]: [s.n.], 2020.
- BRUNOTTE, W. *et al.* Quo Vadis, Explainability? – A Research Roadmap for Explainability Engineering. (V. Gervasi & A. Vogelsang, Org.). Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 26–32.
- Censo da Educação Superior. [S.l.]: 2023. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2023/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2023.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2024.
- CHAZETTE, L.; BRUNOTTE, W.; SPEITH, T. Exploring Explainability: A Definition, a Model, and a Knowledge Catalogue. *Em: 2021 IEEE 29TH INTERNATIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING CONFERENCE (RE)*, 2021, [s.l.]. *Anais eletrônicos*. [S.l.]: [s.n.], 2021. p. 197–208. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9604587>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- CHAZETTE, L.; SCHNEIDER, K. Explainability as a non-functional requirement: challenges and recommendations. *Requirements Engineering*, 1 dez. 2020. v. 25, n. 4, p. 493–514.
- CHIU, T. K. F. *et al.* Creation and Evaluation of a Pretertiary Artificial Intelligence (AI) Curriculum. *IEEE Transactions on Education*, fev. 2022. v. 65, n. 1, p. 30–39.
- CHOUDHURY, S.; PATTNAIK, S. Emerging themes in e-learning: A review from the stakeholders' perspective. *Computers & Education*, 1 jan. 2020. v. 144, p. 103657.
- CUKUROVA, M. Learning Analytics as AI Extenders in Education: Multimodal Machine Learning versus Multimodal Learning Analytics. *Artificial intelligence and adaptive education*, 3 maio. 2019. *Proceedings paper*. Disponível em: <<https://www.aiaed.net/>>. Acesso em: 7 nov. 2024.
- DAI, J. *et al.* The Effect of Explanation Design on User Perception of Smart Home Lighting Systems: A Mixed-method Investigation. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023. p. 1–14. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3544548.3581263>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- DAS, M. *et al.* Context Aware E-Learning System with Dynamically Composable Learning Objects. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 1 jul. 2010. v. 2.
- DEY, A. K. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 1 fev. 2001. v. 5, n. 1, p. 4–7.
- FERREIRA, J. J.; MONTEIRO, M. S. What Are People Doing About XAI User Experience? A Survey on AI Explainability Research and Practice. (A. Marcus & E. Rosenzweig, Org.). Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 56–73.
- GLIGOREA, I. *et al.* Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Sciences*, dez. 2023. v. 13, n. 12, p. 1216.

- GOTTARDI, M. A autonomia na aprendizagem em educação a distância: competência a ser desenvolvida pelo aluno. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, 24 maio. 2015. v. 14.
- HADWIN, A.; JÄRVELÄ, S.; MILLER, M. Self-regulation, co-regulation and shared regulation in collaborative learning environments. [S.l.]: [s.n.], 2017.
- HADWIN, A.; OSHIGE, M. Self-Regulation, Coregulation, and Socially Shared Regulation: Exploring Perspectives of Social in Self-Regulated Learning Theory. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, fev. 2011. v. 113, n. 2, p. 240–264.
- JAHNKE, I. *et al.* Sociotechnical-Pedagogical Usability for Designing and Evaluating Learner Experience in Technology-Enhanced Environments. 2020. Disponível em: <https://edtechbooks.org/ux/sociotechnical_pedagogical_usability>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- KAMAR, E. Directions in hybrid intelligence: complementing AI systems with human intelligence. New York, New York, USA: AAAI Press, 2016. p. 4070–4073.
- KUMAR BASAK, S.; WOTTO, M.; BÉLANGER, P. E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 1 jul. 2018. v. 15, n. 4, p. 191–216.
- LANGER, M. *et al.* What do we want from Explainable Artificial Intelligence (XAI)? – A stakeholder perspective on XAI and a conceptual model guiding interdisciplinary XAI research. *Artificial Intelligence*, 1 jul. 2021. v. 296, p. 103473.
- LIM, B. Y.; DEY, A. K.; AVRAHAMI, D. Why and why not explanations improve the intelligibility of context-aware intelligent systems. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2009. p. 2119–2128. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/1518701.1519023>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- MAVRIKIS, M. *et al.* A short history, emerging challenges and co-operation structures for Artificial Intelligence in education. *Bildung und Erziehung*, 10 ago. 2021. v. 74, n. 3, p. 249–263.
- MILL, D.; PIMENTEL, N. Educação a distância: Desafios contemporâneos. 1ª edição ed. [S.l.]: EdUFSCar, 2021.
- MOHAMED HASHIM, M. A. *et al.* Higher education via the lens of industry 5.0: Strategy and perspective. *Social Sciences & Humanities Open*, 1 jan. 2024. v. 9, p. 100828.
- MOLENAAR, I. Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 2022. v. 57, n. 4, p. 632–645.
- MORAN, J. M. Contribuições para uma pedagogia da educação a distância no ensino superior. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, fev. 2003. v. 7, p. 147–147.
- MORENO CARO, J. O.; SANABRIA, L.; LÓPEZ, O. Theoretical and Conceptual Approaches to Co-Regulation: A Theoretical Review. *Psychology*, 1 jan. 2016. v. 07, p. 1587–1607.

- POPHAM, W. J. Transformative Assessment. [S.l.]: Association for Supervision and Curriculum Development, 2008.
- RAHMANI, A. M.; GROOT, W.; RAHMANI, H. Dropout in online higher education: a systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12 mar. 2024. v. 21, n. 1, p. 19.
- RANE, N.; CHOUDHARY, S.; RANE, J. Education 4.0 and 5.0: Integrating Artificial Intelligence (AI) for Personalized and Adaptive Learning. *Social Science Research Network*. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=4638365>>.
- REISINGER, M. R. *et al.* User requirements for the design of smart homes: dimensions and goals. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1 dez. 2023. v. 14, n. 12, p. 15761–15780.
- SADEGHI, M. *et al.* SmartEx: A Framework for Generating User-Centric Explanations in Smart Environments. *Em: 2024 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS (PERCOM), 2024, [s.l.]*. *Anais eletrônicos...* [S.l.]: IEEE Computer Society, 2024. p. 106–113. Disponível em: <<https://www.computer.org/csdl/proceedings-article/percom/2024/10494449/1W3x2nd3oEo>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- SADEGHI, M; KLÖS, V.; VOGELSANG, A. Cases for Explainable Software Systems: Characteristics and Examples. *Em: 2021 IEEE 29TH INTERNATIONAL REQUIREMENTS ENGINEERING CONFERENCE WORKSHOPS (REW), 2021, [s.l.]*. *Anais eletrônicos...* [S.l.]: [s.n.], 2021. p. 181–187. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9582300>>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- SCHUNK, D. H.; ZIMMERMAN, B. (Org.). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. New York: Routledge, 2011.
- SCHUNK, D. H.; ZIMMERMAN, B. J. (Org.). *Motivation and Self-Regulated Learning: Theory, Research, and Applications*. 1st edition ed. [S.l.]: Routledge, 2012.
- SON, J.-B.; RUŽIĆ, N. K.; PHILPOTT, A. Artificial intelligence technologies and applications for language learning and teaching. *Journal of China Computer-Assisted Language Learning*, 15 set. 2023. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jccall-2023-0015/html>>. Acesso em: 8 nov. 2024.
- VALLEJO-CORREA, P.; MONSALVE-PULIDO, J.; TABARES-BETANCUR, M. A systematic mapping review of context-aware analysis and its approach to mobile learning and ubiquitous learning processes. *Computer Science Review*, 1 fev. 2021. v. 39, p. 100335.
- WANG, S. *et al.* Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 15 out. 2024. v. 252, p. 124167.
- ZHANG, Y. *et al.* Individual differences matter in the effect of teaching presence on perceived learning: From the social cognitive perspective of self-regulated learning. *Computers & Education*, 1 abr. 2022. v. 179, p. 104427.
- ZIMMERMAN, B. Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist - EDUC PSYCHOL*, 1 jan. 1990. v. 25, p. 3–17.

Capítulo

13

Ensino de Programação (e Computação) na Era da IA Generativa

Rodolfo Azevedo, Jacques Wainer

Resumo

O surgimento da IA generativa está desafiando profundamente as metodologias tradicionais de ensino de programação. Ferramentas como assistentes de IA são capazes de transformar enunciados de problemas diretamente em códigos funcionais, levando à obsolescência dos modelos pedagógicos baseados na progressão incremental de complexidade. Isso exige uma adaptação urgente da comunidade acadêmica para manter a relevância e eficácia do ensino de programação. Este desafio propõe a reformulação do ensino em dois eixos principais: a adaptação das disciplinas de programação à IA generativa e o desenvolvimento de habilidades diferenciadas para os programadores da era da IA, com a potencial consequência em todo o currículo de computação. A experiência prática conduzida pelos autores revelou aprendizados valiosos, como a importância da decomposição de problemas e a necessidade de ensinar teste e depuração de código. A aplicação de IA nas aulas resultou em um aumento na motivação dos alunos e em índices de aprovação superiores. No entanto, o desafio permanece em criar atividades que não possam ser resolvidas automaticamente pela IA, garantindo que o aprendizado continue sendo um processo ativo e enriquecedor. Este artigo desafia a comunidade a colaborar na busca por soluções inovadoras para essas questões, enquanto nos preparamos para uma realidade onde a IA desempenhará um papel central na educação em computação.

13.1. Introdução

Ao ensinar programação, estamos ensinando simultaneamente técnicas de resolução de problemas e formas de expressão em linguagem de programação. Como consequência, o resultado das atividades de um aluno também representa a sequência mental que ele desenvolveu durante o processo de criação da solução. Posteriormente, a principal forma de verificação desse modelo mental é através da correta execução do programa desenvolvido, tipicamente utilizando entradas padronizadas e esperando as saídas desejadas pelo programa. A metodologia das atividades práticas de computação coíbe plágio criando novas atividades a cada semestre e checando similaridade entre as soluções submetidas.

Nos anos recentes, surgiram ferramentas que utilizam IA Generativa e são capazes de transformar o enunciado de um problema de introdução à programação em um código que é aprovado nos corretores automáticos. Uma análise preliminar, feita pelos autores, indicou que metade dos problemas de programação utilizados numa disciplina foram resolvidos apenas copiando o enunciado e utilizando a solução proposta. Para os demais problemas, algumas simples interações extras foram capazes de cobrir metade das atividades faltantes, índice suficiente para aprovação e que deve ser ampliado com o avanço das ferramentas de IA.

A consolidação do uso de IA tornará essa metodologia tradicional de ensino de programação obsoleta rapidamente. É crucial que a comunidade de computação realize múltiplos experimentos e compartilhe os resultados de novas técnicas de ensino/aprendizagem para mitigar os desafios impostos por essas tecnologias emergentes. A colaboração urgente é necessária para desenvolver estratégias inovadoras e eficazes para adaptar o currículo e procedimentos de avaliação aos avanços da IA.

Diante desse cenário, os autores desse desafio realizaram uma oferta da disciplina de Introdução a programação com a utilização de assistentes de IA para alunos ingressantes do curso de Engenharia de Alimentos, que será detalhada na Seção 1.3. Os aprendizados e questões abertas por essa disciplina nos leva a propor o desafio de **“Reformular o ensino de Programação de Computadores face ao surgimento dos Assistentes de IA”**. Acreditamos que existam 2 sub-temas a serem abordados pela comunidade nesse desafio:

1. Adaptar o ensino de programação à IA generativa
2. Como desenvolver habilidades para ser um programador competente na era da IA generativa

Os temas refletem o ensino de programação e, potencialmente, as novas técnicas serão refletidas em todo o curso de computação. As próximas seções apresentarão uma visão mais aprofundada do modelo atual (Seção 1.2), da experiência motivadora com a nova edição da disciplina (Seção 1.3) e com os 2 temas que acreditamos que a comunidade de computação precisará direcionar esforços (Seção 1.4) com urgência.

13.2. Métodos Tradicionais de Ensino de Programação

O ensino de programação tradicionalmente segue uma abordagem estruturada e incremental, projetada para construir gradualmente o conhecimento e as habilidades dos alunos. Este método se baseia na introdução progressiva de conceitos, acompanhada por exercícios práticos cuidadosamente elaborados. Em cada aula, novos conceitos ou comandos de programação são apresentados aos alunos, seguindo uma ordem que permite uma progressão lógica do mais simples ao mais complexo, com tarefas desenvolvidas especificamente para cada parte do processo. Essas tarefas são criadas de forma a permitir que os alunos utilizem conceitos já aprendidos de maneira mais sofisticada, enquanto aplicam o novo conceito de forma simples. Assim, exercícios que estão centrados em exemplos de *loop* em programação básica, já supõem que os alunos podem usar comandos de *ifs* complexos (*if-elseif* ou *ifs* aninhados) com expressões de teste complexas.

A complexidade dos problemas é cuidadosamente calibrada, especialmente no início dos cursos de programação. Os exercícios são mantidos relativamente simples para não sobrecarregar os alunos, mas são projetados para desafiar e expandir suas habilidades de forma gradual. Esta abordagem permite que os estudantes consolidem seu entendimento de conceitos fundamentais antes de prosseguir para tópicos mais avançados.

A metodologia de resolução mais comumente empregada envolve fornecer aos alunos apenas a especificação do problema e, possivelmente, alguns casos de teste. Espera-se que os alunos desenvolvam o programa completo por conta própria, aplicando os conceitos aprendidos. Esta abordagem de “programação a partir da especificação” parece ser considerada valiosa por várias razões: acreditamos ela promove uma compreensão profunda dos conceitos, acreditamos que ela desenvolve habilidades cruciais de resolução de problemas e provavelmente erradamente, acreditamos que prepara os alunos para cenários do mundo real, onde os programadores frequentemente trabalham com requisitos e não com códigos pré-existentes.

O surgimento das ferramentas de IA Generativa é uma ameaça clara a esta metodologia tradicional e provocou reações distintas entre os membros da comunidade, situando-os entre dois extremos:

Proibir o uso de IA generativa: Essa estratégia se baseia na premissa de que é possível criar mecanismos eficazes de detecção de soluções geradas por IA, de modo a garantir a integridade do trabalho dos estudantes. No entanto, essa solução enfrenta algumas dificuldades. Primeiro, proibir completamente o uso de IA generativa pode ser uma medida controversa, uma vez que os alunos formados nessas disciplinas irão, inevitavelmente, se deparar com essas ferramentas em seu dia a dia profissional. Negar-lhes a oportunidade de aprender a usar a IA de forma responsável e produtiva pode ser visto como uma abordagem inflexível e desconectada da realidade do mercado de trabalho. Além disso, a capacidade de detectar com precisão o uso de IA generativa em trabalhos acadêmicos ainda é um desafio em evolução. À medida que a tecnologia avança, os sistemas de detecção também precisarão ser constantemente atualizados, o que pode se tornar uma tarefa árdua e onerosa para as instituições de ensino.

Adaptar o ensino para incentivar o uso responsável da IA: Essa estratégia reconhece que a IA é uma realidade presente e futura no campo da programação, e que os estudantes precisarão aprender a integrá-la de forma eficaz em seu fluxo de trabalho. Os educadores podem desenvolver exercícios e projetos que exijam dos alunos não apenas a resolução de problemas por conta própria, mas também a capacidade de avaliar quando e como usar ferramentas de IA de modo apropriado. Acreditamos que essa seja a melhor abordagem e como implementá-la ainda é um problema aberto, que deve levar em conta: dependência da sorte, avaliação da capacidade do aluno ler e entender o código gerado, avaliação da capacidade do aluno testar e depurar o código gerado, e a aquisição do pensamento algorítmico.

13.3. Aprendizados da oferta de Introdução à Programação com IA

Durante o primeiro semestre de 2024, os autores dessa proposta ofertaram uma turma de introdução à programação utilizando assistentes de IA. Em especial, algumas mudanças foram realizadas na programação da disciplina original para construção dessa nova edição, dentre elas: 1) Todos os tópicos da disciplina original foram cobertos, em um intervalo de tempo menor para cada parte 2) Todos os componentes da linguagem de programação foram apresentados, já que o programa gerado pelo assistente de IA pode incluir esses componentes. A ênfase da disciplina não foi em ensinar os alunos a gerar o programa mas sim ler/entender o programa gerado pelo assistente.

Uma ênfase importante da disciplina é o ensino da decomposição de problemas em subproblemas menores, estes sim capazes de serem resolvidos total ou parcialmente pelos assistentes de IA.

Como primeira edição da disciplina, notamos temas que afetam diretamente o ensino para novatos: 1) As respostas não são determinísticas, tomando mais interações de alguns alunos em relação a outros, o que precisa ser analisado como um problema de justiça. 2) O grau de dificuldade de uma especificação para um humano não é o mesmo que para IA e construir um conjunto de atividades em grau crescente de dificuldade para a IA é bastante desafiador. 3) É muito importante ensinar testes e convencer os alunos que eles não devem confiar cegamente no programa gerado. 4) É muito importante ensinar depuração e não fizemos isso de forma apropriada nessa primeira edição.

Os resultados da disciplina foram avaliados comparativamente com os alunos ingressantes de 1 ano antes, do mesmo curso e que participaram da edição tradicional da disciplina, em 3 métricas: 1) Utilizamos 3 atividades de laboratório da versão tradicional na versão de IA, selecionados por não serem resolvidos apenas com copiar e colar do enunciado. Nas duas primeiras atividades, a diferença entre acertos entre as duas turmas ficou abaixo de 5 %. Na última atividade, houve uma grande diferença de 80% vs 8% para a turma com IA. 2) Os alunos da edição tradicional apresentam tendência de parar de enviar atividades ao conseguirem nota de aprovação, fato que não aconteceu na edição com IA, que creditamos a uma maior motivação para resolver problemas mais complexos. 3) Ao final do semestre, 96% dos alunos da versão com IA foram aprovados vs 82% da tradicional.

Além de disciplinas introdutórias, o modelo de avaliação de programas também é utilizado em diversas disciplinas durante um curso e pode afetar claramente os conceitos em múltiplas disciplinas e linguagens como: Orientação a Objetos (Java), Circuitos Digitais (Verilog), Sistemas Embarcados (C e Assembly), Programação Paralela e Distribuída (C e Cuda), entre outras.

13.4. Desafio: Reformular o ensino de Programação de Computadores face ao surgimento dos Assistentes de IA

Diante do cenário apresentado, dividimos o desafio em 2 partes que precisam de atenção e engajamento da comunidade com urgência na busca e compartilhamento de experiências e metodologias:

13.4.1. Adaptar o ensino de programação à IA generativa

Existe um novo conjunto de ferramentas disponíveis tanto para os professores quanto para os alunos e que pode ocasionar um grande ganho de produtividade ou tornar a tarefa de programação desnecessária. É importante explorar as alternativas de implementação de disciplinas que envolvam tarefas de programação, seja através de maiores projetos, aprendizagem ativa, sala de aula invertida, ou outras. A nossa experiência indicou que problemas maiores nos leva a ensinar melhor as técnicas de decomposição, que são cruciais para o ensino de abstração e encapsulamento nas linguagens modernas. Algumas perguntas a considerar: 1) Qual deve ser o programa dessa nova disciplina de introdução? 2) Como criar atividades relevantes que gerem o efetivo aprendizado dos alunos e não uma resposta automática do assistente? 3) Qual o impacto dessa nova habilidade no restante do curso?

Nosso desafio para a comunidade é experimentar diferentes abordagens no uso de assistentes de IA no ensino de programação (em diferentes níveis) e reportar os resultados e lições aprendidas. Infelizmente esse desafio é urgente e precisa ser atacado no próximo ano.

13.4.2. Como desenvolver habilidades para ser um programador competente na era da IA generativa?

O código gerado automaticamente por sistemas de IA generativa pode ter qualidade inferior ao código desenvolvido por programadores competentes. Os múltiplos relatos existentes em competições indicam a capacidade de superar 70% a 90% dos programadores. Como formar um programador *top 10%* sem passar pelas capacidades inferiores?

Nos métodos tradicionais de ensino de programação, os instrutores sabiam como guiar os alunos para se tornarem programadores competentes. Eles projetavam uma sequência de problemas cada vez mais desafiadores, que exigiam o domínio gradual de conceitos e habilidades essenciais. No entanto, em um cenário em que os alunos aprendem a programar usando soluções geradas pela IA, não está claro se eles realmente estão desenvolvendo a mesma proficiência que seria alcançada pelo método tradicional.

O código gerado automaticamente pela IA, embora possa resolver problemas de forma funcional, pode carecer de características importantes, como legibilidade, eficiência, modularidade e manutenibilidade. Essas qualidades são fundamentais para o desenvolvimento de programas robustos e sustentáveis no mundo real. Ao mesmo lado, talvez esses mesmos programas sejam facilmente interpretáveis pela IA, de forma a tornar irrelevante todas as técnicas de garantia de manutenibilidade da comunidade.

Nosso desafio para a comunidade é de novo experimentar diferentes abordagens no uso de assistentes de IA no ensino de programação e reportar os efeitos em programadores de maior eficiência, por exemplo times de maratonas de programação. Este desafio não é tão urgente e pode ser desenvolvido num período de até 5 anos.

Acreditamos que ambos os sub-desafios nos levarão a repensar de forma profunda o ensino de computação como um todo nos próximos anos e o papel da computação em nossa sociedade.

Chapter

14

O Papel do Pensamento Computacional e da Inteligência Artificial Generativa na Formação Acadêmica em Cursos Superiores de Computação

Lucy Mari Tabuti, Daniel Couto Gatti, Eduardo Savino Gomes, Italo Santiago Vega, Sandra Gavioli Puga, Andre Insardi

Abstract

This study discusses the need to reform Computer Science education through the integration of computational thinking and emerging technologies, such as Generative Artificial Intelligence, across all levels of education. It argues that the focus on market demands, and short-lived tools has compromised the conceptual advancement of the field and the preparation of professionals capable of dealing with complex systems. The combination of a solid theoretical foundation, the development of soft skills, and the practical application of innovative technologies is advocated as a path toward a more critical, creative, and future-ready education. The ethical, social, and political implications of these transformations are also analyzed, with the proposal of inclusive educational policies that promote equitable access to technology and innovation.

Keywords: *Computer Science Education; Generative Artificial Intelligence; Computational Thinking; Soft Skills, Critical and Ethical Training*

Resumo

Este estudo discute a necessidade de reformular a educação em Computação por meio da integração do pensamento computacional e de tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial Generativa, em todos os níveis de ensino. Argumenta-se que o foco

em demandas do mercado e em ferramentas de curta duração tem comprometido o avanço conceitual da área e a formação de profissionais capazes de lidar com sistemas complexos. Defende-se a combinação entre uma base teórica sólida, o desenvolvimento de soft skills e a aplicação prática de tecnologias inovadoras como caminho para uma formação mais crítica, criativa e preparada para os desafios. As implicações éticas, sociais e políticas dessas transformações são analisadas, com a proposição de políticas educacionais inclusivas que promovam o acesso equitativo à tecnologia e à inovação.

Palavras-chave: *Educação em Computação; Inteligência Artificial Generativa; Pensamento Computacional; Soft Skills; Formação Crítica e Ética*

14.1. Introdução: O Momento da Computação e o Papel da Educação

Nas últimas décadas, o campo da computação passou por transformações estruturais que redesenharam suas fronteiras epistemológicas, seus objetos de estudo e suas interfaces com a sociedade.

De uma ciência formal, fundamentada em estruturas matemáticas, linguagens e arquiteturas computacionais, evoluiu-se para um ecossistema multidisciplinar no qual convergem áreas como Inteligência Artificial (IA), ciência de dados, computação ubíqua, ética computacional e cognição artificial.

Essa reconfiguração tem imposto à educação em computação desafios significativos quanto à sua capacidade de formar profissionais tecnicamente habilitados e conceitualmente preparados para lidar com sistemas complexos, ambíguos e de larga escala (Denning e Tedre, 2021).

A emergência de tecnologias como os *Large Language Models* (LLM), com destaque para os sistemas de IA generativa, representados por arquiteturas como GPT-3, GPT-4, PaLM 2 e LLaMA, inaugura uma nova fase na evolução dos sistemas computacionais. Estes modelos, treinados com grandes volumes de dados não estruturados, são capazes de gerar textos, códigos, imagens e outros conteúdos multimodais com impressionante fluência sintática e semântica (Bommasani et al., 2022).

Contudo, como demonstram Webb, Holyoak e Lu (2023), seu desempenho decaiu em tarefas que exigem raciocínio analógico ou adaptação conceitual, capacidades que, segundo Chomsky (2014), são definidoras da cognição humana. Esse paradoxo recoloca no centro do debate educacional a questão da fundamentação teórica e do papel formativo da computação.

Historicamente, a educação em computação oscilou entre dois polos: de um lado, a ênfase na formalização matemática e no ensino de algoritmos; de outro, a resposta ágil às demandas do mercado, com foco em ferramentas e frameworks de aplicação imediata (Pereira e Moura, 2023). Embora ambas as abordagens apresentem méritos, o avanço das tecnologias emergentes, em especial a IA generativa, exige uma síntese que articule pensamento computacional, formação crítica e domínio técnico.

Nesse sentido, resgatar os pilares do pensamento computacional como a decomposição, a abstração, o reconhecimento de padrões e os algoritmos, como propõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é uma medida necessária, mas insuficiente diante da complexidade atual.

O desafio contemporâneo da educação em computação está além de uma atualização curricular, como na reconstrução de um paradigma formativo que recoloca o sujeito no centro do processo educativo, como agente ativo na mediação com tecnologias cada vez mais opacas.

A literatura recente tem destacado a importância de formar estudantes com capacidade de interpretação crítica, autonomia intelectual e compreensão dos limites e potencialidades dos sistemas algorítmicos (UNESCO, 2024; WEF, 2023). A computação, portanto, deixa de ser apenas uma área técnica para se afirmar como campo estratégico na formação cidadã e na construção de futuros mais equitativos.

Assim, este estudo defende que a educação em computação deve ser reformulada a partir de uma abordagem que una base teórica sólida, domínio prático de tecnologias emergentes, em especial a IA generativa, e uma orientação ética e social clara.

Trata-se de uma resposta necessária às transformações em curso, cujo impacto transcende a sala de aula e afeta diretamente os modos de produção de conhecimento, de trabalho e de existência no século XXI.

14.2. Os Desafios Estruturais da Educação em Computação

A educação em computação no século XXI é atravessada por uma tensão estrutural que opõe três dimensões frequentemente desalinhadas: as demandas do mercado de trabalho, os fundamentos teóricos da ciência da computação e a imperativa necessidade de inovação pedagógica.

O predomínio de uma lógica mercadológica tem conduzido instituições de ensino superior, técnicos e profissionalizantes a estruturarem seus currículos em função de tecnologias com forte apelo no mercado, muitas vezes, em detrimento da construção de uma formação conceitual sólida.

Essa tendência, amplamente observada nos últimos anos, contribui para uma instrumentalização do ensino, cuja consequência é a formação de profissionais aptos ao uso de ferramentas específicas, mas com limitada capacidade de adaptação, análise crítica e resolução de problemas complexos (Denning e Tedre, 2021).

Esse quadro se agrava diante da velocidade com que novas tecnologias surgem, se popularizam e, em seguida, tornam-se obsoletas. Ferramentas e *frameworks* adotados como “tendência” em ciclos curriculares tornam-se ultrapassados em poucos anos, muitas vezes, antes mesmo da conclusão do curso pelos estudantes.

Esse fenômeno acarreta a chamada “obsolescência curricular”, que compromete a empregabilidade de egressos e sua competência para compreender os fundamentos teóricos e computacionais que sustentam a evolução tecnológica (Pereira e Moura, 2023).

Como observa Nascimento et al. (2024), a incorporação acrítica de tecnologias como plataformas *low-code* e *no-code*, sem mediação conceitual ou epistemológica, fragiliza o papel da formação superior como espaço de produção e problematização do conhecimento.

Além disso, verifica-se uma crescente fragmentação curricular, em que disciplinas isoladas abordam temas técnicos de forma compartimentalizada, sem promover conexões entre teoria, prática e contexto social. Tal estrutura compromete o desenvolvimento de competências transversais, como o pensamento sistêmico e a capacidade de transferir

conhecimento entre domínios distintos, competências essas que são consideradas essenciais para o profissional do futuro (World Economic Forum, 2023).

A falta de articulação entre os níveis de ensino, somada à ausência de políticas institucionais de atualização docente, contribui para que os currículos não acompanhem as transformações tecnológicas nem os debates contemporâneos em ética digital, inteligência artificial e cidadania computacional.

A literatura internacional tem reforçado que a superação desses desafios exige um redesenho sistêmico da formação em computação. Isso implica repensar os currículos sob uma lógica integradora, que valorize tanto os fundamentos quanto a experimentação, tanto a técnica quanto a reflexão crítica, em consonância com propostas educacionais orientadas por valores democráticos e inovação sustentável (UNESCO, 2024).

É necessário transitar de um modelo reativo às exigências externas para um modelo propositivo, capaz de antecipar tendências, formar sujeitos autônomos e fomentar o protagonismo científico e tecnológico em escala local e global.

14.3. Pensamento Computacional como Fundamento Formativo

O pensamento computacional tem emergido nas últimas décadas como um dos eixos estruturantes da educação em computação, especialmente no que se refere à formação básica e ao desenvolvimento de competências transversais.

Conceituado inicialmente por Wing (2006) como uma forma de resolver problemas, projetar sistemas e compreender comportamentos humanos a partir dos conceitos fundamentais da ciência da computação, o pensamento computacional extrapola a lógica da codificação ou do ensino de linguagens de programação. Trata-se, antes, de um modo de raciocínio que envolve abstração, modelagem, análise e automatização de processos, sendo aplicável a múltiplas áreas do conhecimento.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento orientador da educação básica brasileira, reconhece a centralidade do pensamento computacional como uma das competências da área de Matemática e suas Tecnologias, vinculando-o ao letramento digital, à resolução de problemas e ao uso responsável das tecnologias da informação e comunicação.

A BNCC destaca quatro pilares principais do pensamento computacional:

- (i) decomposição, que se refere à capacidade de dividir um problema em partes menores e manejáveis;
- (ii) reconhecimento de padrões, essencial para identificar regularidades e similaridades;
- (iii) abstração, que permite filtrar informações e focar nos aspectos relevantes de uma situação; e
- (iv) algoritmos, como sequência ordenada de instruções ou etapas para a resolução de um problema (Brasil, 2018).

A efetiva implementação desses pilares, contudo, ainda encontra barreiras significativas nos contextos escolares e universitários. A ausência de formação específica de professores, a limitação de recursos didáticos, a fragmentação disciplinar e a falta de clareza conceitual quanto à distinção entre programação e pensamento computacional dificultam a consolidação de práticas pedagógicas inovadoras (Nascimento et al., 2024).

Soma-se, a isso, a ausência de políticas públicas robustas que articulem a educação básica à superior, promovendo uma trajetória contínua de desenvolvimento das competências computacionais, éticas e críticas ao longo da vida escolar.

Estudos internacionais apontam que o pensamento computacional pode ser um catalisador do desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, como o pensamento analítico, o raciocínio lógico e a resolução criativa de problemas (Yadav et al., 2016; Voogt et al., 2015).

Nesse sentido, sua inserção transversal nos currículos, desde os anos iniciais da educação básica até os cursos técnicos e superiores, é vista como uma estratégia para formar cidadãos mais preparados para a complexidade do mundo digital, sem restringi-los a funções operacionais ou tecnicistas.

A UNESCO (2024), em seu relatório sobre IA e educação, reforça que o pensamento computacional, quando bem trabalhado, contribui para o desenvolvimento de uma cultura de inovação tecnológica ancorada na compreensão crítica das estruturas algorítmicas que mediam a vida contemporânea.

Portanto, mais do que um conteúdo a ser inserido pontualmente, o pensamento computacional deve ser compreendido como uma competência formativa transversal, que articula teoria e prática, abstração e aplicabilidade, técnica e ética. Sua integração efetiva ao currículo exige ações coordenadas de formação docente, desenvolvimento de materiais contextualizados e criação de ambientes de aprendizagem que favoreçam a experimentação, o erro construtivo e o pensamento criativo. E isso conduz a uma delicada preocupação: admitindo-se o pensamento computacional como essência, cabe investigar-se a sua relação com a IA generativa.

14.4. IA Generativa e LLM: Ferramenta ou Ameaça?

A ascensão da Inteligência Artificial generativa, especialmente por meio de LLM, tem suscitado debates intensos no campo educacional. Essas tecnologias apresentam um potencial significativo para transformar práticas pedagógicas, impondo desafios conceituais e éticos que demandam reflexão crítica.

Uma situação, agora recorrente em cursos de ciência da computação, revela a crescente integração de ferramentas de IA, como geradores de código e *chatbots* de explicação, apresentando um desafio para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes. A facilidade de obter soluções prontas e explicações simplificadas pode levar à dependência e à falta de compreensão profunda dos conceitos, prejudicando a capacidade de análise, resolução de problemas e avaliação crítica das soluções propostas pela IA. Para mitigar esse impacto, é essencial que os educadores incentivem o aprendizado ativo, promovam o questionamento e utilizem a IA como ferramenta complementar, enfatizando a importância do pensamento crítico na formação de profissionais competentes na era da inteligência artificial.

A IA generativa pode personalizar o ensino, adaptando conteúdos às necessidades individuais dos estudantes. Ferramentas como o ChatGPT permitem a criação de materiais didáticos sob medida, promovendo maior engajamento e compreensão. Além disso, a automação de tarefas administrativas por meio da IA libera tempo para que educadores se concentrem em atividades pedagógicas mais estratégicas.

Apesar dos benefícios, a dependência excessiva da IA generativa pode comprometer o desenvolvimento do pensamento crítico e da criatividade dos estudantes. O uso indiscriminado dessas ferramentas pode levar à passividade intelectual, onde estudantes confiam cegamente nas respostas fornecidas pela IA, sem questionamento ou análise aprofundada.

Além disso, a IA generativa pode produzir informações imprecisas ou tendenciosas, refletindo vieses presentes nos dados de treinamento. Isso ressalta a necessidade de supervisão humana constante e de uma abordagem crítica ao interpretar os resultados gerados por essas tecnologias.

O estudo de Webb, Holyoak e Lu (2023) publicado na *Nature Human Behaviour* investigou a capacidade dos LLM em realizar raciocínio analógico. Os resultados indicaram que modelos como o GPT-3 demonstraram habilidade emergente em resolver problemas de analogia sem treinamento específico, igualando ou superando, em alguns casos, o desempenho humano.

Entretanto, pesquisas subsequentes questionam esses achados. Hodel e West (2023) argumentam que, embora os LLM possam resolver determinadas analogias, eles falham em variações simples dessas tarefas, sugerindo que seu raciocínio é menos robusto e generalizável do que o humano.

A integração da IA generativa na educação oferece oportunidades promissoras, mas requer uma abordagem equilibrada e crítica. É essencial que educadores e formuladores de políticas compreendam tanto o potencial quanto as limitações dessas tecnologias, promovendo seu uso responsável e ético para enriquecer o processo educacional sem comprometer o desenvolvimento de habilidades fundamentais nos estudantes.

14.5. Para Além da Técnica: Competências para o Futuro

A rápida evolução tecnológica e as transformações no mercado de trabalho têm evidenciado a necessidade de profissionais que, além de competências técnicas sólidas, possuam habilidades comportamentais e cognitivas avançadas.

O relatório *The Future of Jobs Report 2023*, publicado pelo Fórum Econômico Mundial (WEF), destaca que 44% das habilidades essenciais dos trabalhadores sofrerão alterações nos próximos cinco anos, ressaltando a crescente importância das chamadas *soft skills* no cenário profissional contemporâneo.

O relatório do WEF identifica que o pensamento analítico e a criatividade estão entre as habilidades mais demandadas até 2027. Além disso, competências como liderança, influência social e aprendizagem contínua são apontadas como essenciais para a adaptação às novas exigências do mercado. Esses dados evidenciam uma mudança paradigmática, na qual habilidades comportamentais tornam-se tão relevantes quanto as técnicas.

No contexto da computação, a integração de *soft skills* é fundamental para o desenvolvimento de soluções tecnológicas eficazes e socialmente responsáveis. Habilidades como comunicação eficaz, trabalho em equipe e empatia permitem que profissionais de Tecnologia da Informação e Comunicação colaborem de maneira eficiente em ambientes multidisciplinares (Teixeira, 2020).

O pensamento sistêmico, por sua vez, capacita os profissionais a compreenderem e modelarem sistemas complexos, antecipando consequências e identificando pontos de intervenção eficazes.

A ética e a responsabilidade social são igualmente fundamentais. Com o avanço de tecnologias como a inteligência artificial e a análise de grandes volumes de dados, torna-se evidente que os profissionais considerem os impactos sociais, culturais e éticos de suas criações.

A UNESCO enfatiza a necessidade de uma abordagem ética na educação em IA, promovendo a compreensão dos desafios e responsabilidades associados ao desenvolvimento e implementação dessas tecnologias.

Para atender a essas demandas emergentes, é necessário repensar os currículos dos cursos de computação. A integração de disciplinas que abordem ética, responsabilidade social e pensamento sistêmico, aliada ao desenvolvimento de *soft skills*, é essencial.

Práticas pedagógicas inovadoras, como metodologias ativas de aprendizagem, projetos interdisciplinares e experiências práticas em contextos reais, podem facilitar essa integração.

Além disso, a promoção de uma cultura de aprendizagem contínua e adaptabilidade deve ser incentivada, preparando os estudantes para um mercado de trabalho dinâmico e em constante transformação. A colaboração entre instituições de ensino, indústria e sociedade civil é fundamental para alinhar as competências desenvolvidas às necessidades reais do mercado e da sociedade.

14.6. Cenários de Futuro Desejável

Diante das rápidas transformações tecnológicas e das tensões entre prática e teoria na formação em computação, torna-se evidente delinear cenários de futuro que promovam uma formação equilibrada, crítica e socialmente comprometida.

Um currículo equilibrado deve transcender o ensino técnico instrumental e assumir uma lógica integradora, capaz de articular fundamentos teóricos, competências técnicas e dimensões éticas e sociais do uso da tecnologia. Um esquema de currículo formativo equilibrado na área de computação deve ser estruturado a partir de três eixos centrais:

- (i) fundamentação teórica sólida, que assegure a compreensão dos princípios da ciência da computação e sua evolução histórica;
- (ii) práticas tecnológicas atualizadas, que permitam a experimentação com linguagens, plataformas, metodologias e ferramentas emergentes, como IA generativa, *big data*, computação em nuvem e segurança cibernética; e
- (iii) formação humana e cidadã, com ênfase em ética digital, pensamento crítico, diversidade, inclusão e impacto sociotécnico.

Nesse modelo, a interdisciplinaridade torna-se a pilar central. A computação deve dialogar com ciências humanas, sociais, cognitivas e ambientais, de forma a proporcionar aos estudantes a capacidade de programar ou projetar sistemas e de compreender os efeitos desses sistemas sobre a sociedade, as subjetividades e os ecossistemas.

Além disso, a avaliação deve contemplar tanto o domínio técnico quanto a capacidade de articulação, comunicação e colaboração em contextos reais. Projetos integradores e interdisciplinares, práticas baseadas em problemas (*problem-based learning – PBL*), metodologias ativas e estágios supervisionados com reflexão crítica são elementos-chave para consolidar essa proposta.

Modelos educacionais de países como Singapura e Finlândia têm se destacado pela adoção de políticas públicas que articulam tecnologia, inovação e formação humanística, sendo frequentemente referenciados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como boas práticas na educação do século XXI.

Em Singapura, por exemplo, o *Computational Thinking Framework* foi implementado desde os anos iniciais do ensino básico, combinando alfabetização digital com raciocínio lógico e resolução de problemas complexos. O currículo é centrado em competências-chave para a inovação, com forte investimento em formação docente e parcerias entre escola, indústria e universidades (Tan et al., 2018).

Já a Finlândia adota um modelo baseado em transversalidade curricular e aprendizagem por fenômenos (*phenomenon-based learning*), no qual a computação aparece integrada a temas como sustentabilidade, democracia e direitos digitais. A tecnologia é abordada não como fim, mas como meio para desenvolver pensamento crítico, criatividade e responsabilidade social (Salmon, 2019).

A OCDE, por sua vez, propõe um modelo educacional orientado para a construção de competências para a vida e o trabalho, com foco em resolução de problemas complexos, cidadania global e ética da tecnologia. Seu relatório *Future of Education and Skills 2030* defende a necessidade de currículos flexíveis, personalizáveis e com ênfase na aprendizagem ao longo da vida (OECD, 2020).

Essas iniciativas apontam caminhos possíveis para o Brasil na construção de um projeto formativo que prepare os estudantes para lidar com as incertezas e desafios do futuro, sem renunciar ao rigor conceitual, da experimentação prática e do compromisso ético.

A adaptação crítica desses modelos ao contexto brasileiro, respeitando suas particularidades socioculturais e econômicas, pode contribuir para consolidar uma educação em computação que seja, de fato, transformadora.

14.7. Conclusão: Caminhos para Transformação

A transformação da educação em computação, frente aos desafios contemporâneos e às profundas mudanças tecnológicas, não pode ser postergada. Ao longo deste estudo, argumentou-se que a centralidade do pensamento computacional, o avanço de tecnologias como a IA generativa e as exigências sociotécnicas do século XXI impõem a necessidade de um novo paradigma formativo.

Esse paradigma deve abandonar a dicotomia entre teoria e prática e promover, em seu lugar, uma abordagem integrada, crítica e ética da formação em computação.

A análise das tendências e limitações atuais, assim como dos modelos internacionais de sucesso, revela que uma educação computacional relevante deve ser construída sobre três fundamentos indissociáveis:

- (i) domínio conceitual e científico da computação;

- (ii) competência técnica alinhada às transformações tecnológicas emergentes;
e
- (iii) consciência ética e compromisso social com os impactos dos sistemas computacionais.

O desenvolvimento de currículos equilibrados, metodologias ativas, espaços formativos interdisciplinares e políticas educacionais inclusivas são elementos fundamentais para consolidar essa transformação.

Além disso, é necessário compreender que a formação em computação ultrapassa o campo da empregabilidade e da técnica. Trata-se, sobretudo, de formar sujeitos capazes de interpretar criticamente o mundo digital, de intervir na realidade com responsabilidade e de projetar futuros desejáveis com base em valores democráticos, equidade e justiça social.

A IA generativa, enquanto tecnologia disruptiva, oferece oportunidades inéditas de inovação, mas exige, para sua aplicação educativa, mediação humana qualificada e formação sólida dos educadores.

Cabe, portanto, à comunidade acadêmica, aos formuladores de políticas públicas, aos profissionais do setor produtivo e às instituições de ensino assumirem o compromisso coletivo de redefinir os rumos da educação em computação.

Essa tarefa demanda coragem para romper com modelos obsoletos, abertura para dialogar com outras áreas do saber e disposição para construir práticas pedagógicas que façam da computação uma ferramenta de emancipação e não de alienação.

Como provocação final, dispõe-se a pergunta: estaremos formando especialistas em ferramentas efêmeras ou pensadores computacionais capazes de imaginar, criar e transformar realidades? A resposta a essa questão delineará o futuro da educação e da própria sociedade em sua relação com a tecnologia.

Referências

- Bommasani, R., Zoph, B., Borgeaud, S. et al. (2022) “On the Opportunities and Risks of Foundation Models”, *Stanford Center for Research on Foundation Models (CRFM)*, <https://crfm.stanford.edu/report.html>, September.
- Brasil (2018) *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*, Ministério da Educação, Brasília.
- Chomsky, N. (2014) *Natureza humana: justiça vs. poder – o debate entre Chomsky e Foucault*, Editora WMF Martins Fontes, São Paulo.
- Denning, P. J. and Tedre, M. (2021) *Computational Thinking: A Philosophy of Education*, MIT Press, Cambridge.
- Fórum Econômico Mundial. (2023) *The Future of Jobs Report 2023*, World Economic Forum, Geneva. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>
- Hodel, D. and West, J. (2023) “Response: Emergent analogical reasoning in large language models”, *arXiv preprint*, arXiv:2308.16118. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2308.16118>

- Nascimento, E. S. de O., Oliveira, C. H. S. and Castro, M. F. de (2024) “Uso da inteligência artificial no ensino e avaliação do pensamento computacional: um mapeamento sistemático da literatura”, *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 22, n. 1, p. 295–307. DOI: 10.22456/1679-1916.141556.
- OECD (2020) *Future of Education and Skills 2030 – Conceptual Learning Framework*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Pereira, I. S. D. and Moura, S. A. (2023) “Theoretical Explorations and Opportunities for Curricular Integration of Artificial Intelligence (AI) Literacy in Basic Education”, *SciELO Preprints*. DOI:10.1590/SciELOPreprints.7294.
- Salmon, G. (2019) “May the Fourth Be with You: Finnish Phenomenon-Based Learning and the Force of Pedagogical Innovation”, *Journal of Educational Change*, v. 20, n. 1, p. 1–14.
- Tan, O. S., Toh, T. L. and Jamaludin, A. (2018) *Thinking Schools, Learning Nation: Contemporary Issues and Future Visions of Education in Singapore*, Springer, Singapore.
- Teixeira, I. A. S. (2020) *Desenvolvimento de Soft Skills em Estudantes de Computação: Um Estudo no Centro de Informática da UFPE*. Trabalho de Graduação, Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~tg/2020-2/TG_EC/tg_iast.pdf
- UNESCO (2024) *AI and Education: A Guide for Policy-makers and Educators*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. and Yadav, A. (2015) “Computational Thinking in Compulsory Education: Towards an Agenda for Research and Practice”, *Education and Information Technologies*, v. 20, p. 715–728.
- Webb, T., Holyoak, K. J. and Lu, H. (2023) “Emergent Analogical Reasoning in Large Language Models”, *Nature Human Behaviour*, v. 7, n. 9, p. 1526–1541. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41562-023-01659-w>
- Wing, J. M. (2006) “Computational Thinking”, *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33–35.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S. and Korb, J. T. (2016) “Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education”, *ACM Transactions on Computing Education*, v. 14, n. 1, p. 1–16.

Chapter

15

A educação na Cidade Inteligente: Inteligência Artificial e outras tecnologias computacionais como Ferramentas para a Construção de Perspectivas Futuras

Carla A. D. M. Delgado

Resumo

Enquanto as tecnologias computacionais inteligentes ganham espaço no cotidiano, diminui o interesse dos jovens pela educação formal e a percepção de não adequação desta ao mundo atual cresce. A crença de que as novas tecnologias de conectividade e inteligência artificial são recursos importantes para o desenvolvimento econômico, a melhoria da qualidade de vida e da sustentabilidade de uma sociedade é sintetizada no conceito de "cidade inteligente". Esta proposta discute o desafio de contextualizar a educação formal no cenário das tecnologias computacionais inteligentes, tanto do ponto de vista de seus conteúdos, práticas e rotinas, como de sua gestão e seu lugar na cidade inteligente.

Tópicos: Inteligência Artificial na educação; Computação na Educação Básica; Valorização da educação em Computação; A educação na "cidade inteligente".

15.1. Contextualização

Vários autores têm questionado o modelo escolar vigente e hipotetizado sobre mudanças para sua melhoria ([dos Santos Silva and Pontes 2023, Gonçalves and Faria Filho 2021, Shahidi Hamedani et al. 2024], para mencionar alguns). Esses questionamentos têm entre seus motivadores percepções de grande desinteresse dos jovens pela educação escolar e universitária e da não adaptação das propostas educativas à realidade atual. A inadequação da rotina escolar às expectativas dos jovens é uma das hipóteses levantadas.

Preparar as pessoas para a cidadania, para o convívio social e para a autonomia financeira são alguns dos propósitos importantes da educação formal. O relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI para a UNESCO¹ coloca

¹DELORS, J. et al. Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 1998.

que, para adequar-se ao mundo atual, a educação deve organizar-se em torno de quatro aprendizagens: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser”. Porém, a visão da comissão é que o ensino formal preocupa-se mais com as duas primeiras, ficando as demais em segundo plano. Considerando que, para o jovem, a percepção da importância das duas primeiras seja menos tangível que das duas últimas, as conclusões da comissão convergem com a impressão de desinteresse e desprestígio que a escola goza atualmente entre a maioria dos jovens estudantes e também de muitos pais. Observamos que o papel da escola tem sido questionado pela sociedade brasileira.

Ao longo dos últimos anos, observamos a escola adaptar-se à situação de que os estudantes usam recursos tecnológicos computacionais para o suporte à realização das tarefas escolares. Em um primeiro momento, trabalhos de pesquisa escolar começaram a se transformar em montagens de textos copiados e colados da internet. Em um momento posterior, serviços online podiam ser usados para resolver problemas de ciências e matemática de forma automática, ou para encontrar pessoas que prestassem o serviço de realizar a tarefa escolar para o aluno. Com a popularização de *smartphones* entre os jovens, a atenção às atividades escolares foi bastante prejudicada. Além de ser um distrator, o celular também interfere na rotina escolar como uma fonte de acesso a suporte indesejado, do ponto de vista didático, à realização das atividades escolares. Atualmente, é possível encontrar serviços de terceiros para escrever trabalhos escolares ou universitários inteiros. O avanço e a popularização da Inteligência Artificial Generativa tornaram este tipo de suporte ainda mais acessível.

Além da demanda por uma melhor contextualização tecnológica da educação formal, as IAs generativas evidenciam o descompasso entre as práticas didáticas tradicionalmente empregadas pelos docentes e a forma como os estudantes atribuem importância e significado a essas práticas. Atividades que antes eram comuns, como a busca de informações em livros e sua transcrição em cadernos, perderam relevância aos olhos dos estudantes com a popularização da internet e dos editores de texto, que introduziram o recurso do ‘copiar e colar’. No entanto, o objetivo pedagógico dessas atividades não se limitava à produção de um texto coerente, mas ao desenvolvimento de competências de pesquisa, compreensão e articulação de ideias. Atualmente, com a possibilidade de utilizar IAs generativas para sintetizar e reorganizar informações em diferentes formatos, esse tipo de prática didática tende a perder eficácia, sendo frequentemente contornada pelos estudantes que recorrem a essas ferramentas como atalho.

A questão central é que atividades didáticas são elaboradas para promover a aprendizagem dos estudantes. No entanto, muitos deles percebem que, se o computador é capaz de realizar uma tarefa, não há necessidade de aprendê-la. Esse equívoco era menos problemático quando as tarefas realizadas pelo computador eram mecânicas e repetitivas, e quando o domínio delas pelo estudante não constituía pré-requisito para atividades cognitivamente mais complexas, valorizadas no mercado de trabalho e imprescindíveis para o desenvolvimento do pensamento autônomo. Por mais que uma IA generativa seja capaz de fazê-lo, a prática de atividades que exigem identificar informações relevantes e articulá-las para a produção de novos conhecimentos ou conteúdos constitui um caminho para o desenvolvimento de competências e habilidades fundamentais para os estudantes, como a capacidade de raciocínio e argumentação, o pensamento crítico e o juízo de valor, entre muitas outras.

Considerando a percepção crescente da importância do ensino de computação na educação básica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017 [MEC 2017], incorporou o componente Computação como parte das competências a serem desenvolvidas na Educação Básica. A BNCC propõe que todos os estudantes desenvolvam habilidades relacionadas ao pensamento computacional, à cultura digital e à utilização ética e reflexiva das tecnologias.

Em 2022, o Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou o Documento Complementar de Computação à BNCC, que detalha o que os alunos devem aprender em termos de Computação desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Esse documento propõe um conjunto de competências e habilidades próprias da Computação, como o pensamento computacional, o letramento digital e a cultura digital. A abordagem proposta pela BNCC reforça o compromisso com uma educação que reconhece o papel das tecnologias digitais na formação integral dos sujeitos, respeitando a diversidade e promovendo a equidade. Vale ressaltar que, embora o tema IA não esteja no foco na BNCC-computação, este documento fornece uma base para o trabalho de todas as temáticas da computação.

Profissionais da educação buscam, incessantemente, alternativas para adaptar suas práticas didáticas ao contexto tecnológico dos seus alunos. Embora muitas opções de atividades e práticas didáticas estejam sendo propostas e empregadas, ainda não sabemos o que, de fato, gerará aprendizado significativo e relevante. A desconfiança no momento é grande: não apenas quanto ao uso da tecnologia na rotina escolar, mas também se os atuais jovens terão oportunidades no mercado profissional globalizado e "inteligente" que encontrarão em suas trajetórias.

Para além dos impactos da tecnologia na educação e no trabalho, existe a questão de como reverter o cenário de desinteresse pela educação formal, e se há relação entre este fator e as grandes transformações tecnológicas recentes. A dicotomia entre o desinteresse dos jovens pela escola e seu grande interesse por tecnologias como redes sociais e a produção de conteúdo com IAs generativas, bem como as reações negativas de muitos docentes ao advento e à popularização dessas mesmas tecnologias, sugere que a desconexão entre a rotina escolar e as tecnologias computacionais está, de algum modo, relacionada ao descrédito da educação formal percebido em nossa sociedade, ainda que não seja sua causa. Compreender quando e de que forma a Computação, a Inteligência Artificial e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) podem ser mobilizadas para alcançar objetivos educacionais tornou-se fundamental.

A crença de que as novas tecnologias de conectividade e Inteligência Artificial (IA) são recursos importantes para o desenvolvimento econômico, a melhoria da qualidade de vida e da sustentabilidade de uma sociedade é sintetizada no conceito de "cidade inteligente". Embora muito se fale sobre a área da saúde, do transporte e da distribuição de energia, pouco ou nada se discute sobre um projeto de evolução da educação formal para uma "cidade inteligente". Aqui, podemos pensar não apenas em impactos sobre as expectativas de aprendizagem, como também em práticas de aprendizagem e de gestão de recursos [Xará et al. 2023, Moraes et al. 2021, Ahmad et al. 2023]

15.2. O desafio

Apesar de fatos e informações confiáveis darem indícios concretos de que a educação formal aumenta as chances individuais de sucesso, isso não é percebido. Estudantes e pais criticam severamente a escola e a desprestigiam, apesar de, em sua maioria, não abrirem mão dela. Universitários buscam todo o tipo de atalho em suas formações, apesar de entenderem que o diploma abre portas no mundo profissional. De alguma forma, o imaginário social vê a educação formal como algo que mantém seu valor por tradição, e não por mérito. As tecnologias computacionais emergentes são a principal fonte de mudança de contexto que contribui para esse pensamento, e o entendimento das pessoas é que o mundo atual, fortemente influenciado por elas, não é o mundo para o qual a educação formal prepara as pessoas. Esta percepção, altamente difundida, não é assertiva. Desconstruí-la é um desafio importante para a educação e para a sociedade.

O desafio é contextualizar a educação formal neste novo cenário das tecnologias computacionais inteligentes, tanto do ponto de vista de seus conteúdos, práticas e rotinas, como de sua gestão e seu lugar na cidade inteligente, contribuindo assim para uma melhor percepção da sociedade quanto a adequação da educação formal às demandas contemporâneas.

A discussão de um projeto de educação para uma cidade inteligente é complexa, já que a educação, por si só, é complexa. Podemos elaborar algumas grandes questões para iniciar essa problematização:

- Como serão as oportunidades e desafios que os jovens de hoje encontrarão em um mundo profissional "inteligente e conectado"?
- Como a educação formal pode preparar os estudantes para este mundo?
- Como as tecnologias computacionais podem impactar positivamente as formas de aprendizagem e a gestão de recursos para a educação formal?
- Como a restrição à incorporação das novas tecnologias ao contexto escolar pode prejudicar a formação dos jovens para a plena existência em suas várias facetas, como social, afetiva, profissional e cidadã?
- Como as novas tecnologias contribuem para a percepção de baixa inadequação da educação formal ao mundo contemporâneo.

O aprofundamento dessa discussão deve abranger facetas diversas do processo educativo, como políticas, práticas, conteúdos e recursos. Podemos mapear alguns desdobramentos das grandes questões acima:

- Considerando os impactos de curto prazo nas rotinas escolares: Como aliar o uso das tecnologias computacionais às práticas didáticas? Como evitar que o uso da tecnologia interfira negativamente na realização de tarefas didáticas e consequentemente, no aprendizado?

- Considerando os impactos na IA na transformação do mundo contemporâneo: A IA passou a contribuir para a produção cultural. Como trabalhar a habilidade de ler este novo mundo?
- Considerando os recursos humanos para a educação: Como preparar professores para lidar com uma nova contextualização tecnológica da escola?
- Considerando a participação dos estudantes durante a educação formal: Como recuperar o apreço ao aprendizado e a confiança na educação formal, de forma que os jovens percebam o valor de realizar atividades com o simples (porém nobre) objetivo de aumentar seu acervo de conhecimentos e desenvolver suas próprias habilidades e competências, mesmo vivendo em um mundo onde as tecnologias proporcionam tantas facilidades?
- Considerando a percepção social sobre a educação formal: Como mudar a percepção da sociedade de que a escola não prepara os estudantes para o mundo conectado, digital e inteligente?
- Considerando a gestão da educação: Como a gestão da educação formal pode se beneficiar de recursos computacionais inteligentes, como a Inteligência Artificial e a análise de dados, para otimizar seus recursos e resultados?
- Considerando a segurança e proteção dos alunos: Como o uso de redes sociais regidas por algoritmos que maximizam a viralização de conteúdos independente de sua qualidade ou veracidade pode prejudicar o aprendizado dos estudantes e sua preparação para a vida profissional, social e cidadã? Como preparar crianças e jovens para lidar com as questões de ética, privacidade e segurança que já estão presentes nas rotinas digitais de cada faixa etária e estarem adequadamente seguras e amparadas no mundo altamente conectado e agenciado não apenas por pessoas e instituições com interesses próprios, mas também por tecnologias?

15.3. Tendências

Uma melhor contextualização tecnológica da rotina e das práticas escolares é uma tendência que pode contribuir muito para o aumento da confiança na educação formal e para o resgate do seu valor social [Shahidi Hamedani et al. 2024, Ahmad et al. 2023]. Esse é um processo em curso, porém ainda há muito a avançar, evitando-se, porém, incorrer na tendência de focar mais na tecnologia em si e por si do que nas demandas atuais da educação [Moran 2015].

15.3.1. Formação de professores

Uma tendência é a necessidade de melhoria da formação de professores de todas as áreas em competências em computação. Essa melhoria irá corroborar para o desenho de estratégias para uma melhor contextualização da educação formal no mundo digital, conectado e inteligente. A recente aprovação pelo MEC do Programa de Mestrado Profissional em Educação de Computação em Rede Nacional (PROFCOMP) é uma evidência dessa tendência [MEC 2025]. O PROFCOMP tem como missão formar e qualificar professores para o ensino de Computação na Educação Básica, fortalecendo a presença da Computação

nos currículos escolares e contribuindo para a democratização do acesso ao pensamento computacional e ao letramento digital.

Assim como as práticas docentes foram modificadas pelo advento de TDICs anteriores, como a internet, as IAs generativas também terão seu impacto nas atividades didáticas. E os avanços tecnológicos não vão parar nesse ponto. É fundamental que os professores tenham acesso a formações que contemplem o diálogo com aspectos teóricos e práticos da Computação, respeitando as especificidades de cada área de conhecimento [Valente et al. 2020, de Souza Pereira et al. 2021, Brackmann 2017]. Desconsiderar essas diretrizes pode resultar em uma defasagem entre a formação docente e as exigências do currículo escolar nacional, comprometendo a equidade no acesso ao conhecimento tecnológico e a formação integral dos estudantes da Educação Básica.

A discussão em torno das oportunidades e desafios já está posta aos professores em atividade. Há uma necessidade já identificada por oportunidades de formação continuada. Faz-se visível também a necessidade de contemplar todas essas questões na formação inicial dos professores, permitindo que estes consigam se colocar plenamente no seu campo de atuação. É importante ressaltar que a formação de professores para lidar com essas tecnologias deve dar conta da dimensão técnica, mas não deve se restringir a isso. É essencial que os cursos de formação de professores promovam debates sobre as implicações sociais, políticas e pedagógicas da adoção tecnológica na escola. É necessário compreender como essas tecnologias se articulam com o currículo, como promover práticas pedagógicas significativas e como lidar com questões éticas e as relacionadas no contexto escolar.

Ao preparar professores para lidar com essas tecnologias de maneira crítica, ética e criativa, contribuimos para a construção de uma escola mais justa, inovadora e alinhada com os desafios do século XXI. Para além disso, e ainda mais importante, contribuimos para termos estes atores aptos e empoderados para contribuir para o debate de como a educação formal fará parte da cidade inteligente.

15.3.2. Espaços tecnológicos nas escolas brasileiras

Nos últimos anos, escolas públicas e privadas em todo o Brasil têm investido na criação de ambientes educacionais inovadores, como laboratórios *maker*, salas *Cria*, espaços de robótica educacional e outras estruturas voltadas à experimentação, criatividade e aprendizagem ativa. Tais iniciativas refletem o avanço da cultura digital no contexto escolar [Papert 1980, Almeida and Lima 2022, Alves et al. 2021].

Para que esses ambientes sejam efetivamente integrados ao currículo, a pedagogia e a didática deve ser articulada com o domínio crítico das tecnologias digitais e dos princípios da cultura *maker* [Morandi and Silva 2020, Silva and Morandi 2020]. Relatos de experiência têm destacado os avanços e desafios dessa integração [Instituto Catalisador 2020, SESI-SP 2021].

Documentos orientadores, como o *Marco de Referência de Competências Digitais para Professores* (DigCompEdu), publicado pela União Europeia e adaptado por iniciativas brasileiras, oferecem subsídios para delinear as habilidades necessárias ao trabalho docente nesses contextos [Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa 2022].

15.4. Inteligência Artificial na educação

O uso da IA no contexto educacional não é um fenômeno recente. Desde as primeiras tentativas de automatizar o ensino por meio de sistemas tutoriais inteligentes nas décadas de 1960 e 1970, a aplicação da IA na educação teve momentos de mais ou menos interesse por parte dos atores desse contexto, mas nunca parou de evoluir. Inicialmente voltada para a instrução individual e o acompanhamento do desempenho dos estudantes, a IA tem ampliado seu escopo de aplicação na educação, principalmente em cenários onde há intermediação computacional da situação de aprendizagem ou nos quais grande parte dos dados da situação educativa já está digitalizada. Essa trajetória reflete uma combinação dos avanços no campo tecnológico e das mudanças nos paradigmas educacionais, que passaram a valorizar cada vez mais as pessoas e as situações de aprendizagem, abrindo caminho para uma educação mais equitativa, colaborativa, empoderadora e inclusiva.

Além das especificidades dos contextos tecnológicos e educacionais, outro aspecto a ser considerado é a implementação das trajetórias formativas, desde a infância até a plena atuação profissional dos indivíduos. No Brasil, como em vários outros países, a educação básica está amplamente a cargo do Estado e é por ele organizada. A pressão por um processo formativo eficiente em termos de tempo e de custos é também uma demanda válida, porém ortogonal ao entendimento de que a educação deve valorizar o indivíduo e sua integração livre e crítica na sociedade e no mundo. A qualidade da educação requer investimento, e investimento demanda vontade política.

Com a ascensão de tecnologias como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e, mais recentemente, as IAs generativas, novos desafios e possibilidades emergem. A IA passa a ser vista como um dos instrumentos que podem contribuir para atender a essa ampla gama de demandas e expectativas consideradas relevantes atualmente, mas traz riscos que precisam ser entendidos e mitigados.

Compreender as tensões que envolvem a incorporação da IA na educação é essencial para o uso coerente, contextualizado e socialmente relevante dessa tecnologia. Paralelamente, é fundamental reconhecer as oportunidades que as tecnologias baseadas em IA oferecem atualmente, como a personalização do aprendizado, permitindo trajetórias adaptadas ao ritmo e estilo de cada aluno; a promoção da dialogicidade, por meio de interações mais ricas e responsivas com os sistemas educativos; e o uso de modelos preditivos, capazes de identificar padrões de comportamento e desempenho que podem antecipar dificuldades, apoiando intervenções pedagógicas mais precisas e oportunas.

15.5. Relevância e impactos do desafio na sociedade

A educação formal é um dos pilares sócio-culturais da atualidade, e consome muitos recursos. A tensão entre a sociedade e a educação formal há muito dá seus sinais. Sendo a educação formal obrigatória em muitos países, e um pré-requisito importante para acesso ao mundo profissional, o seu desprestígio põe em xeque a ordem sócio-cultural vigente, o que impacta também a ordem econômica. Evidências do baixo valor dado atualmente ao conhecimento são as *fakenews* e o aumento de prestígio de profissionais não capacitados e práticas charlatãs no mundo digital, o que vem prejudicando o avanço social e o bem-estar das pessoas. Reconhecer que uma melhor contextualização tecnológica da educação formal pode contribuir para reverter o cenário de desconfiança e desprestígio

representa um avanço significativo, na medida em que estabelece uma direção clara para a mobilização de esforços.

Assim como se espera que tecnologias de conectividade e inteligência artificial sejam aliados importantes na evolução de áreas essenciais como saúde, mobilidade e energia, estas tecnologias também têm muito a aportar à educação. A convergência de esforços de profissionais de várias áreas, incluindo computação, educação, ciências da saúde e ciências sociais, será essencial para evoluir o entendimento dos impactos das novas tecnologias para o aprendizado e a colocação profissional e social dos jovens neste novo mundo.

Uma mudança grande é esperada na educação formal. É possível que o cenário profissional mude intensamente. Lidar com tecnologias elaboradas requer conhecimento e competências críticas tão ou mais elaboradas. Logo, prover formações rasas e imediatistas aos estudantes não será boa opção. A educação formal será, mais do que nunca, um recurso poderoso para o sucesso pessoal e profissional. Profissionais de diversas áreas devem buscar uma melhor compreensão do impacto das tecnologias emergentes na sociedade, e a escola deve reconhecer estes conhecimentos e abrir espaço pra eles em sua rotina. Isso requer aceitar a inclusão de conteúdos, habilidades e competências em computação no rol de conhecimentos essenciais, e não acessórios, para a formação do indivíduo.

Numa visão otimista de futuro, onde educadores estarão empoderados com competências digitais de forma crítica e responsável, pode ocorrer uma valorização da carreira docente, o que contribuiria para o resgate do prestígio e da confiança da educação formal. Mantendo a visão otimista, o receio da IA substituir as pessoas é um inimigo poderoso da onda de desprestígio da educação. A demanda por uma atuação profissional mais qualificada, responsável e consciente aumenta. Os estudantes e futuros profissionais terão que se sair melhor do que uma IA em suas tarefas produtivas (em qualquer campo) para terem sucesso profissional. E há um agravante – a IA está evoluindo. O reconhecimento destes fatores pode levar a uma desejada parceria entre estudantes e professores no processo ensino-aprendizagem, calcada em respeito e confiança mútuos. Estes são justamente os valores que as teorias educacionais modernas reconhecem como essenciais para a dinâmica da aprendizagem.

A IA será uma ferramenta para melhor entender os processos de aprendizagem e melhor gerir os investimentos e recursos na educação. Podemos alcançar coisas impensáveis anteriormente! Porém, investimentos em ações com propósitos significativos são necessários. Investimentos em ações com propósitos dispersos, não prioritários ou desarticulados de embasamento e continuidade trarão baixo retorno. Vale ressaltar que a escola é a única instituição capaz de implementar as mudanças necessárias. Para isso, será necessário reconhecer a tensão e a desconfiança que atrapalham a sua aceitação social e o interesse dos alunos, e mitigá-la ativamente. Será importante mitigar os riscos que permeiam a implementação de IA em qualquer área, como evitar a transferência de responsabilidades. O uso da IA deve estar vinculado à ação decisória de pessoas capacitadas e responsáveis. É primordial não inibir os fazeres humanos, e sim buscar a dialogicidade com a IA e os recursos computacionais, além de investir em identificar os possíveis vieses e ter políticas para sua mitigação.

Referências

- [Ahmad et al. 2023] Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., and Whangbo, T. (2023). Education 5.0: Requirements, enabling technologies, and future directions.
- [Almeida and Lima 2022] Almeida, F. G. d. and Lima, M. S. (2022). Espaços maker e a transformação da prática docente. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30(1):1–20.
- [Alves et al. 2021] Alves, A. d. O., Araújo, L. d. C., and Amaral, E. O. (2021). Espaços maker como territórios de formação docente: experiências no contexto do ensino fundamental. In *Anais do Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software (WASHES)*, pages 21–30, Porto Alegre. SBC.
- [Brackmann 2017] Brackmann, C. P. (2017). *Pensamento Computacional Desplugado: uma proposta de abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [de Souza Pereira et al. 2021] de Souza Pereira, L. C., Fragni, R. M., and Moro, C. M. C. (2021). Ensino de computação na educação básica: uma análise das propostas pedagógicas dos cursos de licenciatura em computação no brasil. In *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 41–50, Online. SBC.
- [dos Santos Silva and Pontes 2023] dos Santos Silva, J. C. and Pontes, E. A. S. (2023). O ensino médio integrado e suas formas: conceitos e questionamentos. *Revista Contemporânea*, 3(07):8902–8917.
- [Gonçalves and Faria Filho 2021] Gonçalves, I. A. and Faria Filho, L. M. d. (2021). Tecnologias e educação escolar: a escola pode ser contemporânea do seu tempo? *Educação & Sociedade*, 42:e252589.
- [Instituto Catalisador 2020] Instituto Catalisador (2020). Laboratórios de aprendizagem criativa: relato de experiências em escolas públicas de são paulo. Technical report, Instituto Catalisador, São Paulo. Acesso em: 30 maio 2025.
- [MEC 2017] MEC (2017). Base nacional comum curricular. Acesso em: 22 maio 2025.
- [MEC 2025] MEC (2025). Portaria MEC nº 213, de 20 de março de 2025. Diário Oficial da União, seção 1, edição 55, página 24. Reconhece o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Computação (PROFCOMP).
- [Moraes et al. 2021] Moraes, L. O., Pedreira, C. E., Delgado, C., and Freire, J. P. (2021). Supporting decisions using educational data analysis. In *Anais Estendidos do XXVII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*, pages 99–102, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Moran 2015] Moran, J. M. (2015). *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Papirus.

- [Morandi and Silva 2020] Morandi, B. and Silva, J. P. d. (2020). Formação docente na cultura digital: práticas pedagógicas em espaços maker. In *Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 150–159, Porto Alegre. SBC.
- [Papert 1980] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, New York.
- [Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa 2022] Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa (2022). Digcompedu brasil: Competências digitais para educadores. <https://aprendizagemcriativa.org/digcompedu>. Acesso em: 30 maio 2025.
- [SESI-SP 2021] SESI-SP (2021). Escola criativa: espaços tecnológicos e formação docente. <https://www.sesisp.org.br/escolacriativa>. Acesso em: 30 maio 2025.
- [Shahidi Hamedani et al. 2024] Shahidi Hamedani, S., Aslam, S., Mundher Oraibi, B. A., Wah, Y. B., and Shahidi Hamedani, S. (2024). Transitioning towards tomorrow’s workforce: Education 5.0 in the landscape of society 5.0: A systematic literature review. *Education Sciences*, 14(10).
- [Silva and Morandi 2020] Silva, R. M. d. and Morandi, B. (2020). Laboratório maker como ambiente de formação docente: possibilidades para a cultura digital na escola pública. In *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 70–79, Porto Alegre. SBC.
- [Valente et al. 2020] Valente, J. A., Demo, G., Barbosa, E. F., and de Oliveira, M. A. M. (2020). Computação na educação básica: uma proposta de diretrizes curriculares nacionais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28(1):295–320.
- [Xará et al. 2023] Xará, G., Moraes, L., Delgado, C., Freire, J., and Farias, C. (2023). Dealing with a large number of students and inequality when teaching programming in higher education. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 1230–1242, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Sobre a proponente:

Carla Delgado é professora do Instituto de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro desde 2011, onde atualmente exerce o cargo de vice-diretora. Além de sua atuação constante nos cursos de graduação em Ciência da Computação e Bacharelado em Ciências Matemáticas e da Terra (ênfase em suporte à decisão), atua também no ensino de programação para estudantes de vários cursos da UFRJ e em ações de extensão. É membro do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI-UFRJ). Lidera e participa de projetos de aplicação de inteligência artificial e análise de dados principalmente na área de educação. Seus interesses de pesquisa incluem também o uso de tecnologias na educação e o ensino de computação. Além de formação completa em computação (bacharelado, mestrado e doutorado) finalizada em 2008, concluiu em 2023 uma graduação em pedagogia.

(CV: <http://lattes.cnpq.br/3831909651244142>)

(email: carla@ic.ufrj.br).

Capítulo

16

Construindo Mentes Preparadas para o Futuro: O Poder de um Currículo Dinâmico de Ciência da Computação

José Palazzo Moreira de Oliveira

Resumo

Um erro comum, especialmente no campo da Ciência da Computação, é acreditar que o currículo deva estar sempre rigorosamente alinhado com as tendências tecnológicas mais recentes. No entanto, a educação, em sua essência, tem como principal objetivo transmitir conhecimentos e competências fundamentais que continuam a ser relevantes à medida que a tecnologia avança. Na ciência da computação, certos conceitos-chave – como algoritmos, programação, ciência de dados, ética tecnológica e inteligência artificial – ultrapassam a esfera de ferramentas e tecnologias específicas. Esses princípios básicos proporcionam uma fundação sólida para os alunos, permitindo-lhes aplicar esses conhecimentos, independentemente das mudanças no cenário tecnológico. O verdadeiro valor de um currículo dinâmico e evolutivo está em sua capacidade de expandir esses conceitos fundamentais, garantindo que os alunos não apenas dominem as tecnologias atuais, mas também desenvolvam a habilidade de se adaptarem e aprenderem novas ferramentas à medida que surgem. Um currículo dinâmico não é apenas um reflexo da evolução tecnológica, mas um caminho para manter os estudantes engajados, criativos e prontos para liderar inovações. Essa abordagem garante que, à medida que novas tendências emergem, os alunos estejam equipados com as capacidades intelectuais e adaptativas necessárias para moldar o futuro da tecnologia, em vez de apenas segui-lo.

16.1 Introdução

A formação tecnológica tradicional, fortemente influenciada pelo modelo da Engenharia, tem historicamente se apoiado em um currículo rigidamente estruturado, ancorado em um núcleo científico básico ministrado nos primeiros anos do curso. Durante esse período, os estudantes recebem uma formação teórica sólida em disciplinas como matemática, física e lógica, concebida para fornecer uma base robusta sobre a qual se edificam os conhecimentos técnicos mais avançados. No entanto, essa estrutura sequencial pode retardar o contato dos alunos com práticas profissionais concretas, gerando frustração entre aqueles que almejam uma inserção mais célere no mercado de trabalho.

Embora as universidades mantenham seu compromisso com a preservação e a transmissão dos fundamentos científicos e históricos que sustentam a tecnologia, é fundamental reconhecer que a simples manutenção de um currículo estático se mostra insuficiente diante da rapidez com que surgem novas ferramentas, linguagens e paradigmas. A verdadeira força de um currículo acadêmico está, portanto, não apenas na solidez de sua base científica, mas em sua capacidade de evolução contínua, garantindo que os estudantes adquiram não apenas competências técnicas atuais, mas também habilidades intelectuais e adaptativas que os preparem para aprender continuamente ao longo da vida.

Nesse contexto, observa-se o crescimento de modalidades de ensino pragmáticas, como os *bootcamps* e faculdades corporativas, cujo foco está no desenvolvimento de competências práticas e especializadas, com ênfase em demandas imediatas do mercado. Esses formatos flexibilizam o tempo de formação e priorizam a empregabilidade, o que atrai um público interessado em soluções formativas rápidas e eficazes. Tal diferenciação evidencia um desalinhamento entre os currículos universitários tradicionais e as expectativas de parte do mercado de trabalho técnico. As universidades, ao priorizarem a profundidade e a capacidade crítica, preparam profissionais aptos a compreender e transformar a tecnologia. Contudo, para manter sua relevância e cumprir sua missão formativa, é imprescindível que elas incorporem, de forma consciente e estratégica, elementos de um currículo dinâmico, aquele que acompanha a evolução tecnológica, promove o engajamento criativo dos estudantes e os prepara para liderar a inovação, e não apenas segui-la. Isso requer um diálogo mais estreito com os setores produtivos, visando ajustar práticas pedagógicas e percursos formativos sem comprometer os valores acadêmicos fundamentais.

16.2 Conceitos básicos atemporais em ciência da computação

Diante da aceleração contínua das transformações tecnológicas e das mudanças nas formas de produzir, acessar e aplicar o conhecimento, torna-se imperativo repensar os currículos de Ciência da Computação com base em uma lógica dinâmica, adaptável e centrada na formação de profissionais capazes de atuar em contextos complexos e em permanente evolução. Contudo, é fundamental assegurar, como ponto de partida, a consolidação de conteúdos básicos e estruturantes, tais como fundamentos de lógica, algoritmos, estruturas de dados, arquitetura de computadores e matemática, que constituem a base conceitual indispensável para qualquer aprofundamento técnico ou inovação posterior. A construção de um currículo dinâmico não pode prescindir desse alicerce, sob pena de comprometer a solidez formativa e a capacidade dos estudantes de compreender e dominar os avanços tecnológicos que se seguirão. Trata-se, portanto, de conjugar solidez nos fundamentos com flexibilidade e atualização permanente, promovendo uma formação ao mesmo tempo robusta e responsiva às transformações do mundo digital.

Um dos pilares centrais do ensino da ciência da computação são os **algoritmos**. Os algoritmos constituem a base de como resolvemos problemas usando computadores, e os princípios que regem sua eficiência, como complexidade de tempo e complexidade de espaço, são universais. Esteja o aluno aprendendo sobre algoritmos por meio de *Python*, *Java* ou *C++*, a lógica por trás da classificação de dados ou da otimização de um processo é a mesma. A compreensão dos algoritmos não está vinculada a nenhuma

linguagem ou plataforma de programação específica; é um conceito fundamental que permanece relevante ao longo do tempo.

Da mesma forma, as próprias **linguagens de programação** são transitórias, mas as habilidades e a lógica necessárias para codificar não são. Quando os alunos aprendem a programar, eles adquirem uma forma de pensar que pode ser transferida para qualquer linguagem. Conceitos como *loops*, condicionais, funções e programação orientada a objetos permanecem consistentes, independentemente de o aluno estar usando *Python*, *JavaScript* ou qualquer outra linguagem. O que é essencial é aprender como abordar problemas de forma computacional e lógica, em vez de focar no domínio da sintaxe de uma linguagem específica que pode ficar obsoleta em alguns anos.

Os **dados e a ciência de dados** estão no centro de muitos desenvolvimentos tecnológicos atualmente. Os dados estão em toda parte, e a capacidade de coletá-los, analisá-los e interpretá-los é uma habilidade crítica que atravessa indústrias e setores. Esteja o aluno trabalhando com *big data*, aprendizado de máquina ou análise estatística simples, as ideias centrais por trás da ciência de dados permanecem constantes. Os alunos precisam entender como fazer perguntas significativas sobre seus dados e usar métodos lógicos e estatísticos para encontrar respostas. As ferramentas utilizadas para trabalhar com dados podem mudar – novos softwares, novas linguagens – mas as competências fundamentais de interpretação e utilização eficaz dos dados são intemporais.

A **ética na tecnologia** é outra área onde os princípios permanecem os mesmos, mesmo à medida que a tecnologia evolui. As discussões sobre privacidade, segurança de dados e as implicações éticas da IA estão em curso há décadas e estes tópicos continuarão a ser relevantes. À medida que surgem novas tecnologias, como o reconhecimento facial ou a IA generativa, as preocupações éticas adaptar-se-ão para enfrentar estes novos desafios, mas as questões subjacentes sobre justiça, transparência e responsabilidade permanecem constantes. Educar os alunos sobre as considerações éticas em torno da tecnologia prepara-os para pensar criticamente sobre os impactos sociais das ferramentas que desenvolvem e utilizam.

Finalmente, a **inteligência artificial (IA)** é um campo em rápido avanço, mas os conceitos centrais por trás da IA permaneceram estáveis. Algoritmos de aprendizado de máquina, redes neurais e técnicas de processamento de linguagem natural estão evoluindo, mas o conhecimento fundamental de como as máquinas aprendem e tomam decisões permanece o mesmo. Os alunos precisam de compreender estes conceitos básicos para se adaptarem aos novos desenvolvimentos da IA, e compreender as implicações éticas da IA é tão importante como compreender os seus aspectos técnicos.

16.3 A vantagem de um currículo dinâmico

A educação superior tem ocupado posição central nos debates sobre o desenvolvimento sustentável das nações, especialmente diante das transformações aceleradas que caracterizam o mundo contemporâneo. Em resposta a esse cenário, diferentes países têm concebido e testado alternativas educacionais que variam quanto à estrutura curricular, às metodologias de ensino, ao grau de articulação com o mercado de trabalho e ao incentivo à inovação e ao empreendedorismo. Alguns sistemas têm priorizado a flexibilidade e a

personalização dos percursos formativos, permitindo que os estudantes adaptem sua trajetória às próprias aspirações profissionais. Outros, ao contrário, mantêm currículos mais rígidos e tradicionais, baseados em fundamentos científicos sólidos e na valorização da formação teórica.

O objetivo desta proposta é oferecer práticas educacionais relevantes que possam contribuir para a formulação de um modelo brasileiro de Ensino Superior capaz de preservar a qualidade acadêmica e, simultaneamente, responder às novas demandas sociais, econômicas e tecnológicas. Parte-se do princípio de que um currículo dinâmico e evolutivo deve combinar a solidez conceitual da formação universitária com a capacidade de preparar os estudantes para contextos em constante mudança. Essa combinação requer um equilíbrio entre inovação e tradição, visando tanto a empregabilidade quanto a formação cidadã e crítica.

A proposta resultante dessa análise busca ser sensível às particularidades históricas, culturais e institucionais do Brasil, incorporando elementos eficazes de outros contextos sem abdicar da responsabilidade de formar profissionais intelectualmente autônomos, criativos e socialmente comprometidos. Ao alinhar-se com as melhores práticas internacionais, essa proposta visa contribuir para o fortalecimento do sistema educacional brasileiro, assegurando que ele seja capaz de preparar indivíduos aptos a liderar processos de transformação em um mundo cada vez mais interdependente, complexo e desafiador.

Em vez de ver a rápida evolução da tecnologia como um problema, ela deve ser vista como uma oportunidade. A ciência da computação, ao contrário de muitas outras disciplinas, prospera com a mudança. Nas disciplinas mais tradicionais, como matemática ou história, o currículo pode permanecer praticamente inalterado durante décadas. Esta abordagem estática pode por vezes levar os alunos a questionar a relevância do que estão a aprender. Em contraste, um currículo dinâmico de ciência da computação reflete o ritmo real das mudanças tecnológicas e mantém os alunos engajados.

Um currículo que evolui junto com a tecnologia traz uma série de benefícios. Primeiro, garante que os alunos estão aprendendo **habilidades relevantes** que podem aplicar imediatamente em ambientes do mundo real. À medida que as tecnologias evoluem, o currículo pode ser ajustado para incorporar as mais recentes ferramentas, técnicas e abordagens, proporcionando aos alunos uma vantagem no mercado de trabalho.

Em segundo lugar, um currículo dinâmico aumenta **o envolvimento**. O rápido desenvolvimento de novas tecnologias entusiasma os alunos, incentivando-os a permanecer curiosos e ansiosos por aprender. Quando os alunos sabem que estão estudando tecnologias de ponta com aplicações no mundo real, é mais provável que invistam em sua educação.

Terceiro, esta abordagem promove a **adaptabilidade**. Ensinar os alunos em um ambiente em constante evolução os prepara para se adaptarem rapidamente a novas tecnologias e ideias, uma habilidade que é crucial na força de trabalho atual. À medida que a tecnologia continua a mudar a um ritmo rápido, a capacidade de aprender e de se adaptar é mais importante do que dominar qualquer ferramenta ou plataforma.

Finalmente, um currículo dinâmico incentiva a **resolução de problemas** e o **pensamento crítico**. À medida que os alunos são constantemente expostos a novos desafios e ferramentas, aprendem a abordar problemas com flexibilidade e criatividade. Esta mentalidade de aprendizagem e inovação contínuas é essencial não apenas no mundo da tecnologia, mas em qualquer carreira que valorize as competências de resolução de problemas.

16.4 Proposta de um currículo dinâmico

Propõe-se a implantação de um currículo dinâmico para cursos de Ciência da Computação, concebido com base em princípios de adaptabilidade, inovação pedagógica e alinhamento com as transformações tecnológicas contemporâneas. O objetivo central é estabelecer uma estrutura formativa que responda, de maneira ágil e criteriosa, às tendências emergentes da área, às necessidades formativas dos estudantes e às exigências do mercado profissional, sem renunciar ao rigor acadêmico e à solidez conceitual que caracterizam o ensino universitário de excelência. A implantação desse modelo deverá ser acompanhada de um sistema de monitoramento baseado em indicadores quantitativos e qualitativos, capazes de avaliar a efetividade das mudanças propostas e orientar decisões futuras. A proposta visa não apenas modernizar o ensino de Ciência da Computação, mas reposicionar os cursos como ambientes formativos de excelência, conectados à realidade social, tecnológica e econômica.

16.4.1 Adaptabilidade Curricular

- Atualizações em tempo real: O currículo evolui rapidamente em resposta aos novos desenvolvimentos na área (por exemplo, IA, *blockchain*, computação quântica)?
- Estrutura Modular: O curso está estruturado em módulos que podem ser facilmente atualizados ou substituídos sem revisar todo o currículo?
- Tópicos emergentes: Os tópicos novos e de tendência são regularmente integrados ao curso?
- Integração Interdisciplinar: O curso permite a integração com áreas relacionadas, como ciência de dados, segurança cibernética ou design?

Dados para estudar:

- Frequência das atualizações curriculares.
- Inclusão de tecnologias e conceitos emergentes.
- Flexibilidade na estrutura do curso (modular, temático).

16.4.2 Formato de aprendizagem e envolvimento

- Aprendizagem combinada: O curso oferece uma combinação de aprendizagem online, presencial e híbrida que se adapta às diferentes preferências dos alunos?
- Componentes interativos: Existem elementos dinâmicos, como sessões de codificação em tempo real, solução colaborativa de problemas ou *feedback* ao vivo do projeto?

- Acesso flexível: Os alunos podem interagir com o material em seu próprio ritmo, com palestras e recursos sob demanda?

Dados para estudar:

- Taxas de participação em sessões ao vivo versus sessões gravadas.
- Utilização de elementos interativos (*live coding*, trabalho em grupo).
- Métricas de engajamento de plataformas online.

16.4.3 Flexibilidade centrada no aluno

- Caminhos de aprendizagem personalizáveis: Os alunos podem adaptar o curso aos seus interesses e objetivos de carreira, escolhendo entre vários cursos (por exemplo, desenvolvimento de software, IA, segurança cibernética)?
- Opções de ritmo: o curso oferece aprendizado individualizado ou trilhas aceleradas?
- Adaptabilidade às origens: É acessível a estudantes de diversas origens acadêmicas e profissionais?

Dados para estudar:

- Inscrição de alunos em diferentes faixas de aprendizagem.
- Tempos de conclusão para diferentes opções de ritmo.
- Demografia e origens dos alunos.

16.4.4 Relevância no mundo real

- Parcerias da indústria: O curso inclui colaboração com líderes da indústria para projetos ou estágios do mundo real?
- Aprendizagem Baseada em Projetos: Os alunos estão trabalhando em projetos dinâmicos e do mundo real que mudam à medida que o cenário tecnológico evolui?
- Projetos finais: Os alunos são obrigados a concluir projetos importantes relevantes para o setor que reflitam as tendências e desafios atuais?

Dados para estudar:

- *Feedback* de parceiros da indústria sobre a relevância do projeto.
- Exemplos de projetos estudantis e resultados finais.
- Resultados de pós-graduação em indústrias de tecnologia.

16.4.5 Flexibilidade de avaliação

- Métodos de avaliação dinâmica: Existem várias maneiras de avaliar o desempenho dos alunos (por exemplo, avaliações por pares, autoavaliações, desafios de codificação)?
- *Feedback* contínuo: O curso oferece *feedback* em tempo real sobre tarefas e projetos para ajudar os alunos a melhorar de forma dinâmica?

- Teste Prático: Os alunos são avaliados através de tarefas do mundo real (por exemplo, construção de aplicações, resolução de problemas) em vez de apenas exames teóricos?

Dados para estudar:

- Tipos de avaliações utilizadas (projetos de codificação, *feedback* de pares, avaliações finais).
- Frequência e oportunidade do *feedback*.
- Dados de desempenho dos alunos nas avaliações práticas versus teóricas.

16.4.6 Tecnologia e Inovação

- Ferramentas de última geração: O curso fornece acesso às ferramentas, plataformas e softwares mais recentes (por exemplo, computação em nuvem, estruturas de aprendizado de máquina)?
- Treinamento prático em tecnologia: Os alunos estão ganhando experiência prática com tecnologias de ponta que estão mudando rapidamente?
- Plataformas Abertas: O curso utiliza software de código aberto e incentiva a inovação por meio de estruturas de tecnologia flexíveis?

Dados para estudar:

- Lista de tecnologias e plataformas utilizadas no curso.
- *Feedback* dos alunos sobre a eficácia do treinamento prático.
- Tendências nas demandas de tecnologia no mercado de trabalho.

16.4.7 Interação entre professores e colegas

- Experiência Dinâmica: Os membros do corpo docente estão atualizados com as últimas tendências do setor e ativamente envolvidos em pesquisas ou trabalho profissional?
- Aprendizagem Colaborativa: O curso incentiva a colaboração entre os alunos por meio de avaliações por pares, projetos em grupo ou desafios de codificação?
- Acessibilidade e Orientação: Os instrutores e mentores estão disponíveis para suporte e *feedback* em tempo real?

Dados para estudar:

- Envolvimento do corpo docente em pesquisa ou indústria.
- *Feedback* sobre colaboração entre pares e projetos de grupo.
- Satisfação dos alunos com a acessibilidade do corpo docente.

16.4.8 Resultados e adaptabilidade às necessidades da indústria

- Relevância no mercado de trabalho: Os graduados do curso estão em alta demanda por funções que reflitam as últimas tendências do setor?

- Oportunidades de aprendizagem ao longo da vida: O curso oferece caminhos para aprendizagem contínua ou especialização à medida que a tecnologia evolui?
- Foco Empreendedor: O curso fornece habilidades para estudantes interessados em iniciar seus próprios empreendimentos tecnológicos?

Dados para estudar:

- Taxas de emprego e tipos de funções garantidas pelos graduados.
- *Feedback* de ex-alunos sobre relevância do trabalho e progressão na carreira.
- Estatísticas sobre educação continuada ou empreendimentos empresariais.

Ao coletar e analisar esses dados, é possível avaliar com eficácia até que ponto um curso dinâmico de ciência da computação se adapta às necessidades dos alunos e às mudanças rápidas na tecnologia e no mercado de trabalho. Isso ajuda a garantir que o curso permaneça relevante e responda às tendências emergentes.

16.5 Conclusões

A proposta delineada demonstra significativa capacidade de transformação do ensino de Computação, ao articular princípios de flexibilidade curricular, inovação pedagógica e integração com as demandas reais do setor tecnológico. Ao substituir a rigidez estrutural de currículos tradicionais por uma abordagem modular, atualizável e interdisciplinar, abre-se espaço para uma formação mais responsiva às rápidas mudanças no campo da Computação, tais como os avanços em inteligência artificial, computação quântica e *blockchain*. Essa adaptabilidade curricular favorece a inserção tempestiva de tópicos emergentes e promove uma formação contínua, capaz de preparar os estudantes não apenas para as tecnologias do presente, mas sobretudo para aquelas que ainda estão por vir.

Outro aspecto relevante reside na adoção de formatos de aprendizagem híbridos e centrados no aluno, com forte ênfase em metodologias ativas e componentes interativos. Essa reconfiguração pedagógica possibilita maior engajamento, promove a autonomia dos discentes e respeita diferentes estilos e ritmos de aprendizagem, ao mesmo tempo em que amplia o alcance da formação por meio do uso de recursos digitais sob demanda. A flexibilidade na composição dos percursos formativos permite que os estudantes moldem sua trajetória acadêmica de acordo com interesses específicos e objetivos profissionais diversos, reforçando a personalização do processo educativo.

Do ponto de vista da relevância prática, a proposta incorpora estratégias que aproximam o ensino da realidade do setor produtivo, como parcerias com a indústria, desenvolvimento de projetos aplicados e avaliação baseada em desempenho técnico concreto. Tal alinhamento contribui para a empregabilidade dos egressos, aumenta a pertinência dos projetos desenvolvidos em sala de aula e garante que a formação seja orientada por problemas autênticos e contemporâneos. A presença de mecanismos de avaliação dinâmicos, incluindo autoavaliação, feedback contínuo e desafios práticos, substitui a ênfase excessiva em exames teóricos, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais relevantes.

A proposta também reconhece o papel estratégico da infraestrutura tecnológica e do corpo docente no fortalecimento da formação. O acesso a ferramentas de ponta e a participação ativa de professores atualizados com as práticas do setor garantem uma experiência de aprendizagem conectada com o estado da arte. Além disso, o estímulo à colaboração entre estudantes e à interação com mentores contribui para a construção de comunidades de aprendizagem mais coesas e produtivas.

Por fim, ao integrar resultados concretos, como taxas de empregabilidade, avanços em formação continuada e criação de empreendimentos tecnológicos, ao processo formativo, a proposta posiciona-se como um modelo de ensino superior capaz de responder às exigências de um mercado em permanente mutação. Trata-se de um avanço conceitual e prático que, ao conjugar inovação, adaptabilidade e rigor acadêmico, tem o potencial de redefinir os parâmetros da formação em Computação, consolidando uma pedagogia voltada à excelência científica e à transformação social.

Capítulo

17

Enfrentando os Desafios do Tecnicismo Reducionista na Computação

Marcelo Soares Loutfi

Abstract

This article explores the tension between accelerated technical training, driven by market demands, and the need for critical reflection on the social, ethical, and environmental implications of technologies. In this context, reductionist technicism prevails in computing education, disregarding the complexity of interactions between social and technological aspects. To address this challenge, the author proposes three premises: overcoming the dichotomy between the social and the technical, recognizing that ethics emerge from sociotechnical interactions, and utilizing accelerationism to foster more responsible innovations. As a solution, it is suggested to adopt speculative design in computing education from a post-anthropocentric perspective, which, in addition to aligning with these premises, allows for simulating future scenarios and analyzing the ethical implications of the technologies developed.

Resumo

Este artigo explora a tensão entre a formação técnica acelerada, impulsionada pelas demandas do mercado, e a necessidade de uma reflexão crítica sobre as implicações sociais, éticas e ambientais das tecnologias. Nesse cenário, prevalece o tecnicismo reducionista na educação em computação, que desconsidera a complexidade das interações entre os aspectos sociais e tecnológicos. Para enfrentar esse desafio, o autor propõe três premissas: a superação da dicotomia entre o social e o técnico, o reconhecimento de que a ética emerge das interações sociotécnicas, e a utilização do aceleracionismo para promover inovações mais responsáveis. Como solução, sugere-se a adoção do design especulativo na educação em computação em uma postura pós-anthropocêntrica que, além de estar alinhada com essas premissas, permite simular cenários futuros e analisar as implicações éticas das tecnologias desenvolvidas.

17.1. Contextualização

No Brasil, a educação em computação enfrenta um paradoxo amplamente reconhecido: de um lado, a demanda do mercado por profissionais altamente qualificados tecnicamente [Oliveira 2025], impulsionada por plataformas de cursos que prometem rápida qualificação e altos salários; de outro, a necessidade de uma formação que promova reflexão crítica sobre as implicações sociais e éticas das tecnologias [Carvalho et al. 2021]. Esse cenário pressiona principalmente as instituições particulares a reduzir a carga horária e adotar abordagens híbridas, focando na qualificação técnica e em detrimento de uma formação mais ampla, que envolve a capacidade de compreender as implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais das tecnologias. Essa aceleração busca responder às exigências do mercado e acompanha a expansão do setor educacional como um nicho lucrativo, no qual o desenvolvimento tecnológico é marcado por uma crescente objetificação.

Já as universidades públicas mantêm modelos tradicionais e, muitas vezes, parecem distantes das dinâmicas do mercado. Embora reconheçam a importância de disciplinas que abordem as dimensões sociais, culturais e ambientais da tecnologia, essas iniciativas são insuficientes para contrabalançar a formação técnica acelerada. Disciplinas como “Programação”, “Algoritmos e Estrutura de Dados”, “Modelagem de Sistemas” e “Redes de Computadores” ocupam posição central nos currículos, mas oferecem pouco suporte ao desenvolvimento das dimensões sociotécnicas necessárias para compreender a interdependência entre tecnologia e sociedade [Malik and Malik 2021, Zorzo et al. 2017]. Mesmo em áreas como “Interação Humano-Computador” (IHC), conteúdos como Usabilidade ou Ética em Computação tendem a permanecer restritos a abordagens pontuais, sem avançar para uma análise mais profunda dos contextos e dinâmicas sociotécnicas que estruturam as relações entre humanos e artefatos [Selbst et al. 2019, Connolly 2020].

O resultado é uma percepção de que a área de computação está enraizada em um tecnicismo reducionista, que se manifesta de diversas maneiras, como no fenômeno da “dataficação da vida” [Blok 2023], que parte do pressuposto de que os aspectos da experiência humana podem ser convertidos em dados analisáveis. O avanço do *big data*, do aprendizado de máquina e dos algoritmos preditivos que fortalece a crença de que decisões complexas em áreas como saúde [Sarker 2024], segurança [Andrade et al. 2024], educação [Xi 2024] e mercado financeiro [Prabakar et al. 2024] podem ser automatizadas com base em padrões estatísticos, marginalizando o contexto sociocultural de onde esses dados emergem. Já na infraestrutura de TI, o foco em performance e custo-benefício, como exemplificado pela computação em nuvem, raramente discute as implicações ambientais e a concentração de poder em grandes corporações [Jiang 2025].

A partir de um panorama que limita o entendimento da complexidade das interações entre humanos, máquinas, dados e infraestruturas, emergem questões urgentes: Como preparar profissionais para a interdependência entre aspectos sociais e tecnológicos? Quais são os limites éticos da integração humano-máquina? Como os futuros profissionais podem mitigar os impactos negativos das inovações tecnológicas em um ambiente de constante aceleração?

Superar o tecnicismo reducionista é um desafio central, exigindo uma mudança profunda na forma como praticamos a Computação. É necessário adotar uma perspectiva sociotécnica que forme profissionais capazes de refletir criticamente sobre os impactos

éticos, sociais e ambientais de suas criações.

17.2. Perspectivas Sombrias na Educação em Computação

Enquanto o aceleracionismo impulsiona o avanço tecnológico como motor de transformação, teóricos do Antropoceno¹ [Crutzen 2016] alertam sobre as consequências de ações descontroladas e tecnocêntricas, que ignoram limites ecológicos e éticos. Esse impulso se reflete em tendências emergentes que, no futuro, podem redefinir profundamente este campo de estudo, alterando como a área da Computação é percebida, desenvolvida e ensinada.

A ascensão da Inteligência Artificial generativa é uma tendência que já está moldando comportamentos e redefinindo valores sociais. Um reflexo dessa transformação é a crescente desconfiança dos alunos em relação aos professores [Culén and Stevens 2022] e o risco de dependência de respostas prontas dessas tecnologia [Azambuja and Silva 2024], preferindo informações de redes sociais ou IAs generativas, o que enfraquece o conhecimento tradicional em sala de aula e suprime a análise crítica.

Além disso, há um risco significativo de que dimensões centrais do processo de ensino, como a avaliação, o *feedback* e até mesmo a seleção de conteúdos, sejam delegadas a sistemas automatizados ou algoritmos, sem a devida reflexão crítica sobre os vieses, valores e visões de mundo neles incorporados [Azambuja and Silva 2024]. Tal terceirização pode comprometer princípios pedagógicos essenciais, como a equidade no acesso e na avaliação, a valorização da singularidade de cada estudante, a construção de uma aprendizagem crítica e reflexiva, a mediação humana como fator de diálogo e empatia, e a formação integral que articula dimensões cognitivas, éticas e sociais.

Enquanto isso, os conglomerados tecnológicos expandem de forma sistemática seu controle sobre a vida cotidiana, convertendo experiências humanas em matéria-prima para modelos preditivos e comerciais que moldam comportamentos [Zuboff 2021]. Essa dinâmica orienta tendências de consumo, influenciando discursos sociais e políticos. O poder concentrado nas mãos de líderes dessas corporações ultrapassa as fronteiras econômicas, afetando diretamente democracias e políticas nacionais, ao mesmo tempo em que reconfigura o espaço público. Nesse cenário, a comunidade científica, historicamente responsável por mediar e qualificar debates de relevância social, vê-se progressivamente marginalizada, cedendo terreno para influenciadores digitais e plataformas algorítmicas que, guiadas por interesses de engajamento e lucro, ditam a agenda e o foco do debate público.

Essas mudanças podem ter repercussões tanto diretas quanto indiretas. À medida que os professores perdem prestígio, as instituições de ensino superior, responsáveis pela maior parte das pesquisas científicas no país, correm o risco de sofrer cortes orçamentários em favor de escolas técnicas, que priorizam uma formação acelerada e mais alinhada às demandas imediatas do mercado. Nesse contexto, a IA generativa poderia marginalizar ainda mais o conhecimento científico, redirecionando-o para servir aos interesses dos conglomerados tecnológicos.

¹O Antropoceno é um conceito que designa uma nova época geológica, marcada pela influência decisiva das atividades humanas sobre o planeta

Se esse cenário persistir, no futuro a disputa não será mais pela atenção do aluno, mas pelas suas crenças e valores, que moldarão sua visão de mundo e impactarão profundamente sua formação crítica e ética. Isso distanciará ainda mais a Computação de sua responsabilidade em abordar problemas sociais complexos [Abebe et al. 2020], priorizando o lucro, a eficiência técnica e os interesses das grandes corporações tecnológicas, em detrimento da reflexão crítica e da inovação socialmente responsável.

17.3. Premissas para enfrentar o desafio do tecnicismo e reducionismo na área da Computação

Para superar o tecnicismo e reducionismo na Computação, propõe-se três premissas que reorientam a prática e o ensino, alinhando a educação à necessidade de integrar o técnico e o social. Essas premissas, não prescritivas, visam mitigar crises ecológicas e sociais, promover decisões éticas e redefinir o papel da tecnologia diante do aceleracionismo.

17.3.1. Superar a Dicotomia entre o Social e o Técnico na Educação em Computação

A tradição moderna, ancorada no dualismo cartesiano, instituiu uma rígida separação entre mente e matéria. Aos humanos foi concedida a exclusividade da razão e da agência; enquanto aos objetos, como instituições, empresas, outros seres vivos e o próprio meio ambiente, restou o papel de elementos passivos [Latour 2012]. Esse modo de pensar transbordou para a academia, consolidando a divisão entre ciências sociais e ciências naturais. Cada campo passou, então, a observar a realidade por lentes próprias, sustentadas por referenciais teóricos, metodológicos e técnicos distintos, ainda que o objetivo fosse o mesmo: compreender e intervir no mundo em que vivemos.

Na Computação, essa herança dualista manifesta-se na divisão entre disciplinas estritamente técnicas, como Programação e aquelas voltadas às dimensões sociotécnicas, como IHC. Essa cisão empobrece a compreensão integrada do ecossistema no qual a tecnologia se insere e de suas múltiplas implicações, produzindo uma visão fragmentada de fenômenos que, na prática, se apresentam de forma indissociável.

Por exemplo, ao analisar uma IA, uma abordagem positivista, centrada em dados quantitativos, pode oferecer um retrato estatístico do fenômeno, enquanto uma perspectiva interpretativista pode revelar sentidos, valores e dinâmicas subjetivas que estruturam a experiência dos usuários. Embora complementares, essas leituras muitas vezes entram em conflito, já que são produzidas de forma artificialmente separada, em vez de integradas a uma visão que reconheça a inseparabilidade entre o social e o técnico. Nesse sentido, Kruger (2020) argumenta que a IA deve ser compreendida como um agente político ativo, capaz de desafiar a dicotomia entre o social e o técnico. Isso significa reconhecer que a técnica não apenas apoia, mas também produz e reconfigura o social; e vice-versa.

Esse entendimento evidencia a necessidade de que professores e pesquisadores revisem suas práticas pedagógicas, promovendo a integração entre os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a Filosofia da Ciência nas disciplinas técnicas [Malik and Malik 2022]. Assim, o aprendizado deixa de se restringir ao “como” desenvolver tecnologias e passa a contemplar também o “por que” e o “para quem” elas são concebidas.

O “por que” não se limita à lógica instrumental de resolver problemas técnicos, mas implica refletir sobre os mundos que desejamos criar, sustentar e habitar. Aqui se conecta o conceito de *worlding* (mundificação), proposto por Haraway (2016). Diferente da ideia de mundo como algo dado, estável e externo a nós, o *worlding* entende o mundo como um processo em constante construção, sempre emaranhado às nossas práticas materiais e simbólicas. Em outras palavras, projetar tecnologias significa também participar ativamente de um processo de “fazer-mundo”, no qual cada escolha técnica contribui para compor as realidades que consideramos possíveis e habitáveis. Para a Computação, isso significa reconhecer que algoritmos, sistemas e infraestruturas ajudam a definir como vivemos, nos relacionamos e imaginamos o futuro.

O “para quem”, por sua vez, não deve ser reduzido a usuários previamente definidos ou a interesses de mercado. Ele precisa incluir os atores frequentemente marginalizados nos processos de concepção tecnológica, como: comunidades humanas vulnerabilizadas, povos indígenas, saberes não ocidentais, perspectivas negras e decoloniais, além de seres não humanos e do próprio ambiente. Incorporar essas vozes e cosmologias significa reconhecer que há múltiplas formas de existir, conhecer e habitar o mundo, e que a Computação, ao projetar sistemas, não deve reforçar apenas visões hegemônicas, mas abrir espaço para mundos plurais e interdependentes.

Dessa forma, o processo educativo deixa de reforçar uma separação artificial entre dimensões sociais e técnicas e passa a tratar esses saberes como coemergentes e entrelaçados, refletindo a complexidade viva dos ecossistemas sociotécnicos. Contudo, é necessário cuidado para que essas visões não sejam apropriadas de forma superficial ou instrumentalizadas como recurso estético ou mercadológico. Em vez disso, devem ser integradas de modo ético e responsável, respeitando sua densidade histórica, cultural e política, e possibilitando que diferentes ontologias participem ativamente da concepção de sistemas e da imaginação de futuros sociotécnicos.

17.3.2. Ética e Responsabilidade Emergem das Relações Sociotécnicas

Questões éticas não são escolhas individuais, mas emergem de interações entre humanos, máquinas, dados e infraestruturas. Como observa Verbeek (2015), projetar tecnologias é também projetar modos de existir no mundo, o que implica assumir uma responsabilidade ética inescapável. Essa responsabilidade não se limita às consequências futuras; ela envolve também as condições presentes que moldam a ação e a experiência. De forma complementar, Barad (2007) defende que realidade, significado e ética não existem de antemão, mas emergem das interações entre elementos técnicos e sociais. Em termos da computação, podemos entender isso como o entrelaçamento entre código, hardware, dados e as formas de uso e interpretação dadas pelas pessoas. As chamadas práticas discursivo-materiais podem ser vistas como o conjunto de ações e significados que se estabelecem quando escrevemos um software, implantamos uma infraestrutura em nuvem, coletamos e processamos dados e, ao mesmo tempo, atribuímos sentidos, regras e expectativas a esses processos. É nesse fluxo que o mundo digital “ganha forma” e passa a ser inteligível e habitável.

A ética, portanto, não é um adereço externo que aplicamos depois de um sistema pronto, mas um processo contínuo de responsabilização que acontece no próprio *design* e

uso da tecnologia.

No caso dos carros autônomos, por exemplo, a ética não se limita à programação de algoritmos de tomada de decisão em situações de risco. Ela envolve também as negociações entre fabricantes, reguladores e sociedade sobre padrões de segurança aceitáveis; a forma como sensores, câmeras e dados de geolocalização interpretam o ambiente; a interação dos usuários que delegam ou contestam a condução automática; e até mesmo as expectativas culturais sobre o que significa “dirigir” e “ser transportado”. Cada um desses elementos participa da construção das normas de responsabilidade, distribuindo a agência entre humanos e não humanos.

Nesse cenário, a encenação especulativa de futuros torna-se uma estratégia poderosa para revelar como agência e responsabilidade são distribuídas e constantemente renegociadas entre os diferentes atores envolvidos. Assim, é necessário criar ambientes educacionais que simulem essas interações complexas, permitindo a co-construção negociada de responsabilidades entre humanos e não humanos. *Frameworks*, metodologias e ferramentas devem ser pensados justamente para evidenciar como as dinâmicas sociotécnicas produzem embates em torno da moralidade e expõem dilemas éticos que não podem ser resolvidos de maneira simples ou isolada.

17.3.3. Recondicionando o Aceleracionismo para uma Inovação Socialmente Consciente

A integração das teorias de CTS na Computação cria condições para transformar a lógica das respostas imediatas em um processo mais reflexivo. Isso não significa desacelerar a inovação, mas convertê-la em uma força propulsora para um desenvolvimento mais socialmente consciente.

Diversas iniciativas já ilustram esse movimento. No Brasil, a “Operação Serenata de Amor”² usa aprendizado de máquina para auditar gastos públicos e promover transparência, enquanto o ecossistema do “Porto Digital”³, em Recife, articula aceleração tecnológica e impacto social em escala regional. No cenário internacional, pode-se citar o “AI for Earth”⁴, da Microsoft, que apoia projetos voltados à biodiversidade e à agricultura sustentável; e o “Platform for Real-Time Impact and Situation Monitoring” (PRISM)⁵, do “World Food Programme” (WFP), que integra dados climáticos e socioeconômicos para apoiar comunidades vulneráveis.

Apesar de situadas em contextos distintos, essas iniciativas compartilham elementos centrais: a valorização da participação comunitária e da inclusão social; o compromisso com a sustentabilidade ambiental; a busca por transparência e responsabilidade ética nos processos de design; e a capacidade de conciliar respostas rápidas com consistência de longo prazo, aliando aceleração a uma visão crítica. Entretanto, é importante reconhecer que tais exemplos operam em grandes escalas institucionais e corporativas. No campo da educação em Computação, é igualmente necessário criar condições para que os estudantes experimentem práticas semelhantes em escalas menores, mais locali-

²Operação Serenata de Amor: <https://serenata.ai/>

³Porto Digital: <https://www.portodigital.org/>

⁴AI for Earth: <https://news.microsoft.com/pt-br/tag/ai-for-earth/>

⁵PRISM: <https://www.un-spider.org/space-application/space-technologies-in-the-un/wfp>

zadas e responsivas a contextos sociotécnicos específicos, como o corre e em projetos de extensão universitária, *hackathons* voltados a problemas sociais ou atividades de prototipagem especulativa em sala de aula.

Nesse processo, os estudantes devem ser desafiados a ir além da entrega técnica imediata, exercitando competências críticas e criativas que ampliam sua formação e fortalecem sua autonomia intelectual. Professores, por sua vez, encontram no aceleracionismo reconduzido uma oportunidade para engajar os alunos em práticas pedagógicas mais significativas, conectando o aprendizado às complexidades do mundo contemporâneo. Para profissionais e organizações, essa postura constitui uma vantagem competitiva: soluções que aliam agilidade tecnológica a consciência social e sustentabilidade tendem a ser mais robustas, adaptáveis e legitimadas perante a sociedade.

Assim, o aceleracionismo reconduzido deixa de representar um risco de superficialidade e passa a operar como motor de uma inovação mais consistente, duradoura e socialmente vantajosa, desde que guiado por princípios éticos, compromissos sustentáveis e práticas de responsabilidade compartilhada.

17.4. O Design Especulativo como uma postura Pós-Antropocêntrica

Uma visão pós-antropocêntrica do *design* tecnológico oferece uma análise aprofundada das interações entre atores humanos e não humanos, como tecnologias, infraestruturas, instituições, ambientes e outros seres vivos, reconhecendo que todos participam ativamente da configuração das experiências e da multiplicidade dos modos de vida. Ao evidenciar essas interações, torna-se possível reconfigurar a realidade e criar condições para uma reflexão crítica tanto sobre questões emergentes da pós-modernidade, como o transhumanismo e o pós-humanismo, quanto sobre as crises contemporâneas da modernidade, como a crise climática e os desafios regulatórios das plataformas digitais.

Essa perspectiva evidencia que a agência não é prerrogativa exclusiva dos humanos, mas está sempre emaranhada às mediações técnicas que estruturam a vida cotidiana. Nesse contexto, a própria ação humana não ocorre de forma inteiramente deliberada, mas é constantemente mediada por ferramentas, sistemas e artefatos que estruturam a experiência cotidiana [Verbeek 2005, Ihde 1990]. Interfaces gráficas, sensores e sistemas de recomendação, por exemplo, configuram percepções e orientam ações, influenciando escolhas e comportamentos, além de moldar subjetividades e práticas sociais [Oogjes and Wakkary 2017, Hauser et al. 2018]. Além disso, a emergência da IA generativa atua ativamente tanto nos processos criativos quanto nos decisórios em diferentes contextos organizacionais, contribuindo para a redefinição da noção de uma agência expandida e interconectada entre humanos e não humanos [Krakowski 2025]. A análise desses arranjos como redes dinâmicas e heterogêneas possibilita problematizar sistemas que frequentemente são naturalizados como neutros ou dados. Latour (2005) nos convida a abrir as “caixas-pretas”, evidenciando que decisões técnicas, sentidos, significados, escolhas políticas e relações de poder estão implicados na constituição dos sistemas.

Entretanto, é necessário reconhecer que nem todos os aspectos da realidade que envolve os sistemas de informação (SI) podem ser plenamente acessados. Muitas de suas qualidades, sobretudo na interação com outros atores, produzem desdobramentos invisíveis ou impossíveis de serem descritos em sua totalidade, seja pela complexidade da rede

sociotécnica em que estão inseridos, seja pela opacidade interna dos próprios sistemas, frequentemente resguardada por decisões de propriedade intelectual das empresas desenvolvedoras. Essa dificuldade de abrir as “caixas-pretas” e de compreender integralmente as múltiplas relações que sustentam esses sistemas limita a apreensão de seus efeitos na sociedade e no ambiente. Tal indeterminação, contudo, abre espaço para a especulação, especialmente sobre os pontos em que a realidade da rede sociotécnica apresenta lacunas de entendimento.

É justamente nesse terreno de incertezas e invisibilidades que o Design Especulativo [Dunne and Raby 2024] encontra sua força, ao oferecer caminhos para explorar, problematizar e dar visibilidade às dimensões ocultas dos ecossistemas sociotécnicos, incorporando atores que as abordagens tradicionais de concepção de sistemas tendem a marginalizar como *stakeholders*, por privilegiarem exclusivamente os humanos. Uma postura pós-antropocêntrica, contudo, reconhece que esses atores antes invisibilizados sempre estiveram presentes, agindo, moldando, afetando e sendo afetados pelas decisões tomadas.

Ao recorrer a protótipos narrativos [Ståhl et al. 2022] [Søndergaard et al. 2023] [Dörrenbäcker et al. 2023] e cenários futuros [Stead and Coulton 2022], o Design Especulativo permite dramatizar as implicações éticas, políticas e ontológicas das tecnologias, trazendo à tona consequências que permanecem obscurecidas pelos discursos hegemônicos da inovação. Assim, em vez de orientar-se pela busca de eficiência ou pela lógica mercadológica, o Design Especulativo ativa o pensamento contrafactual [Wakkary et al. 2022, Cheon 2023], provocando estranhamento, convidando à imaginação coletiva de futuros mais justos, inclusivos e sustentáveis [Stead et al. 2022].

Tal abordagem já vem sendo aplicada em diferentes questões contemporâneas, como a vigilância de dados [Rafael et al. 2023], o futuro do trabalho mediado por inteligência artificial generativa [Popova 2023, Forlano and Halpern 2023], a literacia em IA [Benjamin et al. 2023], a criatividade cultural [Lin and Long 2023] e a educação em Computação [Loutfi and Siqueira 2024, Loutfi et al. 2025] entre outros temas.

No campo educacional, em particular, o Design Especulativo pode ser integrado em disciplinas técnicas de Computação para oferecer aos estudantes uma experiência prática e reflexiva sobre a complexidade, a imprevisibilidade e as repercussões das decisões tecnológicas. Para além do ambiente acadêmico, o Design Especulativo converte a crítica ao aceleracionismo em uma força propulsora para a construção de inovações mais socialmente conscientes, orientando o desenvolvimento tecnológico a partir de uma perspectiva de longo prazo. Nesse sentido, a vantagem competitiva de produtos e serviços não se restringe ao atendimento imediato de demandas de mercado, mas se fundamenta em sua capacidade de antecipar futuros possíveis e moldar futuros alternativos e desejáveis, ao mesmo tempo em que possibilita uma análise de riscos mais rigorosa, contemplando dimensões da vida cotidiana com relevância para o contexto corporativo, além de possibilitar a elaboração de estratégias eficazes para sua mitigação.

17.5. Considerações Finais

Por muitos anos, a área da Computação foi absorvida pela ânsia da onda aceleracionista, onde o progresso tecnológico é exaltado quase sem questionamentos, e onde velocidade

e inovação são considerados os únicos indicadores de sucesso. Contudo, essa corrida desenfreada nos deixa mal preparados para enfrentar os desafios éticos e ecológicos do Antropoceno. Ao invés de promover uma compreensão responsável e integrada das tecnologias que criamos, estamos nos distanciando das implicações sociais e ambientais que exigem nossa atenção imediata.

Para enfrentar esse quadro, este trabalho apresentou três premissas que orientam uma reconfiguração da educação e da prática computacional: superar a dicotomia entre o social e o técnico, reconhecer que ética e responsabilidade emergem das relações socio-técnicas e recondicionar o aceleracionismo para uma inovação mais ética, responsável e socialmente consciente.

O Design Especulativo mostra-se especialmente potente como prática capaz de apoiar essas três premissas. Ao estimular a criação de cenários e narrativas futuras, ele possibilita romper com a fragmentação disciplinar e integrar dimensões técnicas e sociais, promovendo uma visão entrelaçada dos ecossistemas sociotécnicos. No que se refere à ética, o Design Especulativo evidencia como a responsabilidade se distribui entre humanos e não humanos, permitindo que dilemas morais sejam encenados, discutidos e negociados em contextos simulados. Por fim, ao recondicionar o aceleracionismo, o Design Especulativo transforma a velocidade da inovação em um recurso pedagógico e crítico, incentivando que a experimentação rápida não seja voltada apenas ao mercado, mas também à imaginação de futuros mais sustentáveis, inclusivos e responsáveis.

Assim, o Design Especulativo, ancorado em uma postura pós-antropocêntrica, não se restringe a uma ferramenta pedagógica ou a um método de *design*, mas constitui uma forma de repensar a própria função da Computação em um mundo em crise. Ele amplia a capacidade da área de enfrentar os desafios contemporâneos, favorecendo práticas que acompanham o ritmo acelerado da inovação e direcionam esse ritmo para a construção de futuros desejáveis. Em última instância, trata-se de recuperar o potencial da Computação para além da lógica da eficiência e da produtividade, reafirmando sua profundidade política, ética e social, e sua potência de imaginar e sustentar modos de vida mais justos e habitáveis.

Referências

- [Abebe et al. 2020] Abebe, R., Barocas, S., Kleinberg, J., Levy, K., Raghavan, M., and Robinson, D. G. (2020). Roles for computing in social change. In *Proceedings of the 2020 conference on fairness, accountability, and transparency*, pages 252–260.
- [Andrade et al. 2024] Andrade, Y., Pimenta, M., Amarante, G., Faria, A. H., Vilas-Boas, M., da Silva, J. P., Rocha, F., da Silva, J., Meira Jr, W., Teodoro, G., et al. (2024). A descriptive and predictive analysis tool for criminal data: A case study from Brazil. In *International Conference on Computational Science and Its Applications*, pages 151–169. Springer.
- [Azambuja and Silva 2024] Azambuja, C. C. d. and Silva, G. F. d. (2024). Novos desafios para a educação na era da inteligência artificial. *Filosofia Unisinos*, 25(1):e25107.

- [Barad 2007] Barad, K. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. duke university Press.
- [Benjamin et al. 2023] Benjamin, J. J., Biggs, H., Berger, A., Rukanskaitė, J., Heidt, M. B., Merrill, N., Pierce, J., and Lindley, J. (2023). The entoptic field camera as metaphor-driven research-through-design with ai technologies. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–19.
- [Blok 2023] Blok, V. (2023). *Philosophy of technology in the digital age: the datafication of the world, the homo virtualis, and the capacity of technological innovations to set the World free*. Wageningen University & Research.
- [Carvalho et al. 2021] Carvalho, L. P., Oliveira, J., and Santoro, F. (2021). A presença de conteúdos sobre Ética computacional na literacia em computação institucional brasileira.
- [Cheon 2023] Cheon, E. (2023). Powerful futures: How a big tech company envisions humans and technologies in the workplace of the future. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW2):1–35.
- [Connolly 2020] Connolly, R. (2020). Why computing belongs within the social sciences. *Communications of the ACM*, 63(8):54–59.
- [Crutzen 2016] Crutzen, P. J. (2016). Geology of mankind. In *Paul J. Crutzen: A pioneer on atmospheric chemistry and climate change in the Anthropocene*, pages 211–215. Springer International Publishing Cham.
- [Culén and Stevens 2022] Culén, A. L. and Stevens, N. S. (2022). Speculative and critical approach to designing technological futures through hci education. *ID&A Interaction design & architecture (s)*, 51(51):8–31.
- [Dörrenbächer et al. 2023] Dörrenbächer, J., Ringfort-Felner, R., and Hassenzahl, M. (2023). The intricacies of social robots: secondary analysis of fictional documentaries to explore the benefits and challenges of robots in complex social settings. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–13.
- [Dunne and Raby 2024] Dunne, A. and Raby, F. (2024). *Speculative Everything, With a new preface by the authors: Design, Fiction, and Social Dreaming*. MIT press.
- [Forlano and Halpern 2023] Forlano, L. E. and Halpern, M. K. (2023). Speculative histories, just futures: From counterfactual artifacts to counterfactual actions. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 30(2):1–37.
- [Haraway 2016] Haraway, D. (2016). *Staying with the trouble: making kin in the Chthulucene*. Experimental futures. Technological lives, scientific arts, anthropological voices. Duke University Press, Durham London.
- [Hauser et al. 2018] Hauser, S., Oogjes, D., Wakkary, R., and Verbeek, P.-P. (2018). An annotated portfolio on doing postphenomenology through research products. In *Proceedings of the 2018 designing interactive systems conference*, pages 459–471.

- [Ihde 1990] Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Indiana University Press.
- [Jiang 2025] Jiang, M. (2025). Ethical cloud: Engineering concerns in the age of cloud computing. *Viterbi Conversations in Ethics*, 8(2). Acesso em: 14 set. 2025.
- [Krakowski 2025] Krakowski, S. (2025). Human-ai agency in the age of generative ai. *Information and Organization*, 35(1):100560.
- [Kruger 2020] Kruger, J. (2020). Nature, culture, ai and the common good—considering ai’s place in bruno latour’s politics of nature. In *Southern African Conference for Artificial Intelligence Research*, pages 21–33. Springer.
- [Latour 2005] Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford university press.
- [Latour 2012] Latour, B. (2012). *We have never been modern*. Harvard university press.
- [Lin and Long 2023] Lin, L. and Long, D. (2023). Generative ai futures: A speculative design exploration. In *Proceedings of the 15th Conference on Creativity and Cognition*, pages 380–383.
- [Loutfi and Siqueira 2024] Loutfi, M. S. and Siqueira, S. W. M. (2024). Speculative design in a graduate program in informatics: Students perception and practical application: A novel approach for supporting information systems education. In *Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–10.
- [Loutfi et al. 2025] Loutfi, M. S., Tibau, M., Gimenez, P. J., and Siqueira, S. W. M. (2025). Students’ perceptions of speculative design with generative ai in creating futuristic narratives: An interdisciplinary study with undergraduate students from diverse fields. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 585–594. SBC.
- [Malik and Malik 2021] Malik, M. and Malik, M. M. (2021). Critical technical awakenings. *Journal of Social Computing*, 2(4):365–384.
- [Malik and Malik 2022] Malik, M. and Malik, M. M. (2022). Critical technical awakenings. *Journal of Social Computing*, 2(4):365–384.
- [Oliveira 2025] Oliveira, L. (2025). Falta de profissionais de ti no brasil: causas da escassez e como superar. Acesso em: 14 de set. 2025.
- [Oogjes and Wakkary 2017] Oogjes, D. and Wakkary, R. (2017). Videos of things: Speculating on, anticipating and synthesizing technological mediations. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 4489–4500.
- [Popova 2023] Popova, V. (2023). Co-creating futures for integrating generative ai into the designers’ workflow.
- [Prabakar et al. 2024] Prabakar, S. et al. (2024). Strategic integration for future selection- lstm stock prediction algorithm based on the internet of things (iot). In *2024 1st International Conference on Advanced Computing and Emerging Technologies (ACET)*, pages 1–6. IEEE.

- [Rafael et al. 2023] Rafael, S., Silva, B., Anjos, H., Meintjes, L., and Tavares, P. (2023). Data surveillance in capitalism society: The globule app, a speculative design to control the algorithm. In *Proceedings of the 2023 ACM International Conference on Interactive Media Experiences Workshops*, pages 27–31.
- [Sarker 2024] Sarker, M. (2024). Revolutionizing healthcare: the role of machine learning in the health sector. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023*, 2(1):36–61.
- [Selbst et al. 2019] Selbst, A. D., Boyd, D., Friedler, S. A., Venkatasubramanian, S., and Vertesi, J. (2019). Fairness and abstraction in sociotechnical systems. In *Proceedings of the conference on fairness, accountability, and transparency*, pages 59–68.
- [Søndergaard et al. 2023] Søndergaard, M. L. J., Campo Woytuk, N., Howell, N., Tsaknaki, V., Helms, K., Jenkins, T., and Sanches, P. (2023). Fabulation as an approach for design futuring. In *Proceedings of the 2023 ACM designing interactive systems conference*, pages 1693–1709.
- [Ståhl et al. 2022] Ståhl, A., Balaam, M., Comber, R., Sanches, P., and Höök, K. (2022). Making new worlds—transformative becomings with soma design. In *Proceedings of the 2022 Chi conference on human factors in computing systems*, pages 1–17.
- [Stead and Coulton 2022] Stead, M. and Coulton, P. (2022). Sustainable technological futures: Moving beyond a one-world-world perspective. In *Nordic Human-Computer Interaction Conference*, pages 1–17.
- [Stead et al. 2022] Stead, M., Coulton, P., Pilling, F., Gradinar, A., Pilling, M., and Forrester, I. (2022). More-than-human-data interaction: bridging novel design research approaches to materialise and foreground data sustainability. In *Proceedings of the 25th International Academic Mindtrek Conference*, pages 62–74.
- [Verbeek 2005] Verbeek, P.-P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. Penn State Press.
- [Verbeek 2015] Verbeek, P.-P. (2015). Cover story beyond interaction: a short introduction to mediation theory. *interactions*, 22(3):26–31.
- [Wakkary et al. 2022] Wakkary, R., Oogjes, D., and Behzad, A. (2022). Two years or more of co-speculation: polylogues of philosophers, designers, and a tilting bowl. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 29(5):1–44.
- [Xi 2024] Xi, L. (2024). Modern education: Advanced prediction techniques for student achievement data. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 15(1).
- [Zorzo et al. 2017] Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E., Steinmacher, I., de Araujo, R. M., Correia, R., and Martins, S. (2017). Referenciais de formação para os cursos de graduação em computação.
- [Zuboff 2021] Zuboff, S. (2021). *A era do capitalismo de vigilância*. Editora Intrínseca.

Capítulo

18

Educação Básica e Computação: Os Desafios da Capacitação Docente

Luciana Foss e Simone André da Costa Cavalheiro

Abstract

The teaching of Computing in basic education in Brazil faces challenges due to a shortage of qualified teachers. Educators from other fields use inadequate materials, widening the gap between the curriculum and actual teacher training. This undermines the quality of education and perpetuates social inequalities. It is crucial to invest in continuous training and partnerships with universities to improve this situation.

Resumo

O ensino de Computação na Educação Básica no Brasil enfrenta desafios devido à escassez de professores qualificados. Docentes de outras áreas usam materiais inadequados, aumentando a lacuna entre o currículo e a formação real dos educadores. Isso compromete a qualidade do ensino e perpetua desigualdades sociais. É crucial investir em formação contínua e parcerias com universidades para melhorar este cenário.

18.1. Cenário Atual de Professores de Computação na Educação Básica no Brasil

O cenário atual de professores de Computação na Educação Básica no Brasil é desafiador, especialmente após a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2022 [3], que incluiu Computação como componente obrigatório a ser implementado até o final de 2023. Embora a BNCC estabeleça parâmetros claros para o ensino de Computação, a escassez de professores com formação específica nessa área tem gerado dificuldades significativas.

Muitas escolas, principalmente na rede pública, ainda não possuem profissionais capacitados em Computação. Isso leva a uma solução improvisada, em que professores de outras áreas, como Matemática, Física ou até mesmo Língua Portuguesa, acabam

assumindo a responsabilidade de ensinar Computação. Esses educadores, muitas vezes, recorrem a conteúdos disponíveis na internet para preparar suas aulas, o que acarreta em dois problemas principais: a qualidade e a adequação do material. Nem todo o conteúdo encontrado online é correto ou atualizado, e, mesmo quando é, os professores sem a formação necessária podem ter dificuldades em compreendê-lo em profundidade e transmiti-lo de maneira eficaz.

Além disso, os pedagogos, que historicamente têm desempenhado um papel central na Educação Básica, não receberam formação em Computação em seus cursos de graduação. Como resultado, há uma lacuna entre as expectativas curriculares da BNCC e a formação dos profissionais que estão efetivamente em sala de aula. Esse cenário agrava ainda mais a falta de fundamentos sólidos necessários para o ensino de Computação de maneira contextualizada e significativa.

A implementação plena da BNCC em Computação exigirá não apenas a formação de novos professores especializados, mas também a capacitação contínua dos educadores já atuantes. A formação continuada para pedagogos e professores de outras disciplinas é essencial para que esses profissionais possam compreender os conceitos fundamentais de Computação e aplicá-los de forma integrada ao currículo.

18.2. Reflexos da Escassez de Capacitação de Educadores em Computação para a Educação Básica

A sociedade moderna é amplamente baseada em tecnologias digitais, e a falta de um ensino adequado de Computação na Educação Básica impede que os alunos desenvolvam competências cruciais, como pensamento crítico, resolução de problemas e letramento digital. Isso amplia o abismo entre aqueles que têm acesso a uma educação de qualidade em Computação (frequentemente em escolas particulares ou por meio de recursos externos) e aqueles que dependem exclusivamente do sistema público. Como resultado, há uma perpetuação da desigualdade social, uma vez que os alunos menos preparados terão mais dificuldades de se integrar e prosperar em um mundo cada vez mais tecnológico.

O impacto econômico dessa falha é profundo, uma vez que a Computação permeia praticamente todas as áreas do conhecimento e da economia moderna. Setores como saúde, agronegócio, indústrias criativas e até serviços públicos dependem de soluções tecnológicas para otimizar processos e resolver problemas complexos. A falta de preparação dos alunos em Computação limita sua capacidade de contribuir para essas inovações no futuro, criando uma força de trabalho menos qualificada e menos competitiva. Isso pode reduzir o potencial de desenvolvimento econômico do país, que necessita de profissionais capazes de liderar e inovar em um mundo dominado pela automação e inteligência artificial.

No campo cultural, a exclusão digital pode limitar o acesso a informações, debates e expressões artísticas contemporâneas, que cada vez mais utilizam plataformas digitais como meio de criação e difusão. A falta de conhecimento em Computação não apenas impede os alunos de participar dessas novas formas de expressão, mas também de questioná-las e compreendê-las criticamente. Isso pode resultar em uma sociedade mais passiva e menos engajada na produção e no consumo crítico de conteúdos culturais.

Politicamente, a ausência de uma formação adequada em Computação também pode ter consequências significativas. Em um mundo onde as decisões políticas são cada vez mais moldadas pela análise de dados, algoritmos e inteligência artificial, não preparar as futuras gerações para entender esses mecanismos é colocar em risco a capacidade da população de participar plenamente do processo democrático. Além disso, sem um ensino crítico sobre a tecnologia, os cidadãos podem se tornar mais vulneráveis à desinformação e manipulação digital, enfraquecendo a qualidade do debate político e a confiança nas instituições.

Portanto, os sinais emergentes da falta de capacitação de professores de Computação na Educação Básica não apenas afetam o desempenho individual dos alunos, mas também colocam em risco o futuro social, econômico, cultural e político do Brasil. Sem uma educação sólida em Computação, os estudantes de hoje estão sendo mal preparados para enfrentar e moldar a sociedade digital em que vivemos. O País, por sua vez, poderá enfrentar grandes desafios na formação de cidadãos críticos e profissionais capacitados para lidar com as complexidades tecnológicas do mundo moderno.

18.3. Impactos das Tendências Tecnológicas, Sociais e Culturais na Educação em Computação

Nas próximas décadas, tendências tecnológicas, sociais e culturais irão impactar na sociedade e transformar a experiência educacional. Essas tendências não apenas influenciarão a maneira como a Computação é ensinada, mas também moldarão a formação de professores, especialmente aqueles que atuam na Educação Básica, desempenhando um papel central no desenvolvimento de futuras gerações. Algumas dessas tendências podem ser destacadas:

Inteligência Artificial. A inteligência artificial será cada vez mais integrada à educação, tornando a personalização da aprendizagem, já observada em plataformas educacionais atuais ainda mais sofisticada. Isso permitirá experiências de ensino adaptadas ao ritmo e estilo de cada aluno. A formação de professores precisará incorporar o domínio de ferramentas baseadas em IA e capacitação contínua para adaptar o ensino, sem substituir a mediação humana essencial.

Ensino Transversal. A computação será uma Competência Básica e transversal, essencial em diversas áreas além da tecnologia, como medicina e artes. Isso exigirá que todos os professores estejam familiarizados com a computação e o pensamento lógico, levando a uma revisão nos currículos de formação docente. A formação de professores precisará integrá-la a diferentes disciplinas e contextos, promovendo a interdisciplinaridade e o ensino baseado em projetos para preparar alunos para um futuro tecnologicamente integrado.

Educação Ética. Com o aumento da automação e da Computação, surgirão debates éticos sobre o uso de dados, privacidade e as implicações da inteligência artificial na sociedade. Nos próximos anos, a educação em Computação será crucial para formar cidadãos críticos sobre esses dilemas. A formação de professores deverá incluir a educação para a cidadania digital, preparando-os para ensinar ética, pensa-

mento crítico e a capacidade de distinguir informações confiáveis de fontes duvidosas. Isso envolve capacitar os alunos a verificar a credibilidade das fontes, entender desinformação e manipulação, e analisar o impacto social e político das notícias falsas. Além disso, é importante explorar como algoritmos e bolhas de filtro afetam a disseminação de informações e discutir a responsabilidade ética dos meios de comunicação. Desenvolver a literacia midiática e compreender o papel de tecnologias como deepfakes e bots na criação de conteúdos também serão essenciais para ajudar os alunos a navegar de forma crítica e informada em um mundo tecnológico.

Acessibilidade e Inclusão. Nas próximas décadas, a educação em Computação deverá concentrar-se em promover diversidade e inclusão, abordando gênero, raça, classe social e acessibilidade. A formação de professores da Educação Básica será essencial para garantir que crianças de todos os perfis tenham acesso equitativo às oportunidades na Computação. Os educadores deverão ser preparados para enfrentar e superar estereótipos de gênero e preconceitos raciais, promover a inclusão de alunos de diferentes classes sociais e assegurar que o ensino de Computação seja acessível a todos, incluindo aqueles com deficiências. Isso requer a adoção de práticas pedagógicas que respeitem e valorizem a diversidade, garantindo que a educação em Computação seja relevante e inclusiva para todas as comunidades.

18.4. Futuro da Educação em Computação

O cenário do ensino de Computação na formação de professores precisa se expandir além dos cursos específicos da área. É fundamental que os futuros professores de todas as disciplinas adquiram conhecimentos básicos de Computação, integrando-os em suas práticas pedagógicas e preparando os alunos para um futuro em que as tecnologias computacionais estarão ainda mais presentes em todos os aspectos da vida profissional e pessoal.

Nos cursos de formação de professores de Computação, é essencial que os educadores dominem os fundamentos da área. Essas competências não só os capacitam a ensinar Computação de forma eficaz, mas também os preparam para orientar os alunos na aplicação desses conceitos em outras disciplinas. Por exemplo, algoritmos podem ser usados para ensinar lógica em matemática, enquanto a manipulação de dados pode ajudar em ciências, na análise de experimentos e fenômenos naturais. Integrar fundamentos de Computação em todas as licenciaturas é essencial. Professores de diversas áreas devem ter conhecimento básico de ferramentas computacionais para aprimorar o ensino e desenvolver habilidades essenciais nos alunos. Embora não precisem ser especialistas, devem entender o suficiente das tecnologias para usá-las eficazmente.

Além disso, é crucial que os professores desenvolvam a capacidade de aprender de forma autônoma. Com a rápida evolução tecnológica, devem saber como se atualizar continuamente e explorar novos recursos, inspirando nos alunos a mesma habilidade de aprender e usar as tecnologias de forma independente.

18.5. Riscos e Desafios na Formação de Professores de Computação

A formação de professores de Computação para a Educação Básica apresenta desafios e riscos que precisam ser enfrentados de forma estratégica, considerando desde a qualidade do ensino até questões éticas e de inclusão.

Um dos principais riscos é a **desatualização dos professores**. A tecnologia avança em um ritmo acelerado, o que torna difícil para os professores acompanharem as novas tendências, ferramentas e linguagens de programação. No contexto de uma formação em massa, há o perigo de que muitos professores sejam capacitados com conteúdos que rapidamente se tornam obsoletos, comprometendo a qualidade do ensino. A **falta de infraestrutura** tecnológica, especialmente em regiões mais carentes, limita a aplicação dos conhecimentos adquiridos pelos professores, aumentando as desigualdades educacionais e sociais. Apesar de uma **formação pedagógica** sólida, muitas vezes ela não é ajustada ao ensino de Computação. Metodologias ativas, como aprendizado baseado em projetos e problemas, podem ser mais adequadas e precisam ser enfatizadas na formação. As questões **éticas e o impacto social da tecnologia**, como privacidade e automação, precisam ser incluídas nas discussões em sala de aula. Sem isso, a formação dos alunos pode ser superficial e tecnicista. A **falta de diversidade** na formação de professores pode perpetuar a sub-representação de mulheres e grupos minoritários na Computação, reforçando estereótipos e afastando talentos diversificados.

Para lidar com esses desafios, é necessário investir em atualizações constantes para os professores, infraestrutura tecnológica, metodologias de ensino adequadas e promoção da diversidade no campo da Computação. Além disso, os professores devem ser capacitados para desenvolver habilidades socioemocionais nos alunos, como criatividade e pensamento crítico, preparando-os para lidar com as responsabilidades éticas do uso da tecnologia.

18.6. Formas de promover mudanças futuras

A implementação efetiva do componente de Computação na BNCC depende predominantemente de políticas públicas robustas e de investimentos financeiros direcionados à formação e atualização contínua de professores da Educação Básica. Para que o ensino de Computação seja integrado de maneira eficaz nas escolas, é fundamental que os educadores recebam treinamento especializado e recursos adequados.

Nesse contexto, torna-se necessário equacionar a demanda por novas competências com políticas de valorização profissional, tais como redução de carga horária para formação, remuneração adequada e apoio institucional para a implementação de práticas inovadoras em sala de aula. Sem esse equilíbrio entre investimento, tempo e condições de trabalho, a política de inserção da Computação corre o risco de se transformar em mais um fator de pressão sobre os docentes, em vez de representar uma oportunidade de inovação e fortalecimento da prática pedagógica.

Parcerias com universidades que possuem uma fundamentação sólida e métodos educacionais avançados podem desempenhar um papel essencial nesse processo. As parcerias podem ser concretizadas por meio de convênios entre secretarias de educação e instituições de ensino superior, envolvendo projetos de extensão, estágios supervisionados e grupos de pesquisa aplicados ao contexto escolar. As universidades têm experiência e qualificação para oferecer programas de formação e atualização que formem os professores com o conhecimento e as habilidades necessários para ensinar Computação de forma eficaz. Por exemplo, a criação de programas estruturados em níveis progressivos, podem permitir que professores em exercício avancem gradualmente na apropriação dos

conceitos de Computação. Esses programas podem ser ofertados em formato piloto e híbrido, e fomentados por programas nacionais, com acompanhamento sistemático de resultados. Certificações reconhecidas pelo MEC podem garantir legitimidade e estimular a adesão dos profissionais.

Além disso, as universidades tem o potencial de combinar a produção acadêmica com práticas extensionistas, podendo criar programas que não apenas capacitem os professores, mas também envolvam diretamente os alunos e a comunidade no aprendizado da Computação. Tais iniciativas podem incluir workshops, seminários e projetos colaborativos que demonstram a aplicação prática dos conceitos científicos e tecnológicos.

Torna-se também essencial explicitar ações concretas para garantir inclusão e representatividade na formação docente. Sugere-se a implementação de políticas afirmativas, como oferta de bolsas direcionadas para mulheres, negros e povos indígenas, com a definição de metas claras de participação. Iniciativas de mentoria e redes de apoio, como o programa Meninas Digitais [4], podem ser expandidas e adaptadas para o contexto da licenciatura em Computação. É igualmente importante que os materiais pedagógicos reflitam diversidade racial, de gênero e regional, combatendo estereótipos históricos da área. A integração com marcos legais, como as Leis 10.639/2003 [1] e 11.645/2008 [2], reforça a necessidade de um currículo crítico, inclusivo e socialmente relevante.

Para que as iniciativas alcancem seus objetivos, é necessário estabelecer mecanismos de avaliação contínua. Entre os indicadores sugeridos estão: número de professores capacitados e sua permanência na área; observação da prática pedagógica por meio de rubricas de qualidade (integração curricular, uso de metodologias ativas, adequação dos recursos); e impacto direto no aprendizado dos estudantes, medido por testes diagnósticos e avaliações de conhecimento em Computação.

Por fim, a questão da infraestrutura também representa um desafio para a implementação plena da Computação na Educação Básica. O investimento estatal direto, por meio de programas do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, é fundamental, mas pode ser complementado com parcerias público-privadas envolvendo empresas de tecnologia. É igualmente necessário considerar as desigualdades regionais: escolas em áreas rurais e periferias urbanas tendem a enfrentar maior dificuldade de acesso a equipamentos e conectividade. Para mitigar essas disparidades, é possível considerar a adoção de estratégias híbridas, como o uso de dispositivos móveis dos próprios alunos e laboratórios compartilhados em polos regionais. Tais alternativas podem ampliar o alcance e a equidade na implementação da Computação, reduzindo a distância entre escolas com diferentes níveis de infraestrutura.

Cabe ressaltar que tais estratégias não podem prescindir de um investimento público robusto e contínuo. A sustentabilidade da formação em Computação na Educação Básica exige que o Estado assuma papel central no financiamento da capacitação docente, da atualização de conteúdos e da manutenção da infraestrutura.

Referências

- [1] Brasil. Lei n. 10.639, de 9 de janeiro de 2003. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.639.htm, 2003. Altera a Lei nº 9.394/1996

para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática ‘História e Cultura Afro-Brasileira’. Acesso em: 21 ago. 2025.

- [2] Brasil. Lei n. 11.645, de 10 de março de 2008. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm, 2008. Altera a Lei nº 9.394/1996 para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática ‘História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena’. Acesso em: 21 ago. 2025.
- [3] Brasil. Ministério da Educação. Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular. <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/computacao-na-educacao-basica-complemento-a-bncc>, 2022. Disponível em: MEC. Acesso em: 21 ago. 2025.
- [4] Sociedade Brasileira de Computação. Programa Meninas Digitais. <https://meninas.sbc.org.br/>, 2011. Iniciativa da SBC para incentivar a participação de meninas em Computação e áreas correlatas. Acesso em: 21 ago. 2025.

Capítulo

19

Formação de Professores de Computação de Etnias Indígenas

Edison Ishikawa, e Maristela Holanda

Abstract

Indigenous peoples, the original inhabitants of Brazil, continue to face significant challenges regarding their rights and livelihoods. The Brazilian Constitution and subsequent laws grant them various rights, including the right to education in their native languages and cultures, preserving these as vital aspects of their identity. A recent development is the National Digital Education Policy, which mandates the teaching of computing in Basic Education. Ensuring quality education in indigenous schools, however, remains a challenge. Integrating computing education with the community's culture, language, and the abstractions of computer science is something we do not yet know how to achieve. One potential solution is to educate indigenous individuals to become computer science teachers. This is the challenge we explore in this paper.

Resumo

Os indígenas, povo original do Brasil, ainda constituem uma minoria ameaçada por diversas mazelas da sociedade dita civilizada. A Constituição Federal e leis subsequentes estabeleceram diversos direitos e proteções a estes povos, dentre eles o direito a escolas indígenas onde a sua cultura e língua originária devem ser ensinadas, aprendidas e preservadas como algo vivo e essencial às suas almas. A Política Nacional de Educação Digital que obriga o ensino da Computação na Educação Básica é fato recente. Fornecer uma boa educação nas escolas indígenas é um desafio. Ensinar Computação, mesclando a cultura da comunidade, sua língua e as abstrações da Computação, então, é algo que ainda não sabemos como fazer. Um dos possíveis caminhos para isso é formar professores indígenas de Computação. É este desafio que propomos neste artigo.

19.1. Introdução

A formação de professores indígenas de Computação, atuantes em suas comunidades e utilizando suas línguas originárias ainda vivas, representa tanto um desafio quanto uma oportunidade para a inclusão digital desses povos e a valorização das culturas indígenas. Essa formação exige um conhecimento das realidades e necessidades dessas comunidades. Além disso, a formação do professor indígena tem uma especificidade: preparar um educador que seja conhecedor de sua própria cultura [Grupioni and Monte 2002], algo insubstituível para os povos originários do Brasil. A educação em Computação nas escolas indígenas muito mais do que um direito dos povos indígenas, é hoje um dever e uma obrigação do Estado brasileiro. Para isto é necessário a formação de professores de Computação indígenas e a produção de material didático de educação em Computação na língua originária desses povos.

A formação de professores indígenas tem-se apresentado como uma tarefa complexa tanto para os sistemas de ensino e suas instituições formadoras quanto para as próprias escolas indígenas e seus professores. Diante dessa complexidade, tem-se buscado soluções diferentes em várias localidades do país, não havendo, desse modo, um único modelo a ser adotado, dadas a heterogeneidade e a diversidade de situações sociolinguísticas, culturais, históricas, de formação e de escolarização vividas pelos professores indígenas e por suas comunidades. Neste contexto, este artigo apresenta um grande desafio da educação em Computação para os povos da etnia indígena, a formação de professores com a língua indígena materna em Computação. Esta formação se reveste de especial importância, pois serão eles os multiplicadores deste conhecimento, tão importante na atualidade.

19.2. Direitos dos Povos Indígenas a Educação em Computação

O Art. 210 da Constituição Federal (CF) 1988 em seu § 2º garante que o ensino fundamental regular será ministrado em língua portuguesa, assegurada às comunidades indígenas também a utilização de suas línguas maternas e processos próprios de aprendizagem. A CF de 1988 também estabelece o direito indígena à diversidade étnica e cultural no seu Art. 231 que reconhece aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições. Da mesma forma, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em seu Art. 32, § 3º, reafirma que o ensino fundamental será ministrado em Língua Portuguesa, assegurando às comunidades indígenas a utilização de suas línguas maternas e de seus próprios processos de aprendizagem. O § 2º do Art. 35 assegura que o ensino médio também será ministrado em Língua Portuguesa, garantindo às comunidades indígenas o direito ao uso de suas línguas maternas. Nas disposições gerais, o Art. 78 define que a União apoiará técnica e financeiramente os sistemas de ensino no provimento da educação intercultural às comunidades indígenas, desenvolvendo programas integrados de ensino e pesquisa. Já o Art. 79, § 3º, estabelece que a educação superior deve atender os povos indígenas nas universidades públicas e privadas, mediante a oferta de ensino, assistência estudantil e estímulo à pesquisa, além do desenvolvimento de programas especiais.

O Decreto Nº 6.861, de 27 de maio de 2009 dispõe sobre a Educação Escolar Indígena. O Plano Nacional de Educação (PNE) apresenta um capítulo sobre a Educação Escolar Indígena [Brasil 2001]. O plano estabelece a necessidade de criação da categoria

“escola indígena” para assegurar a especificidade do modelo de educação intercultural e bilíngue e sua regularização nos sistemas de ensino [Brasil 1996]. Apesar da legislação brasileira assegurar a construção de escolas, o direito a escola bilíngue que valorize suas línguas, são poucos investimentos para as escolas indígenas. De acordo com dados do Censo Escolar de 2021, o Brasil tem 3.466 escolas indígenas, sendo que 30% não têm energia e 63% não têm água potável [INEP 2022]. Além disso, de acordo com o Portal do Ministério da Educação (MEC), são 3.077 escolas sem biblioteca, 3.083 sem banda larga e 1.546 que não utilizam material didático específico.

Em 2022 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) Computação foi aprovada e em 2023 a Política Nacional de Educação Digital (PNED) foi promulgada pelo Congresso Nacional. A PNED alterou a LDB tornando obrigatório a Educação em Computação na Educação Básica. Isto aumenta a responsabilidade da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) em fomentar não só os cursos de Licenciatura em Computação, mas também a inclusão de alunos indígenas no seus quadros discentes.

A Resolução do Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno (CNE/CP) nº 1, de 7 de janeiro de 2015, instituiu as diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores indígenas em cursos de Educação Superior e de Ensino Médio. Art. 4º desta resolução define que formação inicial de professores indígenas deverá ser realizada em cursos específicos de Licenciaturas e pedagogias interculturais e, quando for o caso, em outros cursos de Licenciatura, como em um curso de Licenciatura em Computação. Mas neste caso, dependendo do caso, é necessário ter mecanismos de adaptação do PPC à realidade do aluno indígena destes cursos.

19.3. Formação de Professores Indígenas

O Ministério de Educação (MEC) possui um programa de formação continuada de professores em educação escolar indígena que apoia a formação continuada de professores para atuar nas escolas indígenas, em parceria com Instituições Públicas de Educação Superior (IPES). Este programa oferta cursos no nível de aperfeiçoamento e especialização, na modalidade à distância, por meio da Universidade Aberta do Brasil (UAB) e na modalidade presencial e semipresencial pela Rede Nacional de Formação Continuada de Professores na Educação Básica (RENAFOR). Em consulta ao Sistema e-MEC verificou-se que existem 83 cursos que podem ser classificados como de Licenciatura/Pedagogia Intercultural Indígena no Brasil¹. Estes cursos na sua maioria são genéricos, procurando dar uma formação que permita ao professor indígena ministrar as diversas disciplinas constantes da BNCC. As escolas podem participar deste programa apresentando a demanda de formação para as Secretarias Estaduais de Educação – SEDUC e Secretarias Municipais de Educação (SEMED) que a validam e encaminham ao Fórum Estadual Permanente de Apoio à Formação Docente. O Fórum elabora o Plano Estratégico de Formação docente e o encaminha ao Comitê Gestor da Rede Nacional de Formação/MEC, responsável pela sua aprovação e apoio financeiro².

¹<https://emec.mec.gov.br/emec/nova>, consulta realizada em 23/09/2024 às 16:06 h

²<http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/17450-programa-de-formacao-continuada-de-professores-em-educacao-escolar-indigena-novo>

Existem cursos de formação de professores indígenas mais específicos, como os da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Conselho Indigenista Missionário (CIMI), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT), Universidade do Estado do Amazonas (UEA), e Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), exemplificados a seguir, mas nenhum específico de Professor de Computação.

A UFMG possui um curso com oito semestres de Formação Intercultural para Educadores Indígenas (Licenciatura)³. O curso tem como referência a interculturalidade e o multilinguismo, considerando as várias formas de uso da língua pelas comunidades indígenas, a especificidade de cada população indígena e a relação entre conhecimento tradicional indígena e conhecimento acadêmico. A Formação Intercultural para Educadores Indígenas (FIEI) ocorre em etapas intensivas, na UFMG, e etapas intermediárias em área indígena, e se organiza em quatro áreas de conhecimento: Matemática; Ciências da Vida e da Natureza; Ciências Sociais e Humanidades; Línguas, Arte e Literatura. A Formação Intercultural para Educadores Indígenas é um curso regular da UFMG desde 2009, que visa formar educadores indígenas para atuarem em suas comunidades. O curso da UFMG é voltado para a formação de professores que atuarão nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio das aldeias dos povos indígenas. O curso tem duração de 8 semestres. Para concorrer as vagas do curso é necessário que o(a) candidato(a) declare-se indígena e seja reconhecido como membro legítimo do povo indígena com o qual mantém vínculos identitários e participe do processo seletivo específico organizado pela UFMG.

O CIMI possui um programa de formação para professores indígenas e ribeirinhos de classes multisseriadas na região do médio Rio Purus (AM)⁴. Uma nova proposta metodológica foi criada pelos professores e a equipe do CIMI Regional Norte 1 que atua na região do médio rio Purus, junto com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) de Lábrea, no Amazonas, e outras seis instituições parceiras – entre elas, a Federação das Organizações e Comunidades Indígenas do Médio Purus (FOCIMP). Esse coletivo vem desenvolvendo uma série de atividades educativas e de pesquisa sobre a educação rural da região. Entre essas atividades estão os cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) para professores de classes multisseriadas do campo, da floresta e indígenas, que estão sendo realizados nos municípios de Pauini, Lábrea e Canutama, e que fazem parte do Observatório em Educação do Campo/Floresta e Indígena da Região do Médio Purus (OECFIMP).

A UFAM possui um curso de Formação de Professores Indígenas⁵. O curso em nível superior, forma professores de acordo com a perspectiva intercultural crítica, interdisciplinar e voltada ao fortalecimento cultural e linguístico, para atuarem nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio nas áreas de: Ciências Humanas e Sociais; Ciências da Natureza; e Linguagens. Cada turma em conjunto com o corpo docente decide o conteúdo que é mais necessário para sua etnia/comunidade.

O estado do Mato Grosso tem atuado na formação dos indígenas, como o apresentado no Projeto Tucum que são políticas públicas e formação de professores indige-

³<https://www.ufmg.br/mostra/curso/formacao-intercultural-para-educadores-indigenas-Licenciatura/>

⁴<https://cimi.org.br/2022/04/formacao-professores-indigenas-ribeirinhos-medio-purus/>

⁵<https://faced.ufam.edu.br/formacao-de-professores-indigenas.html>

nas [Barros 1997][Peggion 2003]. No mesmo estado, a UNEMAT⁶ possui a Faculdade Indígena Intercultural. A Instituição oferece o curso de Licenciatura Indígena Intercultural para formação de professores indígenas, com três habilitações: Línguas, Artes e Literatura; Ciências Matemáticas e da Natureza; e Ciências Sociais, além da Pedagogia Intercultural Indígena.

A UEA também possui um curso de Licenciatura Plena para Professores Indígenas do Alto Solimões⁷, com sete habilitações: Língua Indígena Ticuna, Língua Portuguesa e Literatura e Espanhol; Língua Indígena Kokama, Língua Portuguesa e Literatura e Espanhol; Artes e Educação Física, Biologia e Química; Física e Matemática; História e Geografia; Antropologia, Sociologia e Filosofia. Este curso se propõe a formar Professores Indígenas do Alto Solimões para gerir a educação escolar indígena em suas comunidades, em consonância com Diretrizes pertinentes a Educação Indígena de um ensino diferenciado e específico e as expectativas formuladas pela comunidade. Os professores são formados para atuar nas séries finais do ensino fundamental e ensino médio nas escolas indígenas de suas comunidades como professores e gestores dos sistemas de educação escolar indígena nos municípios de Tabatinga, Benjamin Constant, Atalaia do Norte, Santo Antonio do Iça, Amatura, São Paulo de Olivença e Tonantins.

A UNIFESP, recentemente, criou o seu curso de Licenciatura Intercultural Indígena (LINDI)⁸. A Universidade Federal da Bahia (UFBA) também está lançando o seu curso de Licenciatura Intercultural Indígena. Existem várias iniciativas de cursos de formação de professores indígenas genéricos, mas nenhum específico de Professor de Computação.

Além dos cursos voltados para os povos indígenas, existe a necessidade de cursos de Licenciatura em Computação no Brasil se adaptarem à inclusão dos alunos indígenas. A Universidade de Brasília, tem três alunos indígenas da etnia Ticuna em Licenciatura da Computação, e o departamento está criando projetos para um ensino mais inclusivo em um ambiente universitário[Araújo et al. 2024].

19.4. Experiência da Universidade de Brasília

A Universidade de Brasília (UnB) possui a Coordenação da Questão Indígena (COQUEI) ligada à Secretaria de Direitos Humanos da UnB. A COQUEI realiza o acompanhamento dos estudantes indígenas da UnB, fornecendo apoio psicopedagógico e auxiliando cada um no desenvolvimento de estratégias de enfrentamento aos desafios colocados em razão de suas especificidades no Ensino Superior (Graduação e Pós-Graduação). Cabe a COQUEI, entre outras missões propor, coordenar e executar políticas, programas e ações voltados para a eliminação do racismo e da discriminação étnica no âmbito da UnB; atuar transversalmente nas áreas de ensino, pesquisa e extensão com temas relativos às/aos indígenas; promover a discussão, no âmbito da UnB, acerca da diversidade dos povos indígenas; promover o acolhimento e acompanhamento da comunidade indígena da UnB;

⁶<https://www3.seduc.mt.gov.br/-/11628774-seduc-investe-na-qualificacao-de-professores-da-educacao-escolar-indigena>

⁷<https://cursos1.uea.edu.br/index.php?dest=view&mode=apresentacao>

⁸<https://www.educacao.sp.gov.br/pela-primeira-vez-educacao-de-sp-formara-professores-indigenas-em-Licenciatura-exclusiva-da-unifesp/>

articular, propor e elaborar, em parcerias com os demais setores da Universidade, políticas que promovam a permanência e diplomação das/os estudantes indígenas, e que atentem e respeitem as suas particularidades; atuar como espaço de referência para estudo, pesquisa e extensão sobre a temática indígena; e mediar as relações e processos entre os estudantes indígenas da UnB e outros setores;

A COQUEI, em conjunto com os Acadêmicos Indígenas da UnB (AAIUnB), o Decanato de Ensino de Graduação (DEG) e demais parceiros envolvidos no processo (MEC, FUNAI, professores), é responsável pela coordenação do vestibular indígena da UnB

19.4.1. Vestibular Indígena

O Vestibular Indígena da UnB é uma política de ação afirmativa aprovada em junho de 2003 pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da UnB. Ele é amparado por um Acordo de Cooperação Técnica entre a Funai e a UnB. O processo seletivo destinado à inclusão de estudantes indígenas que vivem em comunidades espalhadas pelo interior do país consta de uma prova de conhecimentos (prova objetiva e redação) e uma entrevista. O vestibular é realizado em Porto Real do Colégio/Aldeia Kariri-Xocó (Alagoas); Jatobá (Pernambuco); Manaus (Amazonas); Tabatinga (Amazonas); São Gabriel da Cachoeira (Amazonas); Brasília (DF); e Cuiabá (Mato Grosso), todos nos mesmos dias para atender os candidatos de comunidades indígenas em locais de difícil acesso. As vagas para o vestibular indígena são vagas suplementares ofertadas pelas diversas unidades acadêmicas da UnB.

19.4.2. Alunos Indígenas da Licenciatura em Computação da UnB

Os alunos indígenas do curso de Licenciatura em Computação da UnB são todos da etnia Ticuna. Os Ticunas são o povo indígena mais numeroso do Brasil, totalizando mais de 46 mil cidadãos (Tabela 1.1). Eles vivem na região do Alto Solimões, na tríplice fronteira Brasil-Perú-Colômbia. Sendo que existem aproximadamente 8 mil Ticunas na Colômbia e 7 mil no Peru. A Língua Ticuna é considerada uma língua isolada, sem nenhum outro parentesco no mundo. É uma língua complexa do ponto de vista linguístico, fonológico e sintático. É o idioma autóctone mais falado no Brasil (Tabela 1.2). Os Ticunas são um dos poucos povos que preserva sua língua original.

O Censo Demográfico do IBGE de 2010 [IBGE 2010], ao adotar uma nova metodologia para a coleta de dados sobre a população indígena, contribuiu significativamente para a compreensão da diversidade cultural e linguística dos povos indígenas brasileiros. Este censo investigou o pertencimento étnico e as línguas indígenas faladas, além de identificar a população residente nas Terras Indígenas e fora delas. A identificação de um número maior de indígenas, especialmente aqueles que residem em terras indígenas, revela a importância de políticas públicas que promovam a inclusão digital e a valorização das culturas indígenas, principalmente no que diz respeito à preservação de suas línguas maternas [Harrison 2007].

Na Tabela 1.2, a Língua Indígena Geral Amazônica foi retirada por ser considerada uma língua extinta. As línguas Kaingang e Terena são classificadas como línguas

Tabela 19.1. População das 6 maiores etnias por localização de domicílio - Brasil - 2010

Total		Em terras indígenas		Fora das terras indígenas	
Etnia	População	Etnia	População	Etnia	População
Ticuna	46045	Ticuna	39349	Terena	9626
Guarani Kaiowá	43401	Guarani Kaiowá	35276	Baré	9016
Kaingang	37470	Kaingang	31814	Guarani Kaiowá	8125
Makuxi	28912	Makuxi	22568	Múra	7769
Terena	28845	Yanomami	20604	Guarani	6937
Tenetechara	24428	Tenethara	19955	Ticuna	6696

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

ameaçadas de extinção pela UNESCO ⁹.

Tabela 19.2. Pessoas com 5 anos ou mais de idade com indicação das 6 línguas vivas com maior número de indígenas, por localização de domicílio - Brasil - 2010

Total		Em terras indígenas		Fora das terras indígenas	
Língua	Pessoas +5	Língua	Pessoas +5	Língua	Pessoas +5
Ticuna	34069	Ticuna	30057	Tikuna	4012
Guarani Kaiowá	26528	Guarani Kaiowá	24368	Tukano	2670
Kaingang	22027	Kaingang	19905	Guarani Kaiowá	2160
Xavante	13209	Yanomami	12301	Kaingang	2122
Yanomami	12706	Xavante	11733	Guarani Mbya	2106
Guajajára	9502	Guajajára	8269	Terena	1890

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Todos os alunos Ticunas cursaram as escolas indígenas de suas comunidades. Apesar do vestibular indígena cobrar especificamente o português, um aluno chegou sem falar português e os outros dois com grandes dificuldades em se expressar em português. A coordenadora indígena da UnB relatou que os alunos decoram o português para passar no vestibular. Em uma atividade de supervisão de estágio obrigatória em Licenciatura em Computação, um dos professores autor deste artigo relatou este fato aos alunos. E um dos alunos falou que chineses decoravam o inglês para passar no TOEFL e estudar em universidades americanas. Da fato, esta dissertação relata este caso ¹⁰. Ou seja, o primeiro desafio foi estes alunos aprenderem o básico de português. Passados dois anos, dois alunos já dominam razoavelmente o português e o segundo está quase atingindo este nível.

O segundo desafio foi ensinar pensamento computacional e programação. Para estes desafios, os alunos indígenas desenvolveram durante um ano livretos, como o "Algoritmo: Construa seu primeiro algoritmo em Português e Ticuna" e Programação: Crie

⁹Uma língua extinta é uma língua que não tem mais quaisquer falantes nativos, especialmente se não há mais descendentes vivos ou falantes desta língua como uma segunda língua [Grenoble and Whaley 2005] Uma língua morta é uma língua que não é mais língua materna de qualquer comunidade, mesmo que ainda seja utilizada em outros contextos, como o latim [Matthews 2014]. Já uma língua adormecida é uma língua morta que é usada como um símbolo de identidade étnica [Schwartz 2018, Leonard 2008].

¹⁰<https://scholarworks.calstate.edu/downloads/6d5700642>

o seu primeiro programa em Python. Todo o livro foi escrito em português e em Ticuna, com as páginas ímpares em português e as pares em Ticuna. O material contém diversos exemplos práticos diretamente conectados às experiências diárias dos estudantes. Por exemplo, a Figura 1.1 ilustra como um dos estudantes Ticuna (um dos coautores do livreto) atravessa o rio que margeia sua comunidade — tanto em português quanto em Ticuna.

O livro foi diagramado pelos alunos extensionistas do projeto, e a arte foi criada por um dos alunos indígenas. O “cocar” presente na capa significa sabedoria, ligação com a natureza e respeito. As páginas internas são coloridas e remetem a símbolos existentes na região onde eles vivem, como araras e outros elementos da natureza [Holanda et al. 2025a, Holanda et al. 2025b].

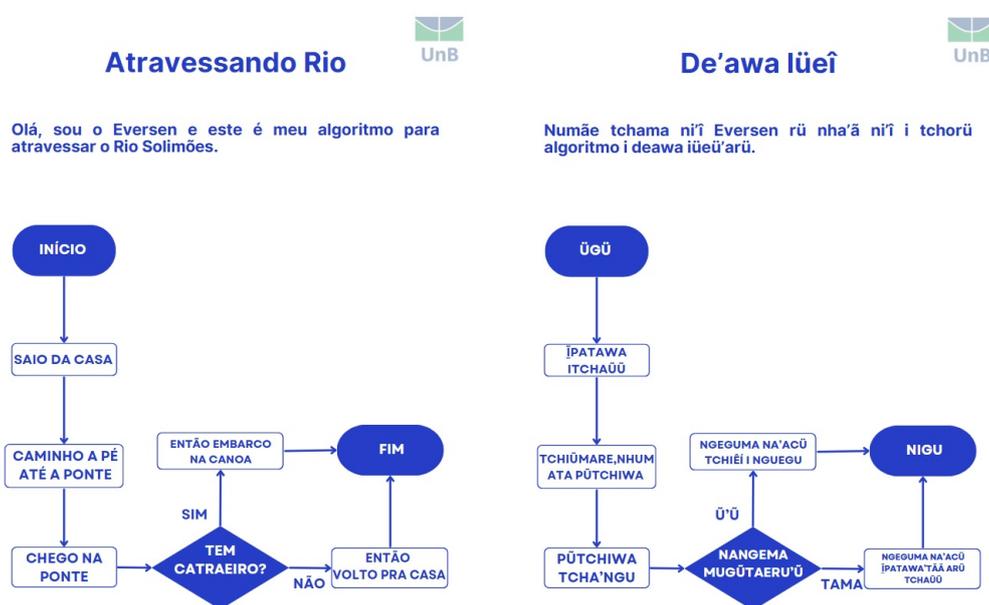


Figura 19.1. Fluxograma em Português e Ticuna.

O terceiro desafio é ensinar a matemática básica ([Araújo et al. 2024]) e os fundamentos da matemática discreta. A parte de matemática discreta, os alunos indígenas estão conseguindo entender e aprender. No entanto, a matemática do contínuo, necessária à disciplina de Cálculo 1 e 2, álgebra linear e álgebra é um desafio ainda em aberto.

O currículo atual do curso de Licenciatura em Computação da UnB é muito rígido. Não prevê a flexibilidade necessária que a legislação permite nestes casos. O NDE do curso de Licenciatura em Computação da UnB está estudando como flexibilizar o PPC para estes casos.

19.5. Considerações Finais

A formação de professores de Computação em quantidade para atender as necessidades da sociedade brasileira já é um desafio grande. Formar professores de Computação indígenas é um desafio maior. A diversidade de povos indígenas, de línguas indígenas e de culturas

exige uma coordenação de esforços da comunidade de Computação para incluir estes brasileiros na era digital. Novas práticas e métodos para educação em Computação para cada etnia indígena que preserva sua língua originária são necessários. Além disso, não se pode esperar que eles levem ou o dobro ou o triplo do tempo para retornarem como professores de Computação às suas comunidades. Este é um processo que pode levar uma geração até que os alunos destas escolas indígenas ingressem por concorrência universal em cursos superiores cujas abstrações inexistem na sua cultura. Por isso a necessidade de pesquisar modelos de diretrizes curriculares flexíveis, adaptativas e sustentáveis para atender os alunos indígenas e suas culturas nos cursos de Licenciatura em Computação. Consideramos que a Educação em Computação para indígenas na sua língua original é um avanço da Computação.

Por fim, não basta ter de forma teórica o tema diversidade e inclusão no projeto pedagógico de Computação, é preciso que professores e alunos de Computação convivam com a diversidade e participem do processo de inclusão das minorias no seu dia-a-dia, principalmente em um curso de Licenciatura em Computação. Os futuros professores não só aprendem mais Computação ao ensinar Computação a estes colegas, mas entendem na prática o desafio do processo de ensino e aprendizagem que irão enfrentar nas escolas públicas, além de se tornarem seres humanos melhores. Para fazer frente a este desafio, a SBC precisa promover estudos que visem orientar seus associados e IES para formar professores de Computação indígenas.

Referências

- [Araújo et al. 2024] Araújo, A., Silva, W., Ishikawa, E., and Holanda, M. (2024). Literacia computacional aplicado ao aprendizado da matemática básica na formação inicial do professor de computação indígena da educação básica. In *Anais do XXXII WEI*, pages 703–714. SBC.
- [Barros 1997] Barros, E. P. d. (1997). Projeto tucum-políticas públicas e formação de professores indígenas no estado de mato grosso. *Encontro Anual ANPOCS*, 21.
- [Brasil 1996] Brasil (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*.
- [Brasil 2001] Brasil (2001). As leis e a educação escolar indígena. In *Programa Parâmetros em Ação de Educação Escolar Indígena*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental.
- [Grenoble and Whaley 2005] Grenoble, L. A. and Whaley, L. J. (2005). *Saving languages: An introduction to language revitalization*. Cambridge University Press.
- [Grupioni and Monte 2002] Grupioni, L. D. B. and Monte, N. L. C. (2002). Referenciais para a formação de professores indígenas. Brasília, DF: Secretaria de Educação Fundamental – SEF/MEC.
- [Harrison 2007] Harrison, K. D. (2007). *When languages die: The extinction of the world's languages and the erosion of human knowledge*. Oxford University Press.

- [Holanda et al. 2025a] Holanda, M., Costa, A. D. N., and Ishikawa, E. (2025a). Ensinando algoritmo para estudantes indígenas da comunidade ticuna. In *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 564–572. SBC.
- [Holanda et al. 2025b] Holanda, M., Ishikawa, E., and Da Silva, D. (2025b). Teaching algorithms to indigenous students of brazil’s amazon. In *Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, pages 1475–1476.
- [IBGE 2010] IBGE (2010). *Indígenas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro :. <https://indigenas.ibge.gov.br/> . Acesso em 20/08/2024 às 18:21 horas.
- [INEP 2022] INEP (2022). Apresentação coletiva - censo escolar 2021. Acesso em: 28 de março de 2024.
- [Leonard 2008] Leonard, W. Y. (2008). When is an “extinct language” not extinct. *Sustaining linguistic diversity: Endangered and minority languages and language varieties*, pages 23–33.
- [Matthews 2014] Matthews, P. H. (2014). *The concise Oxford dictionary of linguistics*. OUP Oxford.
- [Peggion 2003] Peggion, E. (2003). Educação e diferença: a formação de professores indígenas em mato grosso. *Em Aberto*, 20(76).
- [Schwartz 2018] Schwartz, S. (2018). The predicament of language and culture: advocacy, anthropology, and dormant language communities. *Journal of Linguistic Anthropology*, 28(3):332–355.

Capítulo

20

Implementação da Computação na Educação Básica: Por uma Pedagogia do Sentido da Vida

Jorge Henrique Cabral Fernandes

Abstract

Taking into account the precarious conditions of Brazilian society and its educational system, the text presents some practical, scientific, and philosophical challenges generated by the demand for the introduction of computer literacy into basic education. It then explores the epistemological conditions and possibilities of computing and the uncertainties surrounding the appropriate implementation of this educational policy. Some questions for debate are presented, culminating in the need to give a political, humanistic, and existential meaning to the introduction of this knowledge.

Resumo

Partindo da precária condição da sociedade brasileira e de seu sistema educacional, o texto discute aspectos práticos, científicos e filosóficos gerados pela demanda de introdução dos conhecimentos de computação na educação básica. São exploradas as condições e possibilidades epistemológicas da computação e as incertezas que cercam a implementação adequada dessa política educacional. Algumas questões são apresentadas para debate, culminando na necessidade de dar um sentido político, humanístico e existencial à introdução desse conhecimento.

Tópicos: Computação na Educação Básica, Inteligência Artificial na educação, Educação em aspectos éticos, morais, e pensamento crítico na Computação

20.1. Introdução

20.1.1. Contexto Social Brasileiro

Sob vários parâmetros o Brasil é um dos países mais desiguais e brutais do mundo. As diferenças de renda entre os estratos sociais são profundas e históricas, decorrê-

cia de uma sociedade colonial escravocrata cujas elites insistem em manter uma estrutura social injusta [Sodré 2023]. São reflexo da sociedade brasileira as precariedades no seu sistema educacional, com destaques para a nossa universalização escolar tardia [Trevisol e Mazzioni 2018] e o contingente de 9,1 milhões de analfabetos ainda existente em 2024.

Comparados [OECD 2024] os sistemas educacionais de nível superior e básico no Brasil, as disparidades de investimentos bem como as disparidades salariais entre professores também refletem uma visão conservadora das elites, que mantém e financia um sistema educacional superior público que apenas de forma lenta se engaja na causa da educação básica [Cátedra Alfredo Bosi de Educação Básica 2023]. Apesar dos planos educacionais nacionais, continuam sendo de interesse secundário no ensino superior as licenciaturas e as ações extensionistas, que fortalecem as interfaces da universidade com a base da sociedade.

Seriam as origens desses problemas deficiências no pensar sistêmico oriundas de formações disciplinares isoladas das lideranças acadêmicas?¹. Estariam tais deficiências combinadas com falta de vontade política para realocar recursos que poderiam romper com o modelo tradicional de sociedade brasileira vigente há séculos?

Os recentes robustecimentos do PIBID e ENADE representam avanços, mas com exceção de áreas como saúde pública, meio ambiente, energia e educação, o meio acadêmico brasileiro é bem mais efetivo e compelido a lidar com a agenda de pesquisa internacional e dialogar com atores externos [Sodré 2012, CGEE 2025, Valente e Paixão 2018], que a enfrentar os complexos problemas e oportunidades de diálogo com a base da nossa desigual sociedade.

Na educação básica do Brasil, além do financiamento público, são evidentes os problemas com alfabetização, letramentos em matemática, língua portuguesa e ciência; com a qualidade, composição e salários dos quadros de professores; com infraestrutura e violência; com métodos de ensino e gestão escolar, entre outros.

Não existem soluções de curto prazo. Os professores licenciados que a educação superior forma em condição inicial geram efeitos educacionais por 40 anos, e aqueles que já estão no sistema precisam intensificar suas formações continuadas, sugerindo necessidade de rompimento do paradigma científico atual, e em benefício de uma carente sociedade brasileira que vive em um pujante e diverso espaço biogeográfico e cultural, mas que é injustamente exposta a riscos de rupturas globais. Carecemos de soberania e autonomia, nela incluída a autonomia científica e filosófica [Santos 2010].

20.1.2. Demanda pela Computação na Educação Básica

A demanda pelo aporte abrangente de conhecimentos da computação na educação básica, obrigatório a partir da aprovação da Lei de Educação Digital e seus desdobramentos, inclusive relativos a financiamento, cria crises e oportunidades para revisar e propor soluções criativas para vários dos problemas da educação brasileira. O currículo prescrito

¹Não seria “problema” da educação superior o fato de que o fluxo de estudantes mal preparados que ela recebe ser consequência dos problemas de qualidade na educação básica. Apenas no médio e longo prazo tais problemas poderiam ser melhor resolvidos se essa educação superior se comprometesse mais com a melhoria da educação básica, especialmente com a formação inicial e continuada de professores.

pelo Complemento à BNCC[MEC 2022] é um importante ponto de partida, mas quanto refletindo sobre as dificuldades enfrentadas por programas destinados à inserção operacional do uso de computadores em escolas, como o PROINFO [Tokarnia 2013], é razoável estimar que mantido o modelo atual pelo menos mais 40 anos serão necessários para que se tenha avanços significativos em uma educação e escolar que incorpora conhecimentos de computação alinhados à necessidade da sociedade. Quanto impacto gera inserir mais uma “caixinha” de conteúdo sobre computação dentro do apertado planejamento e tempo escolares?

É razoável que a sociedade espere mais meio século para alcançar avanços? Devemos nos conformar com essas previsões pessimistas? Devemos continuar com a ilusão de que a simples aquisição e introdução de artefatos computacionais em laboratórios na escola trará melhorias espontâneas? Não seria urgente e necessária uma integração prática e operacional, mas também crítica e política, para aporte de conhecimentos de computação na escola como já fazem os jovens na exploração ativa do conhecimento feita fora dela?

20.1.3. Impacto da Computação na Sociedade da Informação e do Conhecimento

A sociedade da informação e do conhecimento se mostra evidente com a expansão da Internet e Web a partir dos anos 1990, com o elevado poder computacional e comunicacional posto nas mãos de bilhões de habitantes através dos *smartphones* a partir de 2010, e com a recente emergência dos chats de IA generativa a oportunizar o consumo líquido de conhecimento - pelo enquanto a bolha de investimentos não estoura - acionável na forma de texto, imagem, áudio, vídeo e código, não sem alucinações eventuais e consequências socioambientais.

À sociedade brasileira, bem como às demais sociedades no mundo, se apresentam inúmeros cenários de futuros, sendo inegáveis as transformações culturais, econômicas e políticas ocorridas em poucas décadas, anos e agora meses, com o avanço da computação ultrapassando a Lei de Moore. Algumas dessas transformações tem sido desejáveis, gerando maiores avanços positivos na solução de problemas relevantes, especialmente aqueles de alta complexidade e acesso aos estratos superiores da sociedade. Entretanto, tais avanços não se mostram capazes de resolver problemas existenciais que mais afetam os menos favorecidos, tais como mudanças climáticas, esgotamento de recursos naturais e biodiversidade, aumento da desigualdade e concentração de renda, violência e guerras. A lógica subjacente aos recentes avanços da IA generativa, dependente de elevados investimentos especulativos[Morrow 2025], agora ameaça a condição do trabalho como elemento da dignidade humana.

É necessário ser assim? Deveria ser assim? Cientistas, professores, cidadãos e agentes do serviço público devem ser conformar com esses rumos, especialmente em um país cuja ciência é predominantemente financiada com recursos públicos?

Em suma, a computação é uma forma de conhecimento poderosa, atuante de forma intensa em estratos prático-tecnológicos, científicos e filosóficos, potencialmente capaz de produzir grande transformação em pouco tempo, quando conduzida com propósito firme. Poderia ela ser usada para acelerar a transformação da educação básica do Brasil para equacionar problemas sociais centenários?

Em busca de respostas, este texto se apoia na combinação de duas análises: Finalidades da Educação e Natureza da Docência; e Epistemologia da Computação. Sobre a primeira, argumenta-se a necessidade de melhor conhecer o que é educação e pedagogia, apresentando-se similaridades e contrastes de papéis entre professores de computação na educação básica e superior. Sobre a última, explora-se filosoficamente de que forma o conhecimento da ciência da computação tem sido acionado, e como precisa ser acionado para manter-se relevante para a sociedade brasileira.

O argumento conclui apresentando reflexões sobre as responsabilidades das partes, e de forma mais específica os papéis dos docentes no cumprimento de suas finalidades de aportar conhecimentos abrangentes de computação na educação básica, sejam aqueles que atuam de forma direta na escola, sejam os que formam os formadores.

20.2. Finalidades da Educação e Natureza da Docência

Sendo o autor deste argumento atuante por 32 anos em docência superior, e que apenas nos últimos anos buscou aprofundar sua compreensão das questões peculiares que envolvem formação de licenciados e pedagogos, por experiência própria cabe supor ser difícil ter clareza do papel que deve desempenhar um professor no sistema de educação básica. Evidência dessa condição não é requisito usual para a contratação no cargo de professor no ensino superior a compreensão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, de outras normas que regem a educação brasileira, bem como da história, filosofia e sociologia da educação. Isso ocorre inclusive para os que lecionam em cursos de licenciatura. Pondero que é cada vez mais necessário exigir-se esse requisito, obrigatório em vários outros países, sendo a continuidade dessa ausência mais um atestado da forma leniente com a qual a educação superior lida com os problemas da educação básica no Brasil.

O principal papel da docência não é a instrução efetiva sobre o conhecimento curricular sob sua regência de sala, mas sim o aproveitamento dessa oportunidade de convivência para alcançar “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” [Brasil 1996]. Esse “pleno desenvolvimento”, não pode vir a ser a formação de “desenvolvedores [de software] plenos”, o exercício da cidadania não seria preparar consumidores e produtores de serviços digitais, nem a qualificação para o trabalho seria encaminhar e estudantes para aproveitar as oportunidades do mercado. É fundamental o desenvolvimento da crítica, criatividade e reflexão, como instrumentos de autonomia do sujeito [Freire 1996, Neder 2010, Grossman et al. 2009].

Enquanto no sistema educacional superior se trabalha com ênfase na individuação, na educação básica, especialmente no ensino fundamental, há necessidade de fortalecer a socialização [Sodré 2012]. Dessa forma, por definição e requisito legal, o desafio de trazer conhecimento computacional para a educação básica não é o do desenvolvimento de mentes operadoras de saberes computacionais desconectados e descontextualizados, mas sim de desenvolver jovens mentes capazes de integrar tais saberes na operação entre pares e com todos os demais campos de conhecimento escolar, profundamente ligados e comprometidos, de forma refletida, com o contexto e problemas sociais nos quais a escola se insere.

Professores são profissionais cuja missão é tornar melhores aquelas pessoas com

as quais se relacionam, o que também os torna melhores por meio de processos continuamente reflexivos [Grossman et al. 2009]. Isso remete à necessidade de trabalhar com modelos mentais de professores de computação em formação, para além da visão de mundo composto por sistemas e interfaces, para que se alcance a visão de um mundo computacional construído por pessoas autônomas articuladas em redes, que fortalecem seus espaços de identidade cultural, com visão holística e pensar sistêmico complexo.

Os professores de computação que estamos formando conseguem refletir crítica e eticamente sobre as implicações do conhecimento que vão lecionar?

20.3. Epistemologia da Computação

Epistemologia é o estudo da natureza, finalidades, possibilidades e limites do conhecimento, estabelecido na relação entre sujeitos cognoscentes e objetos ou fenômenos cognoscíveis (passíveis de serem conhecidos). Numa epistemologia da [ciência da] computação - ou seja, numa filosofia da ciência da computação - se investiga metacientificamente a natureza, finalidades, possibilidades e limites da computação enquanto fenômeno gerado por objetos computacionais observados por sujeitos cognoscentes humanos [cientistas, observadores]. Em outras palavras, os objetos computacionais são aquilo que o cientista da computação precisa conhecer, e eles se manifestam plenamente nas implementações - e consequências - práticas e não apenas em suas formulações teóricas ou nos parâmetros de desempenho dos modelos simulados (*in vitro*).

Quais as responsabilidades dos cientistas perante as implementações e consequências dos sistemas criados a partir das teorias e modelos que desenvolve, possivelmente compostas por outras teorias e modelos?

Para analisar melhor tal pergunta pode-se recorrer às condições nas quais um campo científico qualquer se mantém relevante, segundo [van Gigch 1989] (Figura 1.1).

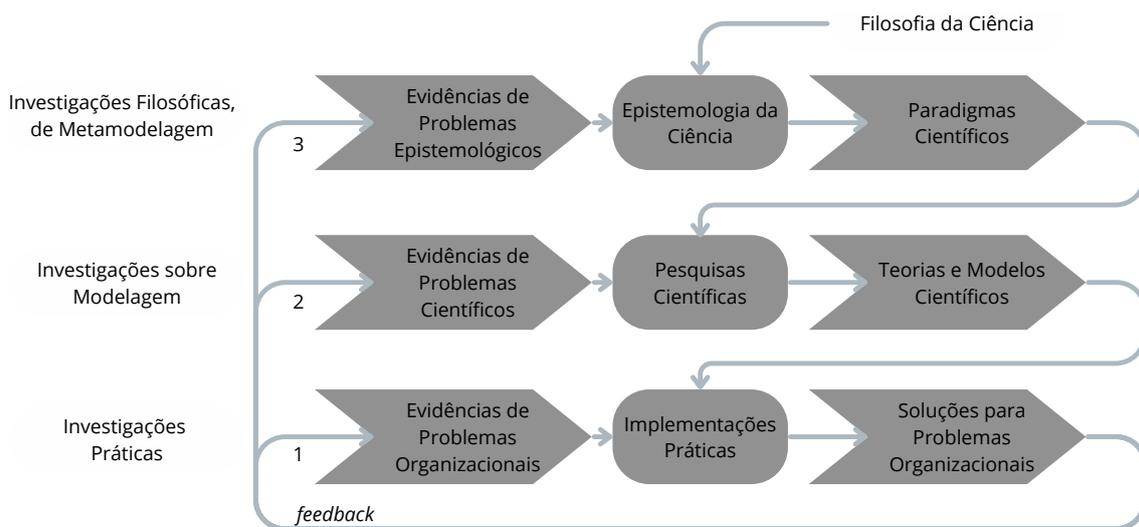


Figura 20.1. Hierarquia de níveis epistemológicos. Adaptado de [van Gigch 1989]

Segundo [van Gigch 1989], é necessário que coexistam três sistemas de investigação hierarquizados: (1) Um sistema central, de Investigações sobre Modelagem, onde

cientistas se alimentam de Evidências de Problemas Científicos e produzem Teorias e Modelos; (2) um sistema de abstração de nível inferior, de Investigações Práticas, onde praticantes se alimentam de evidências de problemas de organizações humanas, e criam Implementações Prática de Teorias e Modelos que buscam solucionar Problemas Organizacionais, sendo que essas Soluções estimulam novas evidências de problemas organizacionais, científicos e epistemológicos (laços de *feedback* 1, 2 e 3)); e (3) um sistema superior, de Investigações Filosóficas e Metamodelagem, que alimenta filósofos com questões sobre a natureza, finalidades, possibilidades e limites da ciência específica, gerando novos Paradigmas Científicos, que são formas de renovar uma ciência com paradigma esgotado [Kuhn 2001].

Os laços de *feedback* 1, 2 e 3 tem intensidade decrescente em ordens de magnitude: implementações práticas são rotineiras e em profusão; teorias e modelos são gerados com regularidade; paradigmas levam décadas para serem superados.

Conceitualmente, a ciência da computação opera construindo e analisando (*in vitro*) as mais diversas Teorias e Modelos Computacionais, gerando insumos - especialmente software e modelos arquiteturais computacionais. No nível 1, inspira a construção prática de uma miríade de sistemas que geram soluções (*in vivo*) para problemas organizacionais. O *status* social alcançado pela ciência da computação é decorrente de seu forte impacto no nível Prático, Tecnológico, do mundo digital, com suas redes de máquinas computacionais a induzir a comunicação e controle de redes humanas. Os operadores desse nível Prático coletam dados e se realimentam intensamente para gerar Soluções para uma inúmera gama de problemas. Os operadores e seus usuários geram o mundo digital, que transforma a cultura humana em algo intensamente orientado a dados, cada vez mais armazenados e transmitidos em alta velocidade.

No intenso ciclo das Investigações Práticas feitas pelos operadores nas organizações humanas - detentoras do capital computacional necessário para gerar os processos computacionais que dão “vida” às teorias e modelos - ao se analisar o usuário enquanto sujeito cognoscente em sua relação com Implementações Práticas Computacionais, está se tratando de uma epistemologia do mundo digital. Nessa epistemologia, a consequência concreta da implementação prática da ciência é a redução significativa do conhecimento desse usuário sobre a natureza, as finalidades, possibilidades e limites das Implementações Práticas que usa, quando comparado ao aumento significativo do conhecimento obtido pelas organizações operadoras, criadoras dessas Implementações e concentradora do *feedback* sobre o que ocorre com o usuário.

Cria-se nessa situação uma relação fortemente assimétrica de poder e influência entre operadores e usuários, como argumenta [Fernandes 2013], ao afirmar que a finalidade usual das Implementações Práticas feitas junto a grupos sociais é estabilizar e controlar relações interpessoais através do posicionamento de interfaces de mediação que isolam o contato direto entre usuários. As relações interpessoais antes imediatas passam a ser mediadas por sistemas que realimentam as estratégias dos operadores dos serviços, conduzindo a uma centralização de poder e capital, em um ciclo de reforço. Nessa relação assimétrica as implementações práticas aprimoradas por realimentação do nível 1 tendem a perder como objetivo a solução do problema declarado junto ao usuário, ganhando vida por si próprias numa teleologia vinculada à sua reprodução de forma cada vez mais in-

tensa, e adquirindo uma conformação livre de escala e com alta concentração energética [Albert e Barabási 2002, Dorogovtsev e Mendes 2003]. Alguns desses sistemas mais recentes, evidentes e atuais são os de IA generativa, cujas demandas exponencialmente crescentes por recursos computacionais restringem cada vez mais seu domínio às gigantescas corporações do capitalismo global.

Dado o pressuposto de que a intensificação do ciclo pernicioso da desigualdade e assimetria pode levar ao aumento da violência na sociedade, e que essa intensificação estaria sendo gerado pelas implementações práticas de teorias e modelos computacionais, isso evidenciaria um esgotamento do paradigma atual da ciência da computação, incapaz de resolver problemas de conhecimento computacional em benefício da humanidade?

20.4. Conclusões

Os argumentos até aqui apresentados sugerem que as formas pelas quais o sistema nacional de educação superior poderia contribuir decisivamente para a melhoria da educação e da sociedade brasileira passam pelo aproveitamento da oportunidade de aporte abrangente de conhecimentos e do poder transformador da computação, dentro do sistema de educação básica. Também passam pelo profundo repensar do papel da docência em ambos os níveis, que devem estar mais integrados e comprometidos com contextos e problemas sociais na dimensão escolar.

Também se postula que esse conhecimento não pode ser apenas de natureza disciplinar, orientado a questões de ordem prática, imediata e operacional, pois apenas contribuem para manter o paradigma vigente que não produz mudanças necessárias e urgentes. Ao contrário, esse conhecimento precisa ser trazido de forma a romper o ciclo histórico de violência e brutalidade que caracteriza a sociedade brasileira, e que para o qual também parece rumar a sociedade da informação e do conhecimento.

Também se argumenta pela necessidade de pensar um novo paradigma para a ciência da computação, orientado por teorias de redes complexas, quando tratando de sua inserção como forma de conhecimento abrangente na escola e conseqüentemente na base da sociedade. Nesse paradigma precisa estar evidente a priorização de teorias e modelos que promovam uma distribuição menos concentrada das relações de poder entre operadores de sistemas e usuários, embasada por pedagogias e filosofias críticas [Freire 1996, Neder 2010, Santos 2010].

Ou seja, a ciência da computação, ou o próximo campo científico que vier a superá-la, precisa considerar como mais relevantes os problemas que afetam organizações periféricas que aqueles que afetam as organizações no centro do tecido social, precisa intensificar o uso de conceitos de arquiteturas sociocomputacionais [Chen et al. 2020] nas quais os parâmetros de desempenho de não podem ser apenas os da arquitetura computacional mas também do arranjo social construído em torno desse sistema, considerando o rompimento de assimetria e dependência como fatores importantes.

A implementação da computação na educação básica deve ajudar professores, estudantes e comunidade escolar a construírem sentidos para suas existências, através da produção de teorias, modelos e implementações práticas que lhes promovam criatividade, autonomia e crítica. Essa implementação fará surgirem novas propostas para evoluir a pró-

pria ciência da computação, tornando evidente que o enfrentamento do desafio apresenta oportunidades de produção de conhecimentos práticos, científicos e filosóficos relevantes.

Seria necessário e urgente que os professores de computação no Brasil desenvolvessem maior sentido e transcendência para as suas vidas [dos Santos et al. 2023]?

Referências

- [Albert e Barabási 2002] Albert, R. e Barabási, A.-L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, 74(1):47–97.
- [Brasil 1996] Brasil (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- [CGEE 2025] CGEE (2025). Informe OCTI. *Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação*, 6(7):15.
- [Chen et al. 2020] Chen, Y., Ghosh, A., Kearns, M., Roughgarden, T., e Vaughan, J. W. (2020). *Mathematical Foundations for Social Computing*. arXiv:2007.03661 [cs].
- [Cátedra Alfredo Bosi de Educação Básica 2023] Cátedra Alfredo Bosi de Educação Básica (2023). O Papel das Universidades na Conquista da Qualidade do Ensino Básico.
- [Dorogovtsev e Mendes 2003] Dorogovtsev, S. N. e Mendes, J. F. F. (2003). *Evolution of Networks: From Biological nets to the Internet and WWW*. do Autor, Oxford - UK.
- [dos Santos et al. 2023] dos Santos, D. M. B., da Paz, C. d. S. S., e Zeoti, F. S. (2023). *Formação docente para uma pedagogia do sentido da vida*. UEFS, Feira de Santana.
- [Fernandes 2013] Fernandes, J. H. C. (2013). Os domínios de poder e a formulação de políticas públicas de informação e comunicação. *Ciência da Informação (online)*, 42(2):210–231. Number: 2.
- [Freire 1996] Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra, São Paulo.
- [Grossman et al. 2009] Grossman, P., Hammerness, K., e McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching*, 15(2):273–289.
- [Kuhn 2001] Kuhn, T. S. (2001). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Perspectiva, São Paulo, 6 edition.
- [MEC 2022] MEC (2022). *Computação: Complemento à BNCC - Base Nacional Comum Curricular*. MEC, Brasília - DF - Brasil.
- [Morrow 2025] Morrow, A. (2025). Why Wall Street has developed an unhealthy obsession with Nvidia | CNN Business.
- [Neder 2010] Neder, R., editor (2010). *A Teoria Crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia*. Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina, Brasília.

- [OECD 2024] OECD (2024). Education at a Glance: Brazil. Country Notes, OECD.
- [Santos 2010] Santos, B. d. S. (2010). *A Universidade no Século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da Universidade*. Cortez, São Paulo, 3 edition.
- [Sodré 2012] Sodré, M. (2012). *Reinventando a educação*. Vozes, São Paulo.
- [Sodré 2023] Sodré, M. (2023). *O fascismo da cor*. Vozes, São Paulo.
- [Tokarnia 2013] Tokarnia, M. (2013). CGU: falta de infraestrutura nas escolas é principal razão para metas do Proinfo não serem cumpridas.
- [Trevisol e Mazzioni 2018] Trevisol, J. V. e Mazzioni, L. (2018). A universalização da Educação Básica no Brasil: um longo caminho. *Roteiro*, 43:13–46.
- [Valente e Paixão 2018] Valente, M. T. e Paixão, K. (2018). CSIndexbr: Exploring the Brazilian Scientific Production in Computer Science. arXiv:1807.09266 [cs].
- [van Gigch 1989] van Gigch, J. P. (1989). The potential demise of OR/MS: Consequences of neglecting epistemology. *Europ. J. Oper. Research*, 42(3):268–278.

Capítulo

21

O ensino de computação para crianças na educação infantil

Stefane Menezes Rodrigues e Vânia Paula de Almeida Neris

Abstract

This article discusses the introduction of computing in early childhood education in the Brazilian scenario. Playful and unplugged activities are advocated, allowing children to become active technology users. The socioeconomic diversity in Brazil and the need for public policies are considered, aligning practices with the National Common Curricular Base (BNCC). Examples of national projects demonstrate the effectiveness of tangible methodologies and the importance of teacher training. Adopting these practices demonstrates the potential to increase child engagement, strengthening inclusion and digital literacy. Children can develop technological protagonism, going beyond the passive use of devices. Consolidating these initiatives requires collective actions between schools, communities, and public authorities. Outcomes include sustainable engagement with technology, fostering creativity, and developing skills such as computational thinking, problem-solving, and critical thinking from an early age.

Resumo

Este artigo discute a introdução da computação na educação infantil no cenário brasileiro. Defende-se o uso de atividades lúdicas e desplugadas, permitindo que crianças tornem-se usuários ativos de tecnologia. Considera-se a diversidade socioeconômica no Brasil e a necessidade de políticas públicas, alinhando práticas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Exemplos de projetos nacionais evidenciam a eficácia de metodologias tangíveis e a importância da formação docente. A adoção dessas práticas demonstra potencial para aumentar o engajamento infantil, fortalecendo a inclusão e a literacia digital. Assim, as crianças podem desenvolver protagonismo tecnológico, indo além do uso passivo de dispositivos. A consolidação dessas iniciativas requer ações coletivas entre escola, comunidade e poder público. Os resultados incluem o envolvimento sustentável com a tecnologia, promoção da criatividade, e o desenvolvimento de habilidades como pensamento computacional, resolução de problemas e pensamento crítico desde cedo.

21.1. Introdução

As crianças do século XXI nasceram em um período no qual a tecnologia está inerente em nossa forma de viver e torna-se quase impossível viver sem ela. Paiva e Costa (2015) [7] dizem que “as crianças antes mesmas de serem alfabetizadas aprendem a utilizar a maioria dos recursos disponíveis pelos aparelhos eletrônicos de forma aleatória sem haver objetivo específico”, ou seja, são consumidoras passivas de tecnologia. Um usuário é considerado passivo quando ele não é capaz de criar, modificar ou participar ativamente de uma solução [10], ou seja, embora as crianças estejam rodeadas por tecnologia elas não compreendem as questões relacionadas à criação ou manipulação de produtos tecnológicos, e não são capazes de perceber possibilidades de usos futuros para resolver problemas reais.

Sabe-se que independentemente de onde estejam, as crianças observam, usam e são afetadas pela tecnologia ao seu redor. De acordo com Barr e Stephenson (2011) [2], as crianças de hoje continuarão a viver uma vida influenciada pelo computador. E, se não estimuladas corretamente, essas crianças tenderão a ser inertes e buscarão por soluções prontas [16].

A pesquisa acadêmica e a prática pedagógica têm se concentrado em identificar as melhores maneiras de ensinar conceitos de computação para crianças, levando em consideração suas habilidades cognitivas e níveis de desenvolvimento [23]. Além disso, promover o desenvolvimento pleno de um ser humano requer a consideração do desenvolvimento de todas as dimensões humanas.

Além disso, Fields, Giang e Kafai (2014) [8] destacam a importância da participação ativa na criação de programas e projetos computacionais como um meio eficaz de aprendizado. Esses conceitos fundamentais são a base para o desenvolvimento de habilidades computacionais, desde a compreensão do pensamento lógico até a capacidade de resolver problemas complexos, e são cada vez mais reconhecidos como elementos cruciais na educação contemporânea. Wing (2006) [22] destaca a importância de integrar conceitos de computação em várias disciplinas para desenvolver habilidades cognitivas fundamentais.

Iniciativas têm se dedicado ao tornar a aprendizagem de programação e pensamento computacional acessível e cativante, no contexto do ensino de computação para crianças. Projetos como o “Scratch” do MIT Media Lab [19] oferecem plataformas interativas que permitem às crianças criar suas próprias histórias, jogos e animações, proporcionando uma introdução lúdica à programação. No entanto, a educação em computação segue tipicamente uma abordagem sedentária, onde as crianças se sentam em frente a uma tela, o que pode desinteressar os jovens que preferem uma aprendizagem mais ativa e reforçar o estereótipo de que a computação é uma experiência de isolamento [24].

O paradigma pedagógico tem se movido em direção a uma abordagem construtivista, onde as crianças aprendem fazendo. Ao trazer conceitos de computação para o cotidiano das crianças, atividades práticas têm se mostrado eficazes. Bears (2019) [3] destaca que atividades como a programação de robôs e a criação de narrativas digitais não apenas ensinam habilidades computacionais, mas também melhoram a alfabetização digital e narrativa.

Ainda que as experiências discutidas acima avancem em estratégias de ensino lúdico e participativo, há uma grande variedade de contextos educacionais, especialmente em um país com tantas disparidades socioeconômicas como o Brasil. Em muitas escolas públicas, a ausência de laboratórios de informática e de internet estável reforça a necessidade de atividades desplugadas, capazes de promover o pensamento computacional sem depender de dispositivos digitais. Da mesma forma, a formação de professores, tanto inicial quanto continuada, carece de ênfase no uso de metodologias relacionadas à computação, o que dificulta a adoção de tais práticas de forma ampla e consistente.

Assim, a introdução de computação na educação infantil precisa conciliar aspectos cognitivos das crianças de 4 e 5 anos, que aprendem majoritariamente por meio do brincar e do experimentar, com as dificuldades estruturais encontradas em diferentes redes de ensino. O desafio é garantir uma abordagem efetiva, equitativa e estimulante, para que essas crianças possam não apenas consumir tecnologia, mas também desenvolver protagonismo como futuras criadoras de soluções computacionais.

21.2. Cenário e Principais Desafios

O ensino de computação para crianças na educação infantil, especialmente para aquelas de 4 e 5 anos, enfrenta uma série de desafios que precisam ser cuidadosamente considerados para a efetividade e relevância das atividades propostas. Este trabalho aborda a seguinte questão de pesquisa: **Como podemos ensinar computação para crianças pequenas tornando-as usuários ativos de tecnologia?** Isto é, torná-las capazes de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares. Isso inclui a necessidade de entender o contexto da criança, inserir elementos lúdicos e de brincadeira, tornar a criança um usuário ativo de tecnologia, formar adequadamente os professores da educação infantil, e criar tecnologias, ferramentas e materiais didáticos que sejam apropriados para essa faixa etária.

Um aspecto fundamental desse desafio é a realidade social e cultural brasileira, marcada por cerca de 180 mil escolas [17] com diferentes níveis de infraestrutura, acesso à internet e recursos tecnológicos. Em áreas rurais ou regiões com baixa conectividade, atividades desplugadas assumem maior importância, pois oferecem oportunidades para desenvolver pensamento computacional mesmo sem a presença de computadores ou tablets. Nesses contextos, faz-se necessária a adoção de políticas públicas que possam reduzir as disparidades regionais, garantir formação adequada de professores e promover equidade na educação infantil, independentemente da disponibilidade de equipamentos.

Observando os sinais emergentes na educação em computação, notamos um crescente reconhecimento da importância de iniciar o ensino de computação desde cedo, alinhado com tendências tecnológicas e culturais que valorizam habilidades digitais. Isso inclui o desenvolvimento de brinquedos inteligentes, aplicativos educativos e plataformas de aprendizado que incentivam a exploração computacional. Culturalmente, há uma valorização crescente da criatividade e do pensamento crítico, habilidades que a computação pode potencialmente fortalecer. Socialmente e economicamente, a inserção digital precoce pode preparar as crianças para um futuro onde as habilidades computacionais são cada vez mais essenciais no mercado de trabalho.

Além das iniciativas pontuais nas escolas, políticas de implementação são cruciais para consolidar esses esforços em todo o país. Programas nacionais de formação, parcerias entre universidades e redes de ensino, bem como editais de fomento a inovações pedagógicas, podem garantir que a computação seja efetivamente integrada ao currículo desde a educação infantil. Para isso, é indispensável alinhar diretrizes como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com propostas que considerem não apenas o domínio técnico, mas também a formação cidadã e a promoção de igualdade de oportunidades.

21.3. Abordagens Pedagógicas e Estratégias Metodológicas

Primeiramente, compreender o contexto da criança é fundamental para a elaboração de atividades significativas e envolventes [1]. Crianças de 4 e 5 anos estão em uma fase de desenvolvimento cognitivo e social que é marcadamente diferente de faixas etárias mais avançadas, exigindo abordagens que considerem suas limitações de atenção, coordenação motora e compreensão abstrata. Propor atividades que respeitem o estágio de desenvolvimento da criança, incorporando o cotidiano, experiências sensoriais e contextos familiares, é essencial para que o aprendizado da computação seja não apenas acessível, mas também prazeroso [6].

A inserção do lúdico e da brincadeira é outro elemento central. Nesse estágio, a brincadeira é a principal forma de interação e aprendizagem para as crianças [5]. Jogos, histórias, e atividades que estimulam a curiosidade e a imaginação são mais eficazes do que abordagens tradicionais de ensino. A computação pode ser introduzida por meio de ferramentas e brinquedos interativos que incentivem a exploração e a resolução de problemas de forma divertida, permitindo que as crianças se familiarizem com conceitos computacionais de maneira natural e orgânica [15].

Uma das estratégias mais promissoras para contemplar esse aspecto lúdico são as atividades desplugadas, que dispensam o uso de telas ou dispositivos eletrônicos [13]. Exemplos incluem brincadeiras que simulam algoritmos, jogos de cartas que ilustram o conceito de instruções passo a passo ou atividades de formação de sequências que ajudam na compreensão de lógica e resolução de problemas. Estudos demonstram que essas práticas permitem a internalização de conceitos computacionais mesmo em contextos com infraestrutura limitada, ampliando a inclusão e tornando o aprendizado mais concreto [4].

Outro desafio significativo é a formação dos professores da educação infantil. A maioria dos professores nessa área possui pouca ou nenhuma formação em computação, o que dificulta a integração de conceitos de computação no currículo de maneira eficaz [20]. Para superar esse obstáculo, é necessário investir em programas de formação continuada que capacitem os professores não apenas no uso de tecnologias, mas também na pedagogia específica para o ensino de computação na infância. Esse preparo é crucial para que os professores se sintam confiantes e motivados a incluir a computação em suas práticas diárias.

Entretanto, a formação inicial em cursos de Pedagogia ou licenciaturas também precisa evoluir para incorporar princípios de computação. Além disso, a oferta de Licenciatura em Ciência da Computação pode desempenhar um papel central na formação de professores especializados na área, assegurando conhecimentos mais profundos e atualizados sobre algoritmos, pensamento computacional e robótica educacional. Professo-

res em formação devem ter contato, ainda na graduação, com propostas de ensino que contemplem esses conteúdos voltados à educação infantil, garantindo sustentabilidade a médio e longo prazo. Dessa forma, futuros educadores, seja em Pedagogia, seja em Licenciatura em Ciência da Computação ou outras licenciaturas que integrem computação, já saem das universidades prontos para aplicar e adaptar atividades computacionais de forma crítica e criativa [12].

Além disso, há uma necessidade urgente de criar tecnologias, ferramentas e materiais didáticos especificamente projetados para essa faixa etária. Muitas das tecnologias atuais não consideram as necessidades e limitações das crianças pequenas, resultando em experiências que podem ser frustrantes ou ineficazes [14]. Ferramentas de computação para a educação infantil devem ser intuitivas, seguras e projetadas para suportar a exploração e a autonomia da criança, promovendo um ambiente de aprendizado onde ela possa experimentar, errar e aprender com esses erros.

Quanto à atualização das referências e materiais de suporte, faz-se oportuno ressaltar os estudos recentes que relatam experiências positivas na criação de conteúdos didáticos especialmente direcionados para crianças de 4 e 5 anos [3]. Esses estudos destacam abordagens que aliam aspectos de design centrado na criança a atividades de programação tangível (sem tela) e laboratórios de aprendizagem colaborativa, reforçando que a inovação metodológica deve vir acompanhada de pesquisas empíricas atuais para validar práticas e recursos mais eficazes.

Há uma vasta proposta de programas e projetos com recursos interativos voltados ao desenvolvimento de habilidades de computação na faixa etária de 4 e 5 anos. Por exemplo, plataformas como Vex Robotics¹ enfatizam o uso de blocos tangíveis e programação sem tela, adaptando-se à cognição infantil. Já iniciativas como “Code & Play”² propõem aplicativos com comandos visuais simplificados, visando crianças que iniciam a alfabetização. A adoção desses projetos em escolas brasileiras requer análise criteriosa de custo e alinhamento à BNCC, bem como formação de educadores capazes de aplicar e contextualizar cada recurso.

Outro exemplo de estratégia pedagógica é o “Projeto Descobrimdo o Computar”, desenvolvido no Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Por meio de oficinas e recursos didáticos específicos para crianças de 4 e 5 anos, o grupo propõe atividades desplugadas [16] e design participativo com crianças usando materiais concretos [21], envolvendo jogos de raciocínio lógico e brincadeiras que simulam conceitos computacionais de maneira contextualizada. A iniciativa também atua na formação continuada de professores [11], oferecendo subsídios teóricos e práticos para que educadores possam adaptar tais atividades às necessidades das crianças e ao cotidiano escolar. Essa abordagem reforça a ideia de que ensinar computação na primeira infância não se limita ao uso de dispositivos tecnológicos, mas envolve principalmente o desenvolvimento do pensamento computacional de forma lúdica e colaborativa.

No âmbito mais amplo das políticas e diretrizes educacionais, pesquisas em diferentes universidades brasileiras, como UFCG, UFRGS e USP, também investigam me-

¹Disponível em: <https://www.vexbrasil.com/>

²Disponível em: <https://www.codeplay.pt/>

metodologias e ferramentas para inserir computação nos primeiros anos do Ensino Fundamental, com possibilidade de extensão ou adaptação à Educação Infantil. Tais estudos dialogam com o Documento Complementar da BNCC sobre Computação, que estabelece parâmetros para o ensino de computação desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, reforçando a transversalidade e a importância de iniciar esse processo formativo o quanto antes. Ao integrar pesquisas empíricas, propostas concretas de sala de aula e a orientação curricular oficial, as redes de ensino podem alinhar práticas inovadoras aos princípios da inclusão digital, fomentando cidadania e preparando as crianças para os desafios de um mundo cada vez mais tecnológico.

Desta maneira, as abordagens pedagógicas e as estratégias metodológicas para o ensino de computação na educação infantil envolvem uma combinação de elementos: a compreensão do contexto infantil, a ludicidade (via brincadeira), a ênfase em atividades desplugadas, a formação integral de professores (inicial e continuada) e o desenvolvimento de materiais adequados e atualizados, de modo a abranger as demandas e realidades de cada escola.

21.4. Relevância e impactos na sociedade

O desafio de ensinar computação para crianças pequenas é cada vez mais relevante na sociedade atual, pois define como as futuras gerações se relacionarão com a tecnologia de forma consciente e crítica. Introduzir computação na educação infantil vai além de preparar crianças para um mundo digital; envolve o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento lógico, resolução de problemas, criatividade e colaboração [18]. Essas competências são fundamentais para formar cidadãos que não só usam a tecnologia, mas também entendem seus princípios e podem atuar como criadores e inovadores.

O impacto desse desafio é significativo, pois uma educação em computação inclusiva e acessível desde a infância pode reduzir desigualdades sociais e digitais, democratizando o acesso ao conhecimento e criando oportunidades futuras em um mercado de trabalho cada vez mais tecnológico. Integrar aspectos éticos, sociais e culturais no ensino de computação ajuda a formar indivíduos conscientes dos impactos da tecnologia na sociedade, preparados para tomar decisões responsáveis.

A fim de potencializar esses impactos, muitas escolas têm recorrido a atividades desplugadas, que permitem às crianças vivenciar conceitos computacionais sem depender de aparatos tecnológicos avançados [3, 13]. Essa estratégia é especialmente relevante em cenários de infraestrutura limitada, garantindo que a promoção da inclusão digital não fique restrita a ambientes com computadores ou internet de alta velocidade. Dessa forma, habilidades como pensamento lógico, resolução de problemas e criatividade podem ser desenvolvidas de modo lúdico e colaborativo, mesmo em contextos socioeconômicos desfavoráveis.

Superar os desafios no ensino de computação para crianças pequenas pode resultar em uma sociedade mais preparada para enfrentar os avanços tecnológicos, com indivíduos adaptáveis e capazes de contribuir para soluções inovadoras [10, 9]. Isso impulsiona o progresso econômico e fortalece a resposta a desafios globais, promovendo um futuro resiliente e dinâmico.

O futuro desejável da educação em computação para crianças deve promover inclusão, acessibilidade, equidade e criatividade, garantindo que todas as crianças, independentemente de sua origem ou habilidades, tenham acesso às ferramentas e ao apoio necessário para se tornarem pensadores computacionais e solucionadores criativos. Esse futuro deve priorizar a formação de professores, o desenvolvimento de recursos pedagógicos adequados e políticas que apoiem a computação desde os primeiros anos escolares [20].

Outra vertente diz respeito à formação inicial de professores, pois muitas universidades ainda não incluem computação de forma sistemática em seus cursos de Pedagogia ou Licenciaturas. Futuras gerações de educadores poderiam beneficiar-se de disciplinas específicas sobre pensamento computacional, robótica educacional e metodologias de ensino lúdicas, garantindo que as práticas inovadoras fossem efetivamente aplicadas em sala de aula. Além disso, a consolidação de Licenciaturas em Ciência da Computação focadas no ensino pode ajudar a suprir a crescente demanda por professores especializados, sobretudo em regiões onde faltam profissionais com formação técnica aprofundada.

É crucial considerar questões éticas, políticas, econômicas, sociais e culturais ao pensar nesse futuro. A inclusão digital precoce deve respeitar a infância, evitando sobrecargas ou exposições inadequadas a tecnologias. Devemos estar atentos aos riscos de dependência tecnológica, privacidade e segurança digital, e desigualdade de acesso a recursos. Políticas públicas são necessárias para garantir que todas as crianças e escolas tenham oportunidades equitativas de aprendizado em computação. Quando tais políticas fortalecem a formação docente e provêm recursos adaptados a contextos diversos, a computação deixa de ser um privilégio de poucos e se torna um motor de transformação social.

Por fim é importante preparar-se para enfrentar desafios como o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas e a necessidade de adaptação contínua dos sistemas educacionais. Implementar mecanismos de avaliação e feedback contínuo é vital para ajustar estratégias e mantê-las alinhadas com as necessidades das crianças e da sociedade. A preparação proativa envolve a criação de uma comunidade de prática que compartilhe experiências, desenvolva conhecimento coletivo e responda rapidamente às novas demandas, sempre buscando criar um ambiente de aprendizado acolhedor e empoderador para todas as crianças.

21.5. Discussão e Conclusão

O ensino de computação para crianças de 4 e 5 anos na educação infantil envolve uma série de desafios, como a necessidade de atividades lúdicas, a limitação de recursos tecnológicos em muitas escolas, e a formação docente insuficiente, mas também oportunidades significativas. Verificou-se que práticas interativas e baseadas na ludicidade, em especial as chamadas atividades desplugadas, podem fornecer as bases para uma aprendizagem acessível e rica em experiências sensoriais, mesmo em contextos socioeconômicos desfavoráveis. Quando a escola, a comunidade e as políticas públicas convergem para apoiar essa inserção, a computação revela seu potencial de desenvolvimento integral, formando crianças que não apenas utilizam tecnologias, mas também criam e refletem sobre elas de modo crítico.

Além disso, a diversidade da realidade brasileira, com cerca de 180 mil escolas em condições muito distintas, reforça a importância de planos de implementação que sejam flexíveis e abertos a adaptações regionais, bem como de investimentos em formação inicial (em Pedagogia, outras licenciaturas ou mesmo Licenciatura em Ciência da Computação) e continuada de professores. Programas que contemplem esses aspectos podem trazer à tona soluções criativas, desde a adoção de materiais didáticos apropriados até a proposição de abordagens metodológicas que integrem computação às demais áreas do conhecimento.

Em síntese, a relevância do ensino de computação na educação infantil torna-se evidente ao considerarmos o desenvolvimento de competências como pensamento lógico, colaboração, criatividade, resolução de problemas e senso crítico. Essas habilidades transcendem a dimensão puramente técnica e passam a constituir parte essencial da formação de cidadãos que, no futuro, poderão intervir e inovar no cenário tecnológico. No curto prazo, observaram-se resultados positivos na motivação e na participação ativa das crianças, especialmente quando as propostas são cuidadosamente planejadas para o contexto infantil e aproveitam elementos de brincadeira, narração de histórias, robótica tangível e outras práticas instigantes.

Para avançar, é fundamental que a comunidade acadêmica, as redes de ensino e os formuladores de políticas trabalhem juntos, buscando suprir lacunas de infraestrutura e formação docente, sem perder de vista a diversidade cultural e social do país. Diante dos sinais emergentes de uma sociedade cada vez mais digital, investir em metodologias inovadoras e garantir equidade de acesso pode significar não apenas melhorar o aprendizado escolar, mas também promover inclusão social e formar novas gerações com maior autonomia tecnológica e sensibilidade ética. Esse cenário aponta para a necessidade de pesquisas contínuas, avaliações sistemáticas e iniciativas que fortaleçam a computação desde a educação infantil como um elemento central para a formação integral de crianças e de toda a sociedade.

Referências

- [1] M. Adolfsson, M. Sjöman, and E. Björck-Åkesson. Icf-cy as a framework for understanding child engagement in preschool. In *Frontiers in Education*, volume 3, page 36. Frontiers Media SA, 2018.
- [2] V. Barr and C. Stephenson. Bringing computational thinking to k-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM inroads*, 2(1):48–54, 2011.
- [3] M. U. Bers. Coding as another language: A pedagogical approach for teaching computer science in early childhood. *Journal of Computers in Education*, 6(4):499–528, 2019.
- [4] C. Brackmann, M. Román-González, G. Robles, J. Moreno-León, A. Casali, and D. Barone. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 2017.

- [5] M. Briggs and A. Hansen. Play-based learning in the primary school. 2012.
- [6] Q. Cutts, E. Patitsas, E. Cole, P. Donaldson, B. Alshaigy, M. Gutica, A. Hellas, E. Larraza-Mendiluze, R. McCartney, and C. Riedesel. Early developmental activities and computing proficiency. In *Proceedings of the 2017 ITiCSE Conference on Working Group Reports*, pages 140–157, 2018.
- [7] N. M. N. De Paiva and J. Costa. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça. *Psicologia. pt*, 1:1–13, 2015.
- [8] D. A. Fields, M. Giang, and Y. Kafai. Programming in the wild: trends in youth computational participation in the online scratch community. In *Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education*, pages 2–11, 2014.
- [9] G. Fischer, D. Fogli, and A. Piccinno. Revisiting and broadening the meta-design framework for end-user development. In *New perspectives in end-user development*, pages 61–97. Springer, 2017.
- [10] G. Fischer, E. Giaccardi, Y. Ye, A. G. Sutcliffe, and N. Mehandjiev. Meta-design: a manifesto for end-user development. *Communications of the ACM*, 47(9):33–37, 2004.
- [11] A. A. Hai, V. P. d. A. Neris, L. d. O. Neris, and K. C. T. Vivaldini. Descobrimos o computador: tecnologia, ciências, design e computação para crianças de 4 e 5 anos. *Cadernos CEDES*, 43(120):5–18, 2023.
- [12] I. Lee, F. Martin, and K. Apone. Integrating computational thinking across the k–8 curriculum. *Acm Inroads*, 5(4):64–71, 2014.
- [13] J. Lee and J. Junoh. Implementing unplugged coding activities in early childhood classrooms. *Early Childhood Education Journal*, 47:709 – 716, 2019.
- [14] D. A. Lieberman, C. H. Bates, and J. So. Young children’s learning with digital media. *Computers in the Schools*, 26(4):271–283, 2009.
- [15] R. Luckin, D. Connolly, L. Plowman, and S. Airey. Children’s interactions with interactive toy technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(2):165–176, 2003.
- [16] E. C. Martins. Atividades didáticas para o ensino de computação na pré-escola. 2020.
- [17] MEC. Censo revela crescimento na educação profissional. 2024.
- [18] S. A. Papert. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic books, 2020.
- [19] M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan, A. Millner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman, et al. Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11):60–67, 2009.

- [20] S. Sentance and A. Csizmadia. Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher’s perspective. *Education and information technologies*, 22:469–495, 2017.
- [21] B. Silva Neto, C. Rodriguez, and V. Neris. Buttons, devices, and adults: How preschool children designed an iot programming tool. *Interacting with Computers*, 35(2):301–314, 2023.
- [22] J. M. Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.
- [23] B. Wohl, B. Porter, and S. Clinch. Teaching computer science to 5-7 year-olds: An initial study with scratch, cubelets and unplugged computing. In *Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education*, pages 55–60, 2015.
- [24] J. Yu. *A Design Exploration of Leveraging Physical Play to Support Computational Learning for Young People*. PhD thesis, University of Colorado at Boulder, 2022.

Capítulo

22

Computação na Educação Básica: A Importância da Produção de Material Didático e Perspectivas de Pesquisa

Amaury Antônio de Castro Junior, Said Sadique Adi, Anderson Corrêa de Lima, Esteic Janaina Santos Batista, Daiani Damm Tonetto Riedner e Hércules da Costa Sandim

Abstract

This paper discusses the challenges and opportunities related to the integration of computing into Basic Education, exploring both the current landscape and future trends in this field, with a focus on the importance of producing and developing new educational materials. The text presents the context, discusses the current scenario and future trends, as well as their technological, ethical, social, cultural, and political impacts, aiming at the development of computing education in Brazil. The importance of developing educational materials, associated with teacher training and the adoption of new practices, methods, and pedagogical tools, is analyzed, with a focus on integrating computing into the curriculum and with other areas of knowledge. Finally, ethical, economic, and social issues are presented. The article concludes with a brief overview of the risks and challenges that may arise in implementing this desirable future for computing education, centered on the importance of producing and developing educational materials as the foundation for promoting inclusive, ethical, and innovative education in computing, capable of preparing students for the challenges of the 21st century.

Resumo

Este artigo discute os desafios e as oportunidades relacionados à inserção da computação na Educação Básica, explorando tanto o cenário atual quanto as tendências futuras dessa área, com foco na importância relacionada à produção e ao desenvolvimento de novos materiais didáticos. O texto apresenta o contexto e, em seguida, discute o cenário e as tendências futuras, bem como seus impactos tecnológicos, éticos, sociais, culturais e políticos que visam ao desenvolvimento da educação em computação no Brasil.

São analisadas a importância do desenvolvimento de materiais didáticos, associados à formação de professores e com a adoção de novas práticas, métodos e ferramentas pedagógicas, com foco na integração entre a computação e o currículo e com as demais áreas do conhecimento. Por fim, são apresentadas questões éticas, econômicas e sociais. O artigo conclui com uma breve visão sobre os riscos e desafios que poderão surgir para a implementação desse futuro desejável para a educação em computação, centrado na importância da produção e do desenvolvimento de materiais didáticos como base para a promoção de uma formação inclusiva, ética e inovadora em computação, capaz de preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

22.1. Introdução

O crescente debate sobre a inserção da computação na Educação Básica reflete a importância de preparar estudantes para um mundo cada vez mais digitalizado e repleto de desafios tecnológicos. Esse processo, no entanto, ainda enfrenta lacunas significativas, especialmente no que tange à disponibilidade de materiais didáticos adequados e à formação docente. Tais lacunas limitam a adoção ampla e eficaz do ensino de computação nas escolas, impedindo uma transformação educacional mais inclusiva e profunda [Gomes et al. 2020]. Este capítulo visa explorar essas questões com base em referências científicas e experiências práticas, contextualizando a relevância da elaboração de projetos bem planejados para o desenvolvimento de materiais didáticos específicos para o ensino de computação.

O desafio central proposto neste trabalho justifica-se pela carência de materiais didáticos específicos e acessíveis para o ensino de conceitos de Computação, voltados ao contexto da Educação Básica. Com isso, busca-se promover um aprendizado mais equitativo e fortalecer as competências digitais dos estudantes. As referências existentes frequentemente têm como público-alvo estudantes e pesquisadores do ensino superior, abordando conceitos complexos que, muitas vezes, não são elementares nem mesmo para esses alunos. Para o público da Educação Básica, é necessário que os conteúdos sejam apresentados de maneira mais didática e pedagógica.

Nesse contexto, além da necessidade de livros com uma linguagem simplificada e adaptada ao ensino básico, torna-se essencial o desenvolvimento de jogos educacionais, brinquedos pedagógicos e outros recursos acessíveis que incentivem o desenvolvimento de habilidades computacionais de maneira plugada e desplugada. Estes materiais oferecem oportunidades para o aprendizado interativo, sem demandar necessariamente o uso constante de dispositivos eletrônicos, o que é vantajoso em contextos com infraestrutura limitada. Além disso, podem estimular e incentivar a adoção de novas metodologias, tais como as metodologias ativas de aprendizagem.

Outra lacuna a ser considerada é a infraestrutura necessária para aplicar esses conceitos de computação na sala de aula. O uso e o desenvolvimento de materiais e dispositivos de baixo custo, que permitam aos alunos da Educação Básica o contato com sistemas operacionais básicos, linguagens de programação introdutórias, editores de texto e outras ferramentas fundamentais para o aprendizado de computação, é uma alternativa promissora. Embora existam soluções nessas áreas, elas ainda carecem de escala e acessibilidade para a maioria das escolas brasileiras.

É importante ressaltar que a produção de materiais didáticos é apenas uma das várias demandas para a integração da computação na Educação Básica. Tais ações devem ser complementadas com uma formação continuada e ampliada para professores, que se beneficiariam de uma base de conhecimento sólida, tanto para lecionar os principais conceitos de computação de forma prática e acessível, como para contribuir com a produção e o desenvolvimento de novos materiais didáticos que sejam adequados para o ensino desses conceitos. Com o domínio dos fundamentos e o suporte de recursos pedagógicos adequados, os professores estarão mais preparados para mediar o aprendizado e despertar o interesse dos alunos pela área de computação.

O desafio da elaboração de materiais didáticos adequados, somado à falta de investimento, representa um ponto crítico para a efetiva inserção da computação na Educação Básica. A carência de recursos financeiros e de políticas públicas bem estruturadas dificulta a criação e distribuição de materiais de alta qualidade, assim como a formação de professores em larga escala. Diante desse cenário, é necessária uma abordagem diversificada que contemple o desenvolvimento de materiais inovadores, a capacitação contínua dos docentes e o apoio institucional para superar as barreiras existentes. A produção de material didático adequado e adaptado é essencial para o desenvolvimento da área de educação em computação e que isso se apresenta como grande fonte de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

22.2. Cenário Atual, Sinais Emergentes e Tendências Futuras

A inserção da computação na Educação Básica no Brasil encontra-se em uma fase inicial e ainda enfrenta diversos desafios e estruturais. Estudos como o de [Gomes et al. 2020] evidenciam que as iniciativas educacionais em computação são frequentemente fragmentadas, dependendo do esforço isolado de escolas e redes de ensino, e carecem de uma política nacional coesa que unifique e sustente esses esforços. A ausência de professores devidamente capacitados persiste como um dos principais obstáculos para a implementação ampla e consistente desse ensino. Conforme o relatório “Computação na Escola” [Morgan et al. 2021], apesar da inegável relevância do pensamento computacional, os currículos escolares ainda não o refletem de maneira adequada, perpetuando uma dependência de práticas tradicionais que, em muitos casos, limitam o potencial transformador da computação.

Globalmente, observa-se uma série de sinais emergentes que indicam uma integração crescente da tecnologia às práticas pedagógicas. O uso de ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA) para ensino adaptativo e personalizado, por exemplo, está em franca expansão, com pesquisas amplamente discutidas em eventos como o Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) [Monteiro et al. 2019]. Essas ferramentas possuem o potencial de personalizar o aprendizado, atendendo às necessidades individuais dos alunos e promovendo um ensino mais eficaz e inclusivo. O movimento maker e o aprendizado por projetos também têm ganhado destaque, incentivando o pensamento crítico e a resolução prática de problemas. Contudo, a inclusão digital permanece como um grande desafio, especialmente em escolas com infraestrutura limitada [Santos and Lima 2022].

Ao projetar o futuro da educação em computação, percebe-se uma tendência acen-

tuada de convergência entre áreas de conhecimento, onde a computação é integrada a disciplinas como biologia, matemática e artes. Conforme argumentado por [Freitas et al. 2021], a interdisciplinaridade é crucial para preparar os alunos para um mundo altamente conectado e orientado pela tecnologia. Tecnologias emergentes, como computação quântica e aprendizado de máquina, provavelmente desempenharão papéis centrais nos currículos futuros, o que demanda uma reformulação das abordagens de ensino e formação de professores para atender a essas novas competências. Embora a integração entre a computação e outras áreas do conhecimento seja uma realidade em subáreas como Biologia Computacional, Computação Bioinspirada, Arte Computacional e Computação Quântica, seu desenvolvimento tem sido historicamente limitado ao nível superior e ao contexto acadêmico.

Para que a computação alcance um papel transversal na Educação Básica, é necessário não apenas adaptar esses conhecimentos para uma linguagem acessível, mas também desenvolver materiais e metodologias que suportem essa interdisciplinaridade de forma prática e contextualizada para os alunos do ensino básico. Esses esforços representam uma oportunidade de inovação pedagógica e de desenvolvimento de recursos educacionais para essa nova geração. A transposição de conceitos complexos para um formato didático e engajador é um dos grandes desafios e, ao mesmo tempo, uma das maiores oportunidades para a pesquisa e desenvolvimento de materiais didáticos. Isso inclui a criação de atividades desplugadas, jogos educativos e simuladores que permitam a exploração de conceitos abstratos de forma concreta e lúdica, independentemente da disponibilidade de equipamentos eletrônicos avançados. A pesquisa em IA generativa para a criação de materiais didáticos personalizados e adaptativos surge como uma fronteira promissora, capaz de revolucionar a forma como o conteúdo é produzido e consumido pelos estudantes, oferecendo caminhos para a superação de barreiras de acesso e personalização do ensino.

22.3. Impactos Esperados com a Computação na Educação Básica

A inclusão da computação na Educação Básica tem o potencial de impactar profundamente estudantes, professores, gestores e a sociedade como um todo. De acordo com [Barbosa et al. 2018], práticas de ensino que utilizam novas tecnologias e metodologias inovadoras aumentam o engajamento dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades como o pensamento crítico e a resolução de problemas. Contudo, essa introdução exige também uma mudança cultural entre os educadores, que devem estar preparados para facilitar esse novo processo de aprendizado centrado em competências digitais e computacionais.

É fato que essa mudança curricular poderá transformar o cenário do ensino superior em computação. Espera-se que alunos que tenham contato com fundamentos de computação desde a Educação Básica ingressem nas universidades com um entendimento básico dos principais conceitos, permitindo uma adaptação dos cursos superiores para aprofundar e expandir conhecimentos técnicos e práticos. Dessa forma, a Educação Básica atuaria como uma etapa preparatória, contribuindo para a formação de profissionais mais qualificados e para a atualização dos currículos universitários [Freitas et al. 2021].

O Relatório “*Future of Jobs*” do Fórum Econômico Mundial¹ destaca que, entre as habilidades mais demandadas para 2024 a 2027, estão o pensamento analítico, o uso de tecnologias, a criatividade e a liderança social. Portanto, a integração da computação na Educação Básica oferece uma oportunidade única de democratizar o acesso a essas habilidades essenciais desde cedo, promovendo um ensino que fomenta a empregabilidade e prepara para a economia digital. Ao tornar acessíveis essas competências por meio de materiais didáticos adequados a cada nível escolar, a computação na educação básica contribui para reduzir desigualdades, criando oportunidades para que todos os estudantes, independentemente de contexto socioeconômico, estejam melhor preparados para o mercado de trabalho.

Em um cenário ideal, além de consolidar como área de pesquisa, atraindo futuros talentos com maior domínio e conhecimento dos seus fundamentos, a computação não seria mais vista apenas como uma disciplina isolada, mas como uma habilidade transversal que permeia diversas áreas do conhecimento, incentivando a autonomia dos estudantes para resolver problemas reais e o desenvolvimento do empreendedorismo tecnológico. Como discutido por [Menezes et al. 2020], a computação integrada ao cotidiano escolar pode capacitar os alunos a aplicarem seus conhecimentos para lidar com desafios práticos e complexos. Tecnologias emergentes, como impressão 3D, plataformas colaborativas e realidade aumentada, apresentam potencial significativo para tornar o aprendizado mais envolvente e conectado à realidade dos estudantes.

Para que a computação na Educação Básica contribua amplamente para a sociedade, é fundamental que ela não seja vista apenas como uma ferramenta técnica. É necessário aplicar os conceitos computacionais na resolução de problemas reais do cotidiano, promovendo uma abordagem prática e significativa que demonstre como a computação pode trazer benefícios para a sociedade como um todo. A formação de cidadãos mais críticos e tecnicamente preparados, aptos a contribuir para um mundo cada vez mais digital, será um dos principais legados desse processo de inclusão curricular.

Com a introdução da computação na Educação Básica, o conhecimento gerado nesse nível da educação pode trazer benefícios e impactos consideráveis para os cursos de Computação nas Universidades, uma vez que a tendência é que os alunos cheguem nesses cursos mais preparados, conhecedores dos principais conceitos da área, levando a uma atualização desses cursos e a uma melhor preparação por parte dos professores para lidar com esses novos acadêmicos. Além disso, todo o material desenvolvido para o ensino da computação na Educação Básica pode produzir melhorias significativas nos processos de ensino de nível superior, uma vez que buscam simplificar os conceitos e fundamentos, facilitando a aprendizagem dos estudantes.

22.4. Questões Éticas, Políticas, Econômicas e Sociais

A expansão da computação na Educação Básica levanta questões éticas, políticas, econômicas e sociais de grande relevância. Uma das principais preocupações está relacionada à privacidade de dados e ao uso ético de algoritmos. Segundo [Pereira and Cunha 2021], o impacto da coleta de dados em ambientes educacionais ressalta a necessidade de políticas públicas que garantam a privacidade e a segurança dos estudantes, evitando práticas

¹ Acessado em 29/10/2024): <https://www.weforum.org/publications/series/future-of-jobs/>

invasivas e abusivas.

Outra questão relevante é a preparação dos alunos para um mercado de trabalho em constante transformação, onde a automação e a inteligência artificial criam tanto oportunidades quanto desafios éticos. A educação em computação pode desempenhar um papel central ao desenvolver cidadãos conscientes e capacitados para atuar em um contexto que exige responsabilidade no uso da tecnologia. Nesse sentido, a formação ética e crítica é essencial para que os alunos entendam não só como funcionam as tecnologias, mas também as implicações de seu uso na sociedade.

O Fórum Econômico Mundial reforça a importância de competências digitais para a inclusão social e econômica, destacando que o desenvolvimento dessas habilidades pode ajudar a reduzir desigualdades e democratizar o acesso a oportunidades de emprego. Essa perspectiva se alinha com os objetivos da educação em computação na Educação Básica, que busca preparar todos os alunos, independentemente de seu contexto socioeconômico, para participarem de uma economia digital.

No entanto, para a implementação de uma educação computacional equitativa e inclusiva, é fundamental o apoio de políticas públicas que promovam a inclusão digital, a produção de materiais e a formação contínua de professores. Os materiais devem ser planejados e implementados sem desconsiderar os diversos aspectos de inclusão e acessibilidade de pessoas com alguma deficiência. Conforme destaca [Lima et al. 2021], práticas colaborativas entre governo, academia e setor privado serão essenciais para garantir que os avanços tecnológicos alcancem também populações vulneráveis. Esses esforços colaborativos não apenas reduzem a exclusão digital, mas também fortalecem a educação como um meio de promover a igualdade social e de construir uma sociedade mais justa e informada.

22.5. Riscos e Desafios Futuros

A inserção da computação na Educação Básica traz consigo uma série de riscos e desafios que devem ser cuidadosamente considerados. Um dos principais riscos é a possibilidade de uma dependência excessiva de tecnologias, o que pode levar à diminuição de habilidades cognitivas essenciais, como o pensamento crítico e a criatividade [Silva et al. 2019], se não houver um equilíbrio adequado entre o uso de ferramentas digitais e atividades que estimulem o raciocínio desplugado. Além disso, a rápida evolução tecnológica pode tornar os materiais didáticos e as metodologias obsoletos em pouco tempo, exigindo um ciclo contínuo de atualização e adaptação [da Conceição S. and Horto 2024]. A falta de infraestrutura adequada e a desigualdade no acesso à tecnologia podem aprofundar o fosso digital, criando uma disparidade entre alunos que têm acesso a recursos e aqueles que não têm. A segurança cibernética e a privacidade dos dados dos estudantes também representam riscos significativos, demandando políticas claras e robustas para proteger as informações sensíveis. Finalmente, a resistência à mudança por parte de educadores e instituições, a falta de formação continuada e a ausência de um currículo nacional bem definido e implementado são desafios persistentes que precisam ser superados para que a computação na Educação Básica atinja seu pleno potencial. A superação desses desafios requer um esforço conjunto de formuladores de políticas, educadores, pesquisadores e desenvolvedores de materiais didáticos, com foco na criação de um ecossistema educacional

que seja ao mesmo tempo inovador, inclusivo e sustentável.

22.6. Perspectivas de Investigação e Inovação na Educação em Computação

A educação em computação, em sua constante evolução, apresenta um vasto campo para investigação e inovação, especialmente no que tange à produção de materiais didáticos e à adaptação às novas realidades tecnológicas e sociais. As perspectivas futuras de pesquisa devem ir além dos desafios atuais, buscando soluções proativas para os obstáculos que emergem em curto e médio prazo.

22.6.1. Personalização e Adaptação de Materiais Didáticos com Inteligência Artificial

Uma das áreas mais promissoras para a investigação futura reside na aplicação de inteligência artificial (IA) para personalizar e adaptar materiais didáticos. Embora o uso de IA para ensino adaptativo e personalizado esteja em expansão [Monteiro et al. 2019], a pesquisa precisa aprofundar-se em como desenvolver materiais que não apenas se ajustem ao ritmo de aprendizado do aluno, mas também às suas preferências cognitivas e estilos de aprendizagem. Sem material e capacitação adequados, o ensino de computação torna-se superficial e não consegue atingir os objetivos desejados de inclusão e preparação para o mercado de trabalho digital. Estudos indicam que a geração Alpha, nascida após 2010, possui uma alta capacidade de adaptação e criatividade, mas demanda uma abordagem pedagógica personalizada que valorize a colaboração e a experimentação [Costacurta et al. 2024]. Isso implica investigar algoritmos de IA capazes de analisar o desempenho do estudante, identificar lacunas de conhecimento e, dinamicamente, gerar ou recomendar conteúdos, exercícios e atividades que otimizem o processo de aquisição de conceitos computacionais. A IA generativa, por exemplo, pode revolucionar a criação de materiais, permitindo a produção em larga escala de conteúdos didáticos customizados, desde textos explicativos até simulações interativas e jogos educativos, adaptados a diferentes níveis de complexidade e contextos culturais. O desafio reside em garantir que esses materiais gerados por IA sejam pedagogicamente sólidos, eticamente responsáveis e livres de vieses, exigindo uma colaboração estreita entre especialistas em IA, pedagogos e designers educacionais.

22.6.2. Interdisciplinaridade e Transversalidade da Computação

A tendência de convergência entre a computação e outras áreas do conhecimento, como biologia, matemática e artes [Freitas et al. 2021], aponta para a necessidade de desenvolver materiais didáticos que promovam essa interdisciplinaridade de forma orgânica e significativa na Educação Básica. A investigação futura deve focar em como criar currículos e materiais que integrem conceitos computacionais em projetos e atividades de outras disciplinas, tornando a computação uma ferramenta para resolver problemas do mundo real, e não apenas uma disciplina isolada. Isso pode envolver o desenvolvimento de kits didáticos multidisciplinares, plataformas de aprendizagem baseadas em projetos e metodologias que incentivem a colaboração entre professores de diferentes áreas. A pesquisa deve explorar a eficácia dessas abordagens na promoção do pensamento computacional e na preparação dos alunos para desafios complexos que exigem uma visão holística.

22.6.3. Tecnologias Emergentes e o Currículo da Educação Básica

A rápida evolução tecnológica, com o surgimento de áreas como computação quântica, aprendizado de máquina avançado, blockchain e realidade estendida (realidade virtual e aumentada), impõe um desafio constante à atualização dos currículos e materiais didáticos. A investigação futura deve antecipar como esses conceitos complexos podem ser introduzidos de forma simplificada e acessível na Educação Básica, sem comprometer a profundidade do aprendizado. Isso pode envolver o desenvolvimento de simuladores, ambientes virtuais de aprendizagem e materiais desplugados que traduzam esses conceitos abstratos em experiências concretas e lúdicas. Além disso, é crucial pesquisar as melhores práticas para a formação continuada de professores, garantindo que estejam aptos a lecionar sobre essas novas tecnologias e a utilizar os materiais didáticos correspondentes de forma eficaz.

22.6.4. Inclusão Digital, Acessibilidade e Equidade

Apesar dos avanços, a inclusão digital e a acessibilidade continuam sendo desafios prementes, especialmente em contextos com infraestrutura limitada [Santos and Lima 2022]. A pesquisa futura deve focar no desenvolvimento de materiais didáticos e metodologias que superem essas barreiras, garantindo que todos os estudantes, independentemente de sua condição socioeconômica ou de deficiência, tenham acesso a uma educação em computação de qualidade. Isso inclui a investigação de materiais desplugados mais sofisticados, o uso de tecnologias de baixo custo e o desenvolvimento de recursos acessíveis para pessoas com deficiência, considerando diferentes tipos de necessidades (visuais, auditivas, motoras, cognitivas). A criação de materiais didáticos que abordem computação desplugada representa uma oportunidade importante para estudos futuros, alinhando-se com as diretrizes da BNCC e com o interesse dos professores em desenvolver essas habilidades nas escolas [Guarda and Duran 2024]. Esse enfoque não apenas amplia o acesso, mas também fortalece o ensino de computação de maneira inclusiva e democrática. Por fim, a colaboração com comunidades locais e o desenvolvimento de soluções adaptadas às realidades regionais são aspectos cruciais dessa linha de pesquisa.

22.6.5. Avaliação da Eficácia e Impacto dos Materiais Didáticos

Para garantir que os materiais didáticos produzidos sejam realmente eficazes, é fundamental investir em pesquisa sobre sua avaliação e impacto. Isso envolve o desenvolvimento de metodologias robustas para medir o aprendizado dos alunos, o engajamento e o desenvolvimento de habilidades computacionais a partir do uso de diferentes tipos de materiais. A pesquisa deve ir além da simples satisfação do usuário, buscando evidências empíricas sobre a contribuição dos materiais para o desenvolvimento cognitivo e socioemocional dos estudantes. Além disso, é importante investigar como os materiais didáticos podem ser continuamente aprimorados com base no feedback dos usuários e nos resultados das avaliações, estabelecendo um ciclo virtuoso de pesquisa, desenvolvimento e melhoria contínua.

22.6.6. Políticas Públicas e Financiamento para a Educação em Computação

A sustentabilidade da educação em computação na Educação Básica depende fortemente de políticas públicas eficazes e de financiamento adequado. A pesquisa futura deve anali-

sar modelos de sucesso em outros países, investigar as barreiras políticas e econômicas no contexto brasileiro e propor estratégias para a implementação de políticas que garantam a formação de professores, a produção e distribuição de materiais didáticos e a infraestrutura tecnológica necessária. A colaboração entre governo, academia, setor privado e sociedade civil é essencial para criar um ecossistema favorável ao desenvolvimento da educação em computação, e a pesquisa pode desempenhar um papel fundamental na identificação de modelos de parceria eficazes e na proposição de mecanismos de financiamento inovadores. Nesse cenário, destaca-se a mudança da LDB promovida pela Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023, que instituiu o Plano Nacional de Educação Digital (PNED). Essa legislação estabelece que a educação digital, com foco no letramento digital e no ensino de computação, programação, robótica e outras competências digitais, será componente curricular obrigatório do ensino fundamental e do ensino médio, representando um marco regulatório de grande impacto para a consolidação da área. Além disso, o Parecer CNE/CEB nº 2/2022 estabelece normas sobre Computação na Educação Básica, complementando a BNCC e fornecendo diretrizes importantes para a integração da computação ao currículo escolar.

Outro avanço relevante é a criação da Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (Decreto nº 11.713, de 26 de setembro de 2023), que visa à universalização da conectividade educacional e prevê a oferta de assessoria técnica às redes estaduais e municipais. Iniciativas como a assessoria técnica às redes estaduais e às redes municipais materializam essa política, fortalecendo a infraestrutura tecnológica, a formação docente e a integração curricular. Em suma, as perspectivas de investigação na educação em computação devem considerar esse novo cenário normativo e estratégico, no qual a produção de materiais didáticos, a formação de professores e a conectividade escolar se articulam diretamente às políticas públicas nacionais. Esses avanços legais e institucionais constituem uma base sólida para ampliar o alcance e a equidade da educação em computação, garantindo que ela se consolide como um direito de todos os estudantes brasileiros.

22.7. Considerações Finais

A inserção da computação na Educação Básica configura-se como um movimento estratégico e necessário para a formação de cidadãos críticos, criativos e preparados para os desafios do século XXI. Ao longo deste trabalho, evidenciou-se que a produção e o desenvolvimento de materiais didáticos específicos desempenham papel central nesse processo, especialmente quando articulados à formação docente e a políticas públicas consistentes. Ainda que os obstáculos relacionados à infraestrutura, à inclusão digital e à atualização contínua sejam significativos, eles também representam oportunidades para inovação, colaboração e fortalecimento da área. Assim, reforça-se a importância de um esforço coletivo entre governo, academia, escolas e sociedade civil para a construção de um ecossistema educacional inclusivo, ético e sustentável, capaz de promover a integração efetiva da computação no currículo escolar e de potencializar a aprendizagem em diferentes contextos.

Referências

[Barbosa et al. 2018] Barbosa, F. R., Pereira, S. L., and Menezes, T. B. (2018). Impacto da introdução do pensamento computacional nas escolas: uma análise do ponto de vista

- dos professores. In *Anais do 28º Workshop de Informática na Escola*, pages 67–78, Natal. SBC.
- [Costacurta et al. 2024] Costacurta, A. P., Santos, R. S., et al. (2024). Atividade desplugada: Ferramenta para combate ao sedentarismo dos nativos digitais na modernidade líquida. *Revista Tópicos*, 2(6):1–17.
- [da Conceição S. and Horto 2024] da Conceição S., B. S. and Horto, Y. F. S. (2024). “nativos digitais”: Será falsa a interpretação que leva à exclusão digital na educação brasileira. *Anais CIET: Horizonte*.
- [Freitas et al. 2021] Freitas, L. A., Silva, R. J., and Moreira, D. A. (2021). Educação em computação e interdisciplinaridade: um olhar para o futuro. In *Anais do 15º Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 91–102, Belo Horizonte. SBC.
- [Gomes et al. 2020] Gomes, L. G., Silveira, I. F., and Conterno, M. R. (2020). Desafios na implementação do pensamento computacional nas escolas públicas. In *Anais do 11º Workshop de Computação na Educação*, pages 134–145, Porto Alegre. SBC.
- [Guarda and Duran 2024] Guarda, G. F. and Duran, R. S. (2024). Bncc computação na educação infantil: entendimento, dificuldades e perspectivas dos docentes da rede pública de ensino. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 22(1):154–164.
- [Lima et al. 2021] Lima, C. A., Souza, T. F., and Amaral, G. (2021). Inclusão digital e formação docente: pilares para uma educação computacional inclusiva. In *Anais do Workshop de Informática na Educação*, pages 55–68, Recife. SBC.
- [Menezes et al. 2020] Menezes, R. S., Moraes, A. M., and Silva, J. F. (2020). O papel da computação na formação de cidadãos críticos e inovadores. In *Anais do 31º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 78–89, Florianópolis. SBC.
- [Monteiro et al. 2019] Monteiro, T. A., Silva, J. M., and Menezes, A. S. (2019). Inteligência artificial e educação adaptativa: uma análise das perspectivas pedagógicas. In *Anais do 30º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 55–66, São Paulo. SBC.
- [Morgan et al. 2021] Morgan, A. D., Lima, P. S., and Costa, J. P. (2021). *Educação em Computação nas Escolas Brasileiras: Relatório de Pesquisa 2021*. UFRGS, Porto Alegre.
- [Pereira and Cunha 2021] Pereira, J. M. and Cunha, R. A. (2021). Privacidade e ética no uso de dados educacionais: desafios e perspectivas. In *Anais do 16º Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 104–115, Curitiba. SBC.
- [Santos and Lima 2022] Santos, C. F. and Lima, D. S. (2022). Inclusão digital e educação em computação: desafios em um país de desigualdades. In *Anais do 12º Workshop de Computação na Educação*, pages 112–123, Curitiba. SBC.
- [Silva et al. 2019] Silva, M. A., Oliveira, P. S., and Barros, F. O. (2019). Computação na educação básica: riscos e desafios da dependência tecnológica. In *Anais do 32º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 89–100, Porto Alegre. SBC.

Capítulo

23

Sob as luzes da ONU e OCDE: direcionando desafios para Ensino de Computação na Educação Básica do Brasil: uma visão para empregabilidade no Século XXI, perspectivas em softskills, pensamento crítico, pensamento computacional, transdisciplinaridade, ludicidade e novas metodologias

Maria Augusta Silveira Netto Nunes

Abstract

This paper addresses a brainstorm about challenges for Computer Science Education in Basic Education in Brazil from the perspective of what is being discussed for the future of Education in organizations such as the OECD, ONU and World Economic Forum. We bring some aspects in line with a vision for employability in the 21st century, perspectives on soft skills, critical thinking, computational thinking, transdisciplinarity, playfulness and new methodologies.

Resumo

Este artigo disserta sobre possíveis desafios para o Ensino de Computação na Educação Básica do Brasil sob uma ótica do que está sendo discutido para futuro da Educação em órgãos como OCDE, ONU e Fórum Econômico Mundial. Trazemos alguns aspectos na linha de uma visão para empregabilidade no Século XXI, perspectivas em softskills, pensamento crítico, pensamento computacional, transdisciplinaridade, ludicidade e novas metodologias.

23.1. Introdução

No ano em que a ONU, via a Iniciativa de Impacto Acadêmico das Nações Unidas (UNAI), seleciona instituições de ensino superior no mundo interessadas em se tornar um Hub dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ (ONU, 2024). Nos deparamos, ainda, com demandas que parecem árduas de serem cumpridas/alcançadas,

¹ nesse artigo, apontamos o interesse no objetivo 4 - promover Educação de qualidade

como citado pelo World Bank (WB), em seu relatório "World Development Report 2019"(WB, 2019), que declara que estamos entrando na quarta Revolução Industrial, o que apresenta diversos desafios em termos de formação de mão de obra e empregabilidade dos jovens, futuros profissionais. Estamos entrando na era da robótica avançada e da IA Generativa, onde as máquinas aprendem sozinhas; era das automações de transportes, bem como da automação das tarefas mecânicas humanas mais triviais (WB, 2019). Nesse novo cenário tem-se uma queda drástica no formato de empregabilidade que conhecemos atualmente, novos empregos surgirão com novas demandas profissionais inimagináveis. Entretanto, qual deverá ser o diferencial do ser humano frente às máquinas? Como iremos preparar os jovens para serem capazes de atuar nesse novo contexto/ mercado global?

Frente a esta demanda é importante ressaltar a urgência em se desenvolver certas habilidades nos estudantes, que os auxiliem no fator "empregabilidade" de um futuro emergente (WB, 2019). A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) avalia que os estudantes deverão ser cada vez mais críticos e criativos para proporem novas soluções, resolverem problemas em grupo e não serem somente consumidores de inovação, mas também produtores delas (OCED, 2008). A demanda por softskills já vem sendo foco das preocupações da Nações Unidas (WEF, 2020, 2023). O Pensamento Crítico aparece como uma softskill fundamental, sendo uma das top 5 habilidades que todo mundo deveria possuir para garantir sua empregabilidade no futuro global (WEF, 2016; FORBES, 2022).

Trazendo, novamente, à luz um dos 12 objetivos da OCDE a ser potencializado pelos Hub dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável espalhados pelo Brasil, que é o objetivo 4 - Promoção de Educação de qualidade, garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa com verdadeiras oportunidades de aprendizagem. Assim, a OCDE via Hubs, pretende mobilizar ações coletivas estratégicas em ensino, pesquisa, operações, envolvimento comunitário e parcerias para a implementação na busca em busca efetivar estas ações em cada país participante. No Brasil este contexto surge, também, com a recente demanda da Base Nacional Comum Curricular que insere a Computação como assunto obrigatório a ser tratado nas escolas de Ensino Fundamental no contexto educacional brasileiro (BNCC, 2022).

Nos questionamos, então, de que forma, efetivamente, poderíamos contribuir considerando o Hub brasileiro junto ao "objetivo 4 - Promoção da Educação" da OCDE, na linha do desenvolvimento das habilidades/softskills para o século XXI em empregabilidade e softskills em conexão com as habilidades da Computação? Como mitigar essa lacuna, até 2030, no Brasil? Será que conseguiríamos usar alguma metodologia vinculada à Computação com o objetivo de aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho e empreendedorismo na linha das softskills demandadas pela OCDE (2024b) em conjunto com a Computação dentro do esperado pela BNCC (2022)? Nos questionamos, também, em como poderíamos realizar metodologicamente essa tarefa? E com que ferramentas?

Em um país onde a situação socioeconômica é bastante desigual, cerca de 40% das escolas NÃO possuem laboratórios de Informática para os anos finais do Ensino

Fundamental. A UNESCO, em seu relatório que mede a qualidade da infraestrutura das escolas públicas do Ensino Fundamental no Brasil, declara que o ideal é que cada Escola possua ao menos 1 Laboratório de Informática (UNESCO, 2019). Porém, sabe-se que isso está longe de ser uma realidade no Brasil (TPE, 2021). Além disso, percebeu-se que, após a fase pandêmica, há uma real necessidade em se disponibilizar o material, também, na forma digital, mesmo que o ele possa ser usado na forma desplugada, mas deve ser acessível na forma remota (OCDE, 2024a; OCDE, 2023). Nós, enquanto pesquisadores, nos questionamos em como poderia ser possível trabalhar a Computação como metodologia de ensino para desenvolver as habilidades do século XXI sem o uso de computadores?

Este artigo está organizado pela contextualização e introdução apresentada acima, seguida por algumas conjecturas de metodologias possíveis na linha do desenvolvimento das habilidades, nas seções 1.2 criatividade e 1.3 pensamento computacional. Seguido, na seção 1.4 pelas considerações finais Finalizado na seção 1.5 pelas referências bibliográficas.

23.2 OCDE e o Brasil

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) têm trazido evidências em seus relatórios, que demonstram recortes sobre o Brasil (OCDE 2023a; OCDE 2024c; OCDE 2024d) relatando que a economia brasileira tem mostrado sinais de resiliência apesar da crise global, mas as desigualdades sociais permanecem entre as mais altas do mundo. Salienta, também, que, mesmo diante deste cenário, é preciso um esforço em prover o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida das pessoas e que esse feito beneficiará a sociedade e economia brasileira como um todo.

Em seus relatórios globais, a OCDE têm trazido várias experiências internacionais (OCDE, 2024e), de melhorar o ensino, o que afeta a empregabilidade futura dos jovens. Um possível caminho desta melhora na qualidade do ensino é focado na promoção da **criatividade**, usando as habilidades emocionais como base para um desenvolvimento sustentável do aprendizado (OCDE, 2024f). Algumas questões tem sido discutidas (OCDE, 2024g), tais como: (i) a criatividade sendo uma "habilidade", como o professor irá desenvolvê-la no aluno, se ela não podemos efetivamente ser "ensinada"? ; (ii) o professor precisa entender as nuances do que constitui "ser criativo"; (iii) o governo/escolas precisam criar ambientes que nutram o "ser criativo" no professor, permitindo que ele se arrisque pedagogicamente; (iv) como o professor pode se expor ao desafio de como modelar "a criatividade" para viabilizar uma forma "genérica" por disciplina, pistas para que ele inicie o processo da nuance de ser criativo na forma de criar as atividades acadêmicas aos seus alunos; (v) como o professor pode criar uma forma de medir/mensurar a habilidade da criatividade e percebê-la se (essa criatividade nas atividades do professor ativa um processo criativo dos alunos); (vi) como o professor ativa o processo criativo dos alunos?; (vii) que ferramentas o professor precisa? (viii) será a criatividade é mais importante hoje do que foi há 30 anos atrás?; (ix) o uso da IA generativa não ofusca a criatividade?

23.3 BNCC e Computação permeando as habilidades requeridas pela OCDE

A OCDE (2024) em seus últimos relatórios relata a necessidade de desenvolver habilidades em nossas crianças. Percebemos que a criatividade, talvez seja uma das mais importantes que diferenciaria nossas crianças da IA generativa nos ambientes de trabalho do futuro. Mas também existem outras que andam de mão dadas a ela, tais como: pensamento crítico, resolução de problemas, pensamento computacional estão entre algumas delas.

Como permitir que as crianças tenham contato com essas habilidades sem explicitamente, ensiná-las. Se considerarmos o contexto da BNCC (2022) que traz a Computação como matéria obrigatória na Educação Básica brasileira, poderíamos, utopicamente pensar em usar um método ou metodologia de ensino que usasse o pensamento computacional (PC) como método de ensino de qualquer das disciplinas da grade curricular do aluno. Brackmann (2017) salienta que é possível estimular a descoberta dos fundamentos sobre Computação sem o uso de computadores ou Laboratórios de Informática, se utilizando de estratégias lúdicas de estímulo ao PC na escola, trabalhando de forma multi-intra e transdisciplinar. Dentre outros artefatos desplugados que podem ser usados para o estímulo do PC, encontram-se as Histórias em Quadrinhos (HQs), no formato de enredos, guias e jogos analógicos como uma alternativa gratuita e de uso público. E que esse material disponível remotamente pode ser usado de forma desplugada. Assim inovamos nas práticas e métodos para Educação em Computação usando diferentes Ferramentas e tecnologias para aprendizagem de Computação de forma Multi, inter e transdisciplinaridade para Educação em Computação por meio do uso do método de ensino do pensamento computacional usando assim estratégias para aumentar a atratividade e o engajamento estudantil na Computação. Em CNPq (2022), descreve-se que a utilização de HQs em sala de aula são utilizadas de forma estimulante buscando a atração do público infanto-juvenil por este tipo de leitura, trabalhando a ludicidade que é frisado como importante pela OCDE. As HQs geralmente combinam imagens e linguagem simples, tornando-se uma forma bastante atrativa de ensino, com qualidade de informações, proporcionando o enriquecimento da comunicação e do conhecimento, estimulando, também, o hábito da leitura e do raciocínio lógico (LIMA et al. 2022).

Trazendo neste contexto, o uso de um material desplugado e lúdico tem o potencial da inovação necessária, trabalhando a criatividade, o pensamento crítico, a resolução de problemas, o pensamento computacional pode ser promissor. Dispondo também da possibilidade de existir Guias pedagógicos construídos para e por professores para suas respectivas disciplinas. Assim inovamos nas práticas e métodos para Educação em Computação usando diferentes Ferramentas e tecnologias para aprendizagem de Computação de forma multi, inter e transdisciplinaridade para Educação em Computação por meio do uso do método de ensino do pensamento computacional Estratégias para aumentar a atratividade e o engajamento estudantil na Computação. Mas como propor isso em ambientes tão distintos nas desigualdades sociais brasileiras? Proporcionando a interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e multidisciplinaridade com a Computação? Como o professor pode promover um ensino criativo? em computação? Foco desplugado para que escolas sem recursos também consigam utilizar? Existe um projeto experimental que trabalha nessa linha. O projeto

Almanaques para Popularização de Ciência da Computação² que disponibiliza gratuitamente, de forma remota, e para uso desplugado: (i) gibis de diversas áreas da computação, para uso infantil desmistificando a área; (ii) gibis de áreas onde se aplica a computação como método de ensino o pensamento computacional; (iii) jogos de tabuleiro e de cartas, tornando lúdico o aprendizado; (iv) guias pedagógico desenvolvido para professores usarem os gibis, focando no desenvolvimento das habilidades do Século XXI, tal como pensamento crítico, criatividade e pensamento computacional (focado nos 4 pilares: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo); (v) gibis e guias com enfoque inter-multi-transdisciplinar por natureza, como por exemplo: Sensibilização sobre empatia, trabalhado usando o método de ensino do pensamento computacional aplicado à disciplina de artes; Ensinando Mindfulness por meio do Pensamento Computacional na disciplina de Educação Física; entre outros.

23.4 Considerações finais

A OCDE procura ajudar indivíduos e nações a identificar e adquirir conhecimento, habilidades e valores que permitam o acesso a empregos cada vez melhores para uma vida melhor, criar prosperidade e promover a inclusão social pensando na empregabilidade do século XXI. Esse artigo apresentou um brainstorming sobre os possíveis desafios para o Ensino de Computação na Educação Básica do Brasil sob uma ótica das perspectivas mundiais discutidas pela OCDE, ONU e Fórum Econômico Mundial. No artigo enfatizamos aspectos para empregabilidade no Século XXI, principalmente, criatividade e pensamento computacional visto num contexto transdisciplinar com ludicidade e novas metodologias aplicadas de forma desplugada ou remotas para Educação em Computação na Ensino Básico do Brasil.

Referências

- BNCC (2022). Base Nacional Comum Curricular. Computação Complemento à BNCC. MEC: Brasília (2022). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>>
- BRACKMANN, C. P., ROMAN-GONZALEZ, M., ROBLES, G., MORENO-LEON, J., CASALI, A., AND BARONE, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education, pages 65–72. ACM.
- CNPq 2022. Histórias em Quadrinhos – trajetória e importância a partir de pesquisas científicas. Cnpq: Brasília. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/noticias/pesquisa-do-dia/historias-em-quadrinhos-2013-trajetoria-e-importancia-a-partir-de-pesquisas-cientificas>>.
- FORBES (2022). Top Five Soft Skills That Every Employee Needs In The 21st Century. FORBES <<https://www.forbes.com/sites/forbeshumanresourcescouncil/2022/07/06/top-five-soft-skills-that-every-employee-needs-in-the-21st-century/?sh=549076f256c>>
- LIMA, ANTONIO ALEXANDRE; PROVENZA, MARCELLO MONTILLO; NUNES, MARIA AUGUSTA S. N. (2022). Comics as a Pedagogical Tool for Teaching . In: 2022 XVII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), Armenia. 2022 XVII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO). IEEE, . p.1 - 7.

² <https://almanaquesdacomputacao.com.br/>

- OCDE (2008). 21st Century Skills: How can you prepare students for the new Global Economy? Paris, <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>
- OCDE(2019). Conceptual learning framework: Learning Compass 2030, Future of Education and Skills 2030. OECD Publishing, Paris, [Phttp://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf](http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf) (accessed on 10 September 2021).
- OCDE (2023) “Survey on equity and inclusion in education post COVID-19” . OECD Publishing.
- OCDE (2023a). « International evidence to support the reform of Early Childhood Education and Care (ECEC) in Brazil in 2024 », OECD Education Policy Perspectives, n° 97, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/b820e627-en> .
- OCDE (2024a). “Evaluating post-pandemic education policies and combatting student absenteeism beyond COVID-19”, OECD³ Education Policy Perspectives, No. 101, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a38f74b2-en>.
- OCDE (2024b), “Equity in education and on the labour market: Main findings from Education at a Glance 2024”, OECD Education Policy Perspectives, No. 107, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b502b9a6-en> .
- OCDE (2024c). Education at a Glance 2024-Country notes- Brazil. OECD Indicators, Éditions OCDE, Paris, (Published 10 september 2024), https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2024-country-notes_fab77ef0-en/brazil_eea51596-en.html
- OCDE (2024d). « Policy dialogues in focus for Brazil : International insights for digital education reform », OECD Education Policy Perspectives, n° 100, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/b6ec7886-en> .
- OCDE (2024e). Education at a Glance 2024 : OECD Indicators, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/c00cad36-en> .
- OCDE (2024f). Social and Emotional Skills for Better Lives : Findings from the OECD Survey on Social and Emotional Skills 2023, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/35ca7b7c-en>.
- OCDE (2024g). The Creative Classroom: Rethinking Teacher Education for Innovation. OECD EduTalk . <https://www.youtube.com/watch?v=nhUKW6QGd-I>
- ONU (2024). ONU-Brasil abre chamada para instituições de ensino superior interessadas em integrar rede dos #ObjetivosGlobais. ONU:Brasília (<https://brasil.un.org/pt-br/275252-onu-abre-chamada-para-institu%C3%A7%C3%B5es-de-ensino-superior-interessadas-em-integrar-rede-dos>)
- TPE (2021). Anuário Brasileiro da Educação Básica. TODOS PELA EDUCAÇÃO. Disponível em<https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/07/Anuario_21final.pdf >
- WB (2019) . World Development Report 2019: The Changing Nature of Work. Washington, DC: World Bank. (2019). Disponível em <<https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>>
- WEF (2016).Ten 21st-century skills every student needs. Washington, DC: World Economic Forum. (2016). Disponível em <<https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students>>
- WEF (2023). World Economic Forum: Future of Jobs Report. Washington, DC: World Economic Forum. Disponível em <<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-202>>
- WEF (2020). World Economic Forum:Top 10 jobs skills for tomorrow- and how long it take to learn that. Washington, DC: World Bank. Disponível em<<https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>>
- UNESCO (2019). Qualidade da infraestrutura das escolas públicas do ensino fundamental no Brasil. – Brasília : UNESCO, (2019). Disponível em <https://crianca.mppr.mp.br/arquivos/File/publi/educacao_qualidade/qualidade_infraestrutura_escolas_publicas_unesco_2019.pdf>

³ OECD é o termo em inglês para OCDE que é o termo em português/francês.

Capítulo

24

Ensino de computação na formação de profissionais das ciências sociais, ciências humanas, linguística e letras

Silvana Rossetto, João Carlos Pereira da Silva e Carla A. D. M. Delgado

Resumo

*Apresentamos refinamentos sobre lacunas e problemas do ensino de computação nas temáticas relacionadas com multi, inter e transdisciplinaridade e valorização da educação em computação. Discutimos os avanços mais recentes da computação e seus impactos na sociedade e em diversas áreas do saber. Destacamos a necessidade de incorporar o ensino de computação na formação dos profissionais das áreas de ciências sociais, ciências humanas, linguística e letras e os desafios postos para tratar essa questão. Por fim, indicamos potenciais demandas e direções para promover as mudanças necessárias. **Tópicos aos quais a proposta está relacionada:** Multi, inter e transdisciplinaridade na educação em computação; Valorização da Educação em Computação.*

24.1. Contextualização, apresentando os problemas (ou desafios) a serem resolvidos

Ao longo dos últimos anos, a Computação impactou diversas áreas do conhecimento, em particular as áreas de ciências exatas e da terra e as engenharias, possibilitando avanços significativos nesses campos do saber. Essa interligação se reflete já há muitos anos nos projetos pedagógicos dos cursos de graduação e pós-graduação dessas grandes áreas, os quais, de forma geral, incluem componentes curriculares para ensino de programação de computadores, computação numérica, modelagem computacional, computação gráfica e outros [Law et al. 1990, Kantor and Edgar 1996, Hu and Teredesai 2007].

24.1.1. Cenário atual

Os avanços mais recentes das tecnologias da informação, o aumento da capacidade de processamento de dados e da conectividade digital, a pervasividade das aplicações computacionais e a crescente disseminação de ferramentas baseadas em modelos de linguagem

de larga escala deverão proporcionar impactos — tão ou mais significativos — em outras áreas do conhecimento, incluindo as **ciências sociais, ciências humanas, linguística e letras**. O impacto da Computação nessas áreas deverá ir além da disponibilização de ferramentas automatizadas. Ele tem potencial de trazer novas soluções para problemas conhecidos, assim como novos problemas e novos desafios de pesquisa e de atuação para esses profissionais. Observa-se, então, lacunas e novas demandas na formação dos profissionais dessas áreas, e algum esforço inicial nessa direção já está surgindo [Vasu and Vasu 1985, Hover et al. 2006].

24.1.2. Sinais emergentes

Tradicionalmente, a educação em computação no nível superior se dá nas áreas das Ciências Exatas e Engenharias, e mais recentemente na área de Ciências Biológicas, em particular a de Bioinformática. Em geral, a preocupação primária é a de desenvolver o pensamento computacional que agregue algum tipo de valor a formação dos profissionais destas áreas. A necessidade de expandir o horizonte de formação em computação para profissionais de áreas não tecnológicas tem-se mostrado urgente nos últimos anos. Os recentes avanços da Inteligência Artificial, em especial as chamadas IA Generativas, apontam a necessidade de que os profissionais destas áreas não tecnológicas possuam uma compreensão mínima dos mecanismos utilizados por tais ferramentas, permitindo que elas possam ser utilizadas de maneira crítica e eticamente responsável. Para isto, uma abordagem holística, para além do desenvolvimento do pensamento computacional, é necessária.

Algumas áreas em particular têm sentido este impacto de maneira mais imediata. Na área da Educação, o surgimento das IA Generativas trouxe enormes desafios de como tais ferramentas podem ser incorporadas ao processo educacional. A sua utilização por parte de discentes e docentes, sem um conhecimento mínimo de como tais mecanismos são desenvolvidos, suas limitações e vieses, já estão impactando a formação discente, assim como a definição de políticas públicas não apropriadas por parte de agentes da área educacional. Outra questão importante é o fato de que estas IA Generativas foram desenvolvidas com grande volume de textos em idiomas diferentes do português, o que traz um viés cultural e uma falta de representação de grupos minoritários e da cultura nacional. Isso pode ser minorado com a atuação de profissionais da área de Letras e das Ciências Sociais que, através de seus estudos e técnicas, podem auxiliar na identificação de vieses e na melhoria da representação cultural de grupos minoritários nos conteúdos gerados artificialmente por estas ferramentas. Para que estes profissionais possam colaborar de maneira mais efetiva, também é necessário que a eles seja dada a oportunidade de ter algum conhecimento sobre computação.

Na área do Direito, a necessidade de definir um arcabouço regulatório que coloque um mínimo de ordenação jurídica no ambiente digital vem sendo suprida com a importação de legislações que, na maioria das vezes, são estabelecidas em países estrangeiros, em particular na União Europeia, que possuem aspectos culturais e socioeconômicos diferentes do brasileiro. Tal importação legislativa e sua adaptação para a realidade brasileira, feitas de forma inadequada, poderão no futuro trazer prejuízos para nossa sociedade e o nosso desenvolvimento tecnológico e cultural. Definir de maneira clara como deve ser feita a coleta e tratamento dos dados coletados e sua utilização de forma ética e responsável, respeitando o direito individual do cidadão e os aspectos culturais de nossa

sociedade, são fundamentais para que a computação possa ser desenvolvida no Brasil.

O desenvolvimento de uma ampla variedade de ferramentas computacionais para coleta e análise de grandes volumes de dados tem ampliado o horizonte de estudos para os envolvidos na área das Ciências Sociais. Ter a compreensão da proveniência destas informações, do devido tratamento que deve ser feito nos dados coletados, e principalmente, ter a consciência das limitações e problemas que os modelos gerados pelos algoritmos de Aprendizado de Máquina podem apresentar, é fundamental para que tais estudos não apresentem um diagnóstico enviesado da realidade brasileira.

Por fim, vale ressaltar como exemplo, o campo da linguística computacional que tem ganhado cada vez mais destaque, sendo possível encontrar uma diversidade de cursos sobre essa temática em vários níveis de formação. Essa é reconhecidamente uma área interdisciplinar onde a atuação de profissionais da computação, da linguística, das letras, da filosofia e de outras ciências sociais é esperada. Outro exemplo é o campo de pesquisa chamado *Humanidades Digitais*¹ que está na intersecção da computação e as disciplinas das humanidades e envolve pesquisa e ensino colaborativos, transdisciplinares e computacionalmente engajados [Pimenta 2020].

24.1.3. Desafio

Observa-se que a forma de atender às demandas colocadas não poderá consistir em uma mera reprodução ou ampliação do que já é feito na formação de profissionais das ciências exatas e engenharias. A Computação se constituiu dentro dessa grande área e, portanto, compartilha em algum grau os mesmos procedimentos, métodos, abordagens para solução de problemas e vocabulário. As interseções atuais com as áreas de ciências sociais e humanas, linguística e letras são mais limitadas ou reduzidas, o que requer novas abordagens e práticas pedagógicas.

No Instituto de Computação da UFRJ oferecemos há vários anos anualmente em média 70 turmas de disciplinas de Programação e de Cálculo Numérico para estudantes dos cursos de ciências exatas e da natureza e engenharias. A experiência de ensinar conteúdos de computação para graduandos que irão atuar em profissões diversas nos coloca frente a desafios diários sobre como associar esses conteúdos com as demandas e problemas que, espera-se, esses futuros profissionais deverão enfrentar em suas áreas de atuação. Quando fomos recentemente chamados por docentes e pesquisadores que atuam nas áreas de Biomedicina e Letras para atender demandas específicas de seus estudantes ou cursos, nossa primeira abordagem foi utilizar o mesmo material e métodos de ensino aplicados nessas turmas, o que não funcionou. A forma de pensar, de abordar um problema e de sistematizar uma solução muda de uma grande área para outra. E aí estão postos desafios didáticos claros para docentes e estudantes.

Para suprir esta demanda de formação nas áreas não-tecnológicas, também os profissionais (docentes) da Computação precisarão se readequar, aperfeiçoando sua formação, fortemente voltada para o ensino e desenvolvimento do pensamento computacional de seu atual público-alvo. Ter uma visão mais humanista da computação, sendo capaz de identificar os impactos que esta tecnologia tem em nossa sociedade e comu-

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_humanities

nicar de forma clara o funcionamento dos aspectos computacionais mais relevantes para cada uma das áreas não tecnológicas, é algo que hoje falta aos profissionais (docentes) da computação.

Dessa forma, também faz-se necessário que a formação dos profissionais de computação seja revisitada e ampliada no caminho da transdisciplinaridade. Paulo Freire muito bem coloca que a realidade é uma totalidade transdisciplinar e que ao processo de separar a realidade em parcialidades disciplinares, deve-se seguir a retotalização transdisciplinar, mediante um processo epistemológico interdisciplinar [Streck et al. 2015]. Importante que os profissionais de computação desenvolvam competências e habilidades que possibilitem o diálogo com as diversas áreas do saber.

Assim, o desafio que se coloca pode ser subdividido em: **(i) como o ensino de computação deverá ser incorporado na formação de profissionais das áreas de ciências sociais, ciências humanas, linguística e letras; (ii) quais competências deverão ser desenvolvidas e como contemplá-las nos projetos pedagógicos dos respectivos cursos de graduação e pós-graduação; (iii) como preparar os docentes para atuarem com os conteúdos relacionados; (iv) como ofertar esses conteúdos ou componentes curriculares; (v) como fazer com que essa interação gere contrapartidas positivas na formação dos estudantes de computação; e (vi) como medir ou avaliar os resultados alcançados.**

24.1.4. Tendências

Como um exemplo para vislumbrarmos as tendências para os próximos anos, em um colóquio² recente do prof. Jun Takahashi no Instituto de Física da UFRJ, ele reportou sua experiência desenvolvendo parcerias com médicos, nutricionistas e educadores físicos com o objetivo de desenvolver novas abordagens para questões relacionadas à oncologia e à COVID-19. O professor salientou que os desafios técnicos postos foram menores em comparação com a dificuldade de encontrar uma linguagem comum entre os novos colaboradores da equipe transdisciplinar, e que esse esforço foi valioso não apenas por possibilitar a descoberta de novas soluções, mas por promover uma reavaliação dos problemas a partir de novas perspectivas, gerando novas perguntas e desafios.

24.2. Relevância e impactos do desafio na sociedade

A ampliação significativa da conectividade digital por meio da Internet na última década e, junto com ela, o crescimento das redes sociais e das tecnologias da informação transformou a comunicação e as relações entre os indivíduos. Áreas como Ciências Sociais, Jornalismo, Economia, Psicologia e outras foram e ainda serão fortemente impactadas. Os métodos, práticas, abordagens, assim como os problemas enfrentados pelos profissionais dessas áreas precisarão ser revisitados. O efeito e a velocidade com que um comentário ou denúncia colocado em uma rede social, por exemplo, se propaga, fazem parte de uma nova realidade.

Para esses profissionais, compreender com a devida profundidade conceitos e métodos próprios da Computação torna-se um requisito para que esse aprendizado não

²<https://www.youtube.com/watch?v=m843OXNIX3Q>

sirva apenas como meio de adaptação a uma realidade posta, mas sobretudo como meio para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a se assim for necessário, como mais uma vez muito bem salienta Paulo Freire [Freire 2014].

Nesse sentido, o futuro desejável deverá contemplar programas de ensino e metodologias pedagógicas adequadas para o ensino de competências, habilidades e conhecimentos em computação para estudantes e profissionais de outras áreas, valorizando a visão crítica e o discernimento. Para além disso, espera-se que a capacidade de diálogo interáreas seja desenvolvida e aprimorada, dado que as soluções para os problemas complexos da sociedade dependerão de diferentes perspectivas e da cooperação e integração mais profunda (transdisciplinaridade) entre profissionais de diversas áreas do conhecimento.

24.2.1. Formas de promoção de mudanças

O diálogo de profissionais da computação e das áreas de humanidades é a melhor maneira de evoluir o entendimento mútuo. Na condução de projetos e iniciativas conjuntas, esse diálogo já vem acontecendo. Uma alternativa para transpor este cenário para cursos de formação é viabilizar a convivência de estudantes da computação e das outras áreas nos mesmos cursos, quando de interesse mútuo, ou seja – contemplar conteúdos ou disciplinas que necessariamente devam ter estudantes de áreas distintas (por exemplo, ciência da computação e ciências sociais) e abordar temas ou problemas que requerem o estudo e trabalho em conjunto. Dessa forma, os profissionais das diferentes áreas de conhecimento passariam a exercitar, ainda durante a sua formação universitária, a prática cada vez mais necessária e urgente de dialogar e encontrar soluções em conjunto.

24.2.2. Riscos e desafios

Computação é uma área em que as profissões não são regulamentadas. Uma consequência é que a discussão de implicações éticas e responsabilidades não encontra muitos mecanismos de articulação e, principalmente, de desdobramentos normativos e legais. Profissões de outras áreas têm uma dinâmica distinta e, portanto, será um desafio a discussão ética e normativa de iniciativas conjuntas. Outro risco é a falta de amparo, em forma de fomento e reconhecimento, de iniciativas trans e interdisciplinares. São conhecidos os entraves para o reconhecimento do valor de publicações em outras áreas quando na avaliação de programas de pós graduação e produção em pesquisa. Editais para fomento de ações de pesquisa e ensino que contemplem aplicações de computação em áreas que não sejam STEM também são raros. Serão necessários esforços paralelos das entidades e organizações envolvidas para mudar essa realidade.

Referências

[Freire 2014] Freire, P. (2014). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Editora Paz e terra.

[Hover et al. 2006] Hover, S. V., Berson, M., Bolick, C. M., and Swan, K. O. (2006). Implications of ubiquitous computing for the social studies curriculum. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 6(2):275–283.

- [Hu and Teredesai 2007] Hu, F. and Teredesai, A. (2007). A pervasive computing curriculum for engineering and science students. *IEEE Pervasive Computing*, 6(1):88–91.
- [Kantor and Edgar 1996] Kantor, J. C. and Edgar, T. F. (1996). Computing skills in the chemical engineering curriculum. *Computers in ChE*.
- [Law et al. 1990] Law, K. H., Rasdorf, W. J., Karamouz, M., and Abudayyeh, O. Y. (1990). Computing in civil engineering curriculum: Needs and issues. *Journal of Professional Issues in Engineering*, 116(2):128–141.
- [Pimenta 2020] Pimenta, R. M. (2020). Por que Humanidades Digitais na Ciência da Informação? Perspectivas pregressas e futuras de uma prática transdisciplinar comum. *Informação & Sociedade*, 30(2).
- [Streck et al. 2015] Streck, D. R., Redin, E., and Zitkoski, J. J. (2015). *Dicionário Paulo Freire*. Autêntica.
- [Vasu and Vasu 1985] Vasu, E. S. and Vasu, M. L. (1985). Integrating computers into social science curricula: Computer literacy and beyond. *Social Science Microcomputer Review*, 3(1):1–13.

Sobre os proponentes:

Silvana Rossetto possui graduação em Ciência da Computação e mestrado em Informática pela UFES, e doutorado em Informática pela PUC-Rio. Realizou o programa de doutorado sanduíche no exterior, pela Politecnico di Milano (2004/2005). Atua na área de Ciência da Computação, com ênfase em computação concorrente, paralela e distribuída. Desde 2009 é professora do Instituto de Computação da UFRJ onde atualmente exerce o cargo de diretora adjunta de ensino.

Joao Carlos Pereira da Silva possui graduação em bacharelado em Matemática pela UFRJ, mestrado e doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação pela UFRJ. Atualmente é professor associado da UFRJ. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Inteligência Artificial, atuando principalmente nos seguintes temas: programação em lógica, linguagem natural, revisão de crenças, lógicas não-monotônicas e inteligência artificial.

Carla Delgado é professora do Instituto de Computação da UFRJ, onde atualmente exerce o cargo de vice-diretora. Além de sua atuação constante nos cursos de graduação em Ciência da Computação e Bacharelado em Ciências Matemáticas e da Terra (ênfase em suporte à decisão), atua também no ensino de programação para estudantes de vários cursos da UFRJ e em ações de extensão. É membro do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI-UFRJ). Lidera e participa de projetos de aplicação de inteligência artificial e análise de dados principalmente na área de educação. Seus interesses de pesquisa incluem também o uso de tecnologias na educação e o ensino de computação.

Capítulo

25

Desafio do ensino adaptativo através de plataformas digitais na educação especial no Brasil

Keylla Ramos Saes, Anarosa Alves Franco Brandão

Abstract

Each year we are witnessing an increasing introduction of children and adolescents with special needs into the formal educational environment. Therefore, including these children in such an environment should be a state policy, and this brings with it the challenge of adapting teaching techniques and tools to support them. Considering intelligent educational technologies, the challenge lies on adapting existing technologies and developing new ones to provide educational solutions that could be adaptable to each student profile or special need. This article proposes an in-depth discussion about the future of intelligent computational technologies aimed at the inclusion of students with special needs, with an emphasis on personalization and adaptation for neurodivergent individuals on the autism spectrum.

Resumo

O aumento anual da inclusão de crianças e adolescentes com necessidades especiais em ambiente escolar traz consigo vários desafios. Um dos principais desafios que se colocam é a necessidade de adaptar técnicas e ferramentas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem para cada necessidade especial. Considerando o avanço das técnicas de inteligência artificial, um desafio está em adaptar soluções existentes e criar novas soluções que possam se adaptar a estes estudantes, procurando sempre que possível fornecer uma solução personalizada. Este artigo propõe uma discussão sobre o futuro das tecnologias computacionais inteligentes voltadas à inclusão de alunos com necessidades especiais, com ênfase na personalização e adaptação para indivíduos neurodivergentes no espectro do autismo.

25.1. Introdução

A inclusão de crianças com necessidades especiais no ensino é um tema de crescente importância no Brasil, refletindo um compromisso com a educação igualitária e inclusiva. A partir da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) [4], todas as crianças têm direito à educação em ambiente inclusivo.

Em 2019, o número de matrículas da educação especial chegou a 1,3 milhão, representando um aumento de 34,4% em relação a 2015 [9]. Já no censo escolar de 2023 o número de matrículas na educação especial ultrapassou a marca de 1,7 milhões de inscritos. Do total de matrículas, 53,7% são de estudantes com deficiência intelectual (952.904). Em seguida, estão os estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), com 35,9% (636.202) delas. Na sequência, estão pessoas com deficiência física (163.790), baixa visão (86.867), deficiência auditiva (41.491), altas habilidades ou superdotação (38.019), surdez (20.008), cegueira (7.321) e surdocegueira (693). Além disso, 88.885 estudantes possuem duas ou mais deficiências combinadas [14].

Apesar dos avanços legais, a implementação de medidas que tornem a inclusão efetiva enfrenta vários desafios. Um dos principais desafios enfrentados pelas instituições de ensino é *sua adaptação às necessidades destes estudantes*, seja estrutural ou de recursos, para os atender adequadamente. Muitas escolas ainda carecem de infraestrutura acessível e de materiais didáticos adaptados. Aproximadamente 60% das escolas públicas ainda reportam dificuldades em fornecer todos os recursos necessários para atendimento adequado a estes estudantes, segundo o Censo Escolar 2021 [9].

A adaptação de conteúdos e ferramentas de suporte ao ensino e a aprendizagem de estudantes com TEA usando inteligência artificial passa por questões de ordem técnica e ética. Do ponto de vista técnico, personalizar soluções computacionais para estudantes passa por entender as necessidades do usuário e, frequentemente, usar dados associados às interações desses usuários com as soluções existentes, sejam elas computacionais ou concretas. Esses usuários podem ser professores ou estudantes com necessidades especiais. Durante o entendimento dos requisitos da solução computacional começam a se colocar questões éticas, tendo em vista vários aspectos, sejam do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) [6] ou da Lei Geral de Proteção de Dados [5], dentre outros.

25.2. Desafios da educação especial: recorte estudantes com TEA

A ampla disseminação da internet e a redução nos custos de máquinas e equipamentos de informática observados nos últimos anos têm sido catalisadores para a digitalização em vários setores, incluindo a educação. Especificamente, plataformas de e-learning estão ganhando uma presença crescente em ambientes acadêmicos [18], notadamente após o evento da pandemia de Covid19. Esse modelo pedagógico facilita a democratização do acesso ao conteúdo e se estende a regiões e espaços anteriormente inacessíveis às instituições educacionais, superando barreiras físicas tradicionais associadas a escolas e universidades. No entanto, essa abordagem emergente para a educação online em larga escala apresenta consideráveis desafios para os estudantes. As adaptações dinâmicas tradicionalmente empregadas pelos instrutores durante a transmissão do conhecimento, não factíveis nesse modelo, contribuem para uma mudança de paradigma. Consequentemente, os estudantes que enfrentam dificuldades de compreensão não podem mais depender da

adaptabilidade do conteúdo e das explicações alternativas tradicionalmente fornecidas pelos instrutores, o que pode resultar em lacunas cognitivas [20].

Essa preocupação é ainda mais acentuada no caso de estudantes neurodivergentes, exigindo suporte especializado e níveis personalizados de orientação ao longo do processo de aprendizagem. Isso gera questões críticas relacionadas à inclusão efetiva de estudantes com necessidades especiais. Diante desse cenário, surge a necessidade de explorar estratégias para avançar no cenário educacional em transição, evoluindo o paradigma de aprendizagem online por meio de plataformas inteligentes de e-learning e expandindo as fronteiras da sala de aula de maneira inclusiva para estudantes neurodivergentes [16].

Nesse contexto, este capítulo lança luz ao tema de apoiar crianças e adolescentes no Transtorno do Espectro Autista (TEA), em sua trajetória escolar. O TEA é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por desenvolvimento atípico, manifestações comportamentais, deficiências na comunicação e interação social, juntamente com padrões de comportamento repetitivos e estereotipados, e a possibilidade de apresentar um repertório restrito de interesses e atividades. Além de sua definição restritiva, o espectro do autismo abrange uma ampla variedade na apresentação clínica e na gravidade do comprometimento. Essa variação permite a classificação em subcategorias com base no nível de suporte necessário [7, 2]:

- Nível 1 (baixa necessidade de suporte)
- Nível 2 (moderada necessidade de suporte)
- Nível 3 (alta necessidade de suporte)

De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5 [2], indivíduos com TEA apresentam variações no domínio dos aspectos estruturais da linguagem, incluindo sintaxe, morfologia e fonologia. Essas variações vão desde a ausência de desenvolvimento da linguagem falada até habilidades linguísticas estruturais intactas, caracterizadas por frases fluentes e complexas. No entanto, mesmo em casos de habilidades estruturais preservadas, deficiências no uso pragmático da linguagem ainda podem estar presentes [2, 12].

O estudo de Silva Junior e Rodrigues [11] indica que a maioria das soluções tecnológicas focadas na comunicação no Transtorno do Espectro Autista (TEA) atende a indivíduos com alto nível de suporte, enfatizando a comunicação básica. No entanto, a capacidade intuitiva de interpretar informações, crucial para uma comunicação eficaz, está subdesenvolvida em indivíduos com TEA, independentemente da gravidade. Essa limitação cognitiva resulta em desconforto social, mesmo para pessoas com TEA nível 1, dado que a interação social é prejudicada pela dificuldade na compreensão de contextos, ironia e metáforas [17]. Além disso, Ibaños e Costa [13] enfatizam que a análise pragmática em crianças com TEA enfrenta desafios na interpretação de fatos linguísticos e compreensão da intencionalidade comunicativa direcionando predominantemente suas intenções pragmáticas para si mesmas, comprometendo a interação social.

No contexto do tratamento precoce e estimulação para o TEA, conforme preconizado pelo Ministério da Saúde do Brasil [10], personalizar conteúdo para o aprendizado

de crianças com TEA é um desafio significativo para profissionais como psicólogos, professores e terapeutas. A diversidade de perfis exige abordagens individuais, muitas vezes manuais, criando uma carga de trabalho adicional para os profissionais. A limitação de ferramentas digitais disponíveis restringe as oportunidades de desenvolvimento para indivíduos com TEA de Nível 1, que, embora verbais e capazes de se comunicar, enfrentam desafios sociais significativos devido à interpretação literal na comunicação [7].

Indivíduos no espectro do autismo apresentam processamento neural diferenciado, favorecendo o raciocínio deliberativo sobre as interações sociais. Isso contribui para características como alto neuroticismo, baixa extroversão e baixa afabilidade, alinhando-se a estereótipos dos profissionais de Tecnologia da Informação (TI). O estudo indica que computadores, por sua lógica e consistência, despertam interesse particular em pessoas com autismo. Portanto, acreditamos que a adoção de suporte tecnológico, incluindo inteligência artificial (IA), pode aprimorar o desenvolvimento da linguagem pragmática, fornecendo terapias personalizadas e envolventes, ampliando o alcance terapêutico para mais indivíduos no espectro do autismo [15, 24].

Chiu e colegas [8] destacam, em uma revisão da literatura as diversas aplicações da IA na educação, incluindo retroação personalizada, ambientes de aprendizado adaptativos e suporte ao professor. A IA também contribui com a análise do trabalho dos estudantes e avaliações adaptativas, alinhando-se com as necessidades da população autista para interações personalizadas. Ademais, o desenvolvimento de técnicas de IA pode oferecer novos métodos potenciais para o tratamento do autismo.

Ainda que tenhamos soluções inteligentes que permitam a personalização do ensino para estudantes com TEA, a figura do(a) professor(a) continua tendo um papel primordial no seu processo de aprendizagem. Para isso, é importante também preparar esses profissionais para se beneficiar do uso dessas soluções computacionais. Sobre esse assunto discorreremos na próxima seção.

25.3. Aprendizagem contínua também para os educadores

O avanço das tecnologias de IA no campo da educação especial, especialmente para estudantes neurodivergentes, levanta um ponto fundamental: o papel do humano no processo de aprendizagem. Embora a IA possa oferecer soluções inovadoras, ambientes de aprendizado adaptativos e apoio a professores, ela não deve ser vista como um substituto para a interação humana. O toque, a empatia e o julgamento clínico de terapeutas, professores e cuidadores são insubstituíveis. São eles que interpretam as nuances do comportamento, oferecem apoio emocional e adaptam estratégias em tempo real, algo que os algoritmos, por mais avançados que sejam, ainda não conseguem replicar. A IA deve atuar como uma ferramenta de apoio, auxiliando esses profissionais na coleta e análise de dados, oferecendo *insights* valiosos e automatizando tarefas repetitivas, liberando mais tempo para a interação direta e personalizada [21].

Algumas questões sobre os educadores são levantadas, e precisam ser direcionadas para apoiar a implantação da inteligência artificial no contexto da educação inclusiva. Listamos algumas delas a seguir.

- Quais estratégias utilizar para preparar os professores da educação especial para a

era da IA em sala de aula?

- Como incentivar a aprendizagem colaborativa e continuada das tecnologias de IA junto aos professores?
- Em que medida os professores no Brasil recebem treinamento e desenvolvimento profissional sobre tecnologias de IA, principalmente no contexto da educação especial?
- Quais são os desafios e barreiras que os professores encontram no cumprimento de suas responsabilidades relacionadas à integração da IA na educação especial, e como esses desafios podem ser resolvidos?
- Como promover uma mentalidade de crescimento e celebrar a inovação para que os professores se sintam encorajados a adotar novas tecnologias?

A IA pode ser um parceiro estratégico para o desenvolvimento educacional, podendo atuar como uma ferramenta de facilitação, complementando o ensino tradicional. No entanto, a concepção e a implementação dessas tecnologias dependem do conhecimento especializado dos profissionais. O sucesso não está na tecnologia em si, mas em como ela é integrada de forma ética e eficiente para fortalecer a relação entre o aluno e o educador, garantindo que o ser humano continue no centro do processo de aprendizado e desenvolvimento.

25.4. Ética e Privacidade em IA para Educação Especial

A inteligência artificial viabiliza a oferta de soluções adaptativas que podem auxiliar a aprendizagem de estudantes com necessidades especiais. No entanto, a implementação dessas tecnologias em ambientes de educação especial levanta questões éticas e de privacidade cruciais que precisam ser abordadas. A coleta e análise de dados sobre o comportamento, interações e progresso dos estudantes são essenciais para o funcionamento dessas plataformas, mas exigem um compromisso com a proteção das informações sensíveis [23] [22].

O uso de IA em um cenário tão vulnerável como a educação especial não pode ignorar os desafios práticos e éticos envolvidos. É fundamental garantir que as ferramentas digitais sejam transparentes e justas, evitando vieses algorítmicos que possam impactar negativamente o desenvolvimento do aluno. Além disso, a privacidade dos dados das crianças e dos adolescentes deve ser a principal prioridade, com medidas de segurança robustas para prevenir o acesso não autorizado ou o uso indevido das informações. O objetivo é desenvolver soluções que complementem o trabalho de profissionais e educadores, proporcionando um ambiente de aprendizado seguro e adaptado, sem comprometer a dignidade e a autonomia dos estudantes.[3]

Para isso, alguns pesquisadores têm realizado estudos para entender como a legislação vigente impacta e protege os direitos das pessoas com necessidades especiais no uso da tecnologia de IA em seus países. Esse é um campo novo e carece de aprofundamento em diversos aspectos. Além da questão das estruturas legais, são necessários estudos que

aprofundem outros aspectos da área, como a percepção e considerações éticas que impactam os atores diretos do processo de ensino e o impacto amplo do uso dessa tecnologia nas relações humanas.

Segundo o estudo de [1], diversas perguntas precisam ser respondidas para um direcionamento da aplicação da IA na educação. Essas e outras perguntas poderiam ser direcionadas no âmbito Brasileiro, de maneira a incluir a inteligência artificial com responsabilidade na educação inclusiva:

- Quais são as principais leis, regulamentos e políticas que regem o uso da IA nas instituições educacionais do Brasil, especialmente no contexto de estudantes com necessidades especiais?
- Quais são as responsabilidades e obrigações legais específicas impostas aos professores no Brasil ao implementarem tecnologias e práticas de IA em suas salas de aula para estudantes com necessidades especiais?
- Como os professores no Brasil percebem suas responsabilidades legais e obrigações éticas em relação à integração da IA na educação especial?
- Quais são as considerações éticas associadas à integração da IA na educação especial, e como elas se alinham ou diferem dos requisitos legais no Brasil?
- Que impacto o cenário legal e a conformidade dos professores com as responsabilidades legais têm na qualidade educacional e na inclusividade dos programas de educação especial no Brasil?
- Como as práticas de IA responsável podem ser promovidas e incentivadas entre professores e instituições educacionais no Brasil para garantir o uso ético e eficaz das tecnologias de IA para estudantes com necessidades especiais?
- Que recomendações podem ser feitas para formuladores de políticas, autoridades educacionais e programas de formação de professores no Brasil para aprimorar a compreensão e a implementação de responsabilidades legais e considerações éticas relacionadas à IA na educação especial?

25.5. Questionamentos para o encaminhamento do desafio

No contexto descrito acima, acreditamos que o ensino adaptativo para indivíduos neurodivergentes é necessário, sendo o uso de tecnologias mediadas pela web uma solução plausível. Entretanto, acreditamos que também existam outros caminhos relevantes que necessitam ser investigados para ampliar as oportunidades de personalização para esse público, sempre seguindo preceitos éticos e lembrando da relevância do papel do(a) professor(a) ao longo do percurso educacional dos estudantes com necessidades especiais. Listamos a seguir questões relacionadas a alguns caminhos:

- **Planejamento Personalizado de Aulas:** Em que medida a personalização do planejamento de aulas pode ser eficaz na adaptação do ensino ao ritmo, dinâmica, conteúdo e estilo de aprendizagem específicos dos estudantes neurodivergentes? Quais

são os elementos críticos que devem ser considerados na concepção de um plano de aula verdadeiramente adaptativo?

- **Digitalização de Conteúdos Personalizados Existentes:** Será que a digitalização de materiais educacionais, como livros, cadernos e cartões, por meio de imagens, pode estabelecer uma base sólida de conteúdo adaptado para estudantes neurodivergentes? Como podemos garantir que esses conteúdos digitalizados sejam acessíveis e úteis?
- **Técnicas para Tutores Inteligentes:** De que forma podemos treinar tutores inteligentes com base em conhecimento especializado, utilizando processos de digitalização, para apoiar a transição eficaz de conteúdos educacionais para plataformas digitais? Que papel desempenham os especialistas no desenvolvimento e na implementação dessas tecnologias?
- **Adaptação de Conteúdos a partir de uma Base de Conhecimento Pré-existente:** Em que medida os assistentes virtuais equipados com inteligência artificial ou agentes inteligentes podem ser integrados de forma eficaz no desenvolvimento educacional de indivíduos neurodivergentes? Quais são os desafios práticos e éticos associados a essa implementação?
- **Geração de Novos Conteúdos Educacionais:** A geração de conteúdos educativos íntegra e eficaz através da inteligência artificial generativa, baseada no perfil e nas interações de estudantes neurodivergentes, pode representar uma solução eficaz para os desafios educacionais enfrentados? Quais são os parâmetros para avaliar sua relevância e impacto?
- **Uso de Mídias Multimodais:** Em que medida o uso de áudio e vídeo pode complementar ou até superar o texto na promoção do entendimento de conteúdos por estudantes neurodivergentes? Que evidências ou estudos de caso podem apoiar a adoção de mídias multimodais na educação inclusiva?
- **Abordagens inovadoras ou combinadas:** Que outras abordagens poderiam ser combinadas com as acima descritas para facilitar o desenvolvimento educacional dos indivíduos neurodivergentes?

25.6. Medindo o sucesso do desafio

A mensuração do sucesso de uma aplicação de IA em ambientes de educação especial é crucial e multifacetada, indo além da simples validação técnica. Em um contexto tão sensível como o ensino para crianças neurodivergentes, a eficácia de uma ferramenta não pode ser medida apenas pela sua precisão algorítmica. É fundamental avaliar o impacto real na vida dos estudantes, considerando o desenvolvimento de suas habilidades sociais e de linguagem, sua autoestima e seu bem-estar geral. Essa avaliação deve ser feita por meio de uma abordagem que combine métodos quantitativos, como a coleta de dados sobre o comportamento e as interações, com métodos qualitativos, como a observação do progresso do aluno e a retroação dos pais e educadores.

A importância de medir o sucesso também reside na necessidade de justificar e aprimorar a aplicação da tecnologia. Sem métricas claras, é impossível saber se a ferramenta está realmente resolvendo o problema para o qual foi projetada. A avaliação contínua permite que desenvolvedores e pesquisadores identifiquem pontos de melhoria, adaptem a IA às necessidades específicas dos estudantes e garantam que a solução seja personalizada e eficaz. Além disso, a transparência nos resultados de avaliação é vital para construir a confiança dos pais e educadores na tecnologia, assegurando que a IA seja vista como um aliado no processo de ensino, e não como uma "caixa-preta" incompreensível. [19]

Em suma, a medição do sucesso deve ser um componente central no ciclo de desenvolvimento de qualquer aplicação de IA para a educação inclusiva. Isso significa que, desde a fase de concepção, o projeto deve incluir o envolvimento de todos os *stakeholders*: incluindo estudantes, professores, terapeutas e famílias, para definir as métricas de sucesso. Faz-se necessário que a tecnologia seja desenvolvida com base nas necessidades reais da comunidade, tornando a solução mais viável, ética e socialmente relevante. Ao integrar a avaliação como um processo contínuo e colaborativo, podemos garantir que a IA se torne uma força positiva para a inclusão, promovendo um aprendizado adaptativo e significativo para todos.

Referências

- [1] Enas Mohammed Alqodsi, Iyad M Jadalhaq, EH Mohammed El Hadi, and Imad Eldin Ahmad Abdulhay. Promoting responsible ai practices: Legal responsibilities of teachers for students with special needs in the united arab emirates. In *Cutting-Edge Innovations in Teaching, Leadership, Technology, and Assessment*, pages 195–211. IGI Global Scientific Publishing, 2024.
- [2] American Psychiatric Association et al. *DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed Editora, 2014.
- [3] Ryan S Baker and Aaron Hawn. Algorithmic bias in education. *International journal of artificial intelligence in education*, 32(4):1052–1092, 2022.
- [4] BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 07 jul. 2015. Acesso em: 07 set. 2025.
- [5] BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. lei geral de proteção de dados pessoais (lgpd). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Acesso em: 07 set. 2025.
- [6] BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. dispõe sobre o estatuto da criança e do adolescente e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 jul. 1990. Acesso em: 07 set. 2025.
- [7] Sheila Cavalcante Caetano, Maria Célia Pereira Lima-Hernandes, Fraulein Vidigal de Paula, Briseida Dogo Resende, and Marcelo Módolo. *Autismo, Linguagem e Cognição*. Paco Editorial, 2015.

- [8] Thomas KF Chiu, Qi Xia, Xinyan Zhou, Ching Sing Chai, and Miaoting Cheng. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4:100118, 2023.
- [9] Ministério da Educação. Censo escolar, n.d. [Acesso em: 6 set. 2024].
- [10] Ministério da Saúde. Definição - transtorno do espectro autista (tea) na criança. [urlhttps://linhasdecuidado.saude.gov.br/portal/transtorno-do-espectro-autista/definicao-tea/](https://linhasdecuidado.saude.gov.br/portal/transtorno-do-espectro-autista/definicao-tea/), May 2023.
- [11] Elmo Francisco da Silva Junior and Kamila Rios da Hora Rodrigues. Ferramentas computacionais como soluções viáveis para alfabetização e comunicação alternativa de crianças autistas: Um mapeamento sistemático sobre as tecnologias assistivas existentes. In *Anais do X Workshop sobre Aspectos da Interação Humano-Computador para a Web Social*, pages 71–80. SBC, 2019.
- [12] Rebecca Grzadzinski, Marisela Huerta, and Catherine Lord. Dsm-5 and autism spectrum disorders (asds): an opportunity for identifying asd subtypes. *Molecular autism*, 4(1):1–6, 2013.
- [13] Ana Maria T Ibaños and Jorge Campos da Costa. A natureza da pragmática: percurso teórico em um piscar de olhos1. pages 286–293, 2017.
- [14] INEP. Matrículas na educação especial chegam a mais de 1,7 milhão, 2024. [Acesso em: 6 set. 2024].
- [15] Ronnie Jia and Heather H Jia. What makes us it people? autistic tendency and intrinsic interests in it. In *Proceedings of the 2019 on Computers and People Research Conference*, pages 153–156, 2019.
- [16] Aleksandra Klačnja-Milićević and Mirjana Ivanović. E-learning personalization systems and sustainable education, 2021.
- [17] L.E.R. Desenvolvimento linguístico. url: <https://encr.pw/8H8Rf>, May 2023.
- [18] Ugochukwu O Matthew, Jazuli S Kazaure, and Nwamaka U Okafor. Contemporary development in e-learning education, cloud computing technology & iot. *EAI Endorsed Transactions on Cloud Systems*, 2021.
- [19] Mohammad I Merhi. An evaluation of the critical success factors impacting artificial intelligence implementation. *International Journal of Information Management*, 69:102545, 2023.
- [20] Donatella Rita Petretto, Stefano Mariano Carta, Stefania Cataudella, Iliaria Masala, Maria Lidia Mascia, Maria Pietronilla Penna, Paola Piras, Ilenia Pistis, and Carmelo Masala. The use of distance learning and e-learning in students with learning disabilities: A review on the effects and some hint of analysis on the use during covid-19 outbreak. *Clinical practice and epidemiology in mental health: CP & EMH*, 17:92, 2021.

- [21] Silvia Pokrivčáková. Preparing teachers for the application of ai-powered technologies in foreign language education. *Journal of language and cultural education*, 2019.
- [22] Kaška Porayska-Pomsta. A manifesto for a pro-actively responsible ai in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(1):73–83, 2024.
- [23] Kaška Porayska-Pomsta and Gnanathusharan Rajendran. Accountability in human and artificial intelligence decision-making as the basis for diversity and educational inclusion. In *Artificial intelligence and inclusive education: Speculative futures and emerging practices*, pages 39–59. Springer, 2019.
- [24] Tamires AS Sousa, Verilene D Ferreira, and Anna Beatriz dos S. Marques. How do software technologies impact the daily of people with autism in brazil: A survey. In *Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–8, 2019.