

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 argument 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>