



GRANDES DESAFIOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO BRASIL 2026-2036

II GRANDSI-BR



COMISSÃO ESPECIAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Créditos de elaboração

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC), por meio da Comissão Especial de Sistemas de Informação (CESI), produziu o II GranDSI-BR - Grandes Desafios de Sistemas de Informação no Brasil 2026-2036. A iniciativa contou com a colaboração de diversos membros da SBC que contribuíram com a submissão de propostas de desafios de Sistemas de Informação e/ou participaram das discussões e construção dos grandes desafios de Sistemas de Informação no Brasil para 2026 a 2036.

Este documento foi organizado pelos seguintes membros da Sociedade Brasileira de Computação (SBC): Renata Mendes de Araujo (UPM), Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO), Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO), Rita Suzana Pitangueira Maciel (UFBA) e Clodis Boscarioli (UNIOESTE), que coordenaram as atividades do II GranDSI-BR.

Como citar este documento:

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. II GranDSI-Br Grandes Desafios de Sistemas de Informação no Brasil 2026-2036. Organização de Renata Mendes de Araujo, Sean Wolfgang Matsui Siqueira, Tadeu Moreira de Classe, Rita Suzana Pitangueira Maciel e Clodis Boscarioli. Porto Alegre: SBC, Novembro/2025. 131p. DOI 10.5753/sbc.rt.2025.181.

“The area of Information Systems research understands computing as a means or instrument for solving problems in the real world, society, and organizations. Its applied and multidisciplinary character makes it a challenge, requiring a deeper reflection not only on the constructed technologies but also on their unfolding when applied in practice. The establishment of a common vision of the challenges faced by the area is necessary as a way of directing efforts towards the real solution of the country's (Brazil) great current problems.” (Boscaroli et. al., 2017)

Sumário

Apresentação	1
Desafio: Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade de e para Pessoas, Tecnologias e Organizações	7
Desafio: Sistemas de Informação Inteligentes sob a Perspectiva Sociotécnica	12
Desafio: Eco(Sistemas ²) de Informação - Ecossistemas de Sistemas de Informação	16
Desafio: Perspectivas Sociotécnicas, Macrotendências e Cosmovisões Plurais	21
Desafio: Transformação da Formação e Atuação em SI em Tempos de IA Generativa	25
Artigos de Ideias Norteadoras	29
1. Desenvolvimento de Sistemas de Informação com Foco em Acessibilidade e Equidade: Um Desafio para a Inclusão Digital no Brasil.....	30
2. Os Desafios de Diversidade, Equidade e Inclusão em Sistemas de Informação	35
3. Simplificação de Modelos Organizacionais: Representação de Processos Mais Amigáveis e Compreensíveis às Pessoas.....	40
4. Building Trustworthy and Human-Centered Intelligent Information Systems for a Sustainable Future	45
5. Challenges in Developing AI-Integrated Information System Ecosystems	51
6. Information Systems and Artificial Intelligence Integration Challenges	60
7. Conceiving Socio-technical Information Systems from the Perspective of Digital Twins	65
8. Interoperability in Complex and Socio-Technical Information Systems: A Critical Challenge for the Next Decade	69
9. Modelagem e Simulação: Um Grande Desafio para Sistemas de Informação.....	74
10. The Evolution Towards Decentralized and Privacy-Oriented Integration: Challenges and a New Perspective	80
11. Cosmovisões Plurais em Sistemas de Informação	84
12. Entendimento das Agências e Relações de Poder entre Humanos e Não Humanos e seus Desdobramentos em Sistemas de Informação.....	90
13. Futuros Desejáveis Com Design Especulativo: Um Novo Olhar Para Os Sistemas De Informação	95
14. Sistemas de Informação e as Macrotendências Nacionais e Mundiais	100
15. Pela Criação De Uma Comunidade Forte De Estudo E Prática Sociotécnica Em Sistemas De Informação.....	104
16. Desafios e Oportunidades para a Valorização do Curso de Sistemas de Informação no Brasil	108
17. Inteligência Artificial e Sociedade: Repensando o Impacto da IA na Formação do Pensamento Crítico	113
18. Methodological and Educational Foundations for Information Systems in the Age of Generative Artificial Intelligence.....	118
19. Para Além do Tecnocentrismo: Transformando a Formação dos Profissionais de SI para a Próxima Década.....	124

1

Apresentação

1.1. A Evolução dos Grandes Desafios de Pesquisa em SI no Brasil

Em 2016, a comunidade brasileira de Sistemas de Informação (SI) se reuniu para discutir os Grandes Desafios de Pesquisa para os 10 anos seguintes. Como resultado, 5 Grandes Desafios de Pesquisa em SI no Brasil foram identificados e apresentados em um livro sobre a iniciativa [Boscaroli et al. 2017], passando a integrar a agenda de pesquisa da comunidade brasileira.

Segundo Araujo e Siqueira (2023), a área de Sistemas de Informação tem um potencial para repensar o mundo que se apresenta à frente, no qual tecnologia, pessoas e organizações se configuram e se reconfiguram constante e velozmente. No entanto, a forma como estudamos, praticamos e ensinamos-aprendemos na área de Sistemas de Informação reflete, ainda, uma visão reduzida e limitada, muitas vezes tecnicista e baseada no determinismo tecnológico, que pode (e deve) ser ampliada por meio de novas visões axiológicas, ontológicas e epistemológicas.

Nesse sentido, a iniciativa dos Grandes Desafios em Sistemas de Informação no Brasil para os próximos 10 anos se propôs a contemplar outras facetas além da pesquisa, considerando também a prática, os processos de ensino e aprendizagem de SI (Educação em SI) e suas implicações nas organizações, na indústria, na sociedade, na ciência e em políticas públicas de forma sistêmica e imbricada.

Estamos em uma década em que precisamos pautar o desenvolvimento da área de SI não apenas como pesquisa, mas também como ensino e prática. Pesquisa, ensino e prática devem ser contextualizados de forma socialmente responsável no cenário que vivemos, ajudando a avançar a nossa capacidade de melhorar a vida e a experiência humana por meio de sistemas de informação.

1.2. Definição de um Grande Desafio

A comunidade de Sistemas de Informação foi, então, convidada a refletir e prospectar os Grandes Desafios que enfrentamos enquanto comunidade acadêmica e enquanto sociedade nos próximos 10 anos, de 2026 a 2036. Utilizamos como base a definição apresentada na iniciativa de 2016:

“Um Grande Desafio é um problema fundamental em Ciência, Tecnologia, Indústria, Educação e Governo, cuja solução tem amplas aplicações e implicações e possibilita ou conduz a grandes avanços no Conhecimento, Desenvolvimento Social,

Crescimento Econômico, Inovação, Bem-estar Humano, Sustentabilidade, etc.” [Boscarioli et al. 2017].

Algumas características de um Grande Desafio em uma área de conhecimento são:

- Um Grande Desafio deve ser dirigido a avanços significativos na área, em vez de se basear em resultados incrementais de progressos existentes;
- O Desafio deve ir muito além dos trabalhos e resultados que podem ser desenvolvidos e alcançados em um projeto de pesquisa, político-pedagógico e/ou inovação tecnológica individual convencional;
- Seu progresso deve ser passível de ser realizado e acompanhado, de modo que seja possível refletir sobre sua evolução e executar mudanças de curso desejadas;
- O sucesso de um Grande Desafio ser passível de reflexão e avaliação clara;
- Um Grande Desafio pode ser multidisciplinar ou transdisciplinar na natureza e nas possibilidades de solução;
- Um Grande Desafio deve ser realista e discutível em um prazo viável (por exemplo, 10 anos), ao mesmo tempo em que deve desafiar paradigmas, questionar e provocar uma evolução no panorama da área;
- Um Grande Desafio surge da proposta da comunidade para servir como um cenário de longo prazo para profissionais da área, independentemente de políticas de financiamento ou de questões cíclicas ou estruturais.

1.3. Prospectando os Grandes Desafios em SI para 2026-2036

A iniciativa foi organizada em 3 fases: FASE I. Ideação e reflexões sobre Desafios, FASE II. Seminário Grandes Desafios em SI, e FASE III. Produção de Projetos e Elaboração do Livro de Grandes Desafios de SI no Brasil 2026-2036. As fases de ideação e reflexões sobre Desafios e o primeiro Seminário Grandes Desafios em SI foram realizadas em 2024-2025. A fase de produção de projetos e elaboração do livro será realizada no período de 2025-2026. A execução e resultados de cada fase são apresentados nas seções a seguir.

1.3.1. Fase I: Ideação e reflexões sobre desafios

Na Fase I, convidamos toda a comunidade a elaborar e submeter ideias, visões e reflexões sobre possíveis desafios para a pesquisa, prática e ensino-aprendizagem em SI. As ideias, visões e reflexões deveriam seguir a seguinte estrutura: a) Identificação: Título, Autoria e Instituições; b) Palavras-Chave; c) Qual é a sua ideia, visão ou reflexão de desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos? d) Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo? e) Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução? f) Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc o desafio se relaciona? g) Referências.

Foram selecionadas 19 ideias, visões e reflexões sobre possíveis desafios na área de SI enviadas por pesquisadores da área de diferentes instituições no Brasil (disponibilizadas ao final deste relatório). As ideias, visões e reflexões foram preliminarmente agrupadas pela comissão organizadora da iniciativa em 5 grandes grupos temáticos para servir de insumos para discussão na fase seguinte - Fase II - Seminário Grandes Desafios de SI:

Grupo Temático 1. Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade em SI

1. *Desenvolvimento de Sistemas de Informação com Foco em Acessibilidade e Equidade: Um Desafio para a Inclusão Digital no Brasil.* Lucas Quadros Silva (EACH-USP), Marcelo Morandini (EACH-USP)
2. *Os desafios de diversidade, equidade e inclusão em Sistemas de Informação.* Aleteia Araujo (UNB), Alírio Santos de Sá (UFBA), Carolina Sacramento (UERJ/FIOCRUZ), Cristiano Maciel (UFMT), Davi Viana (UFMA), Eunice Pereira dos Santos Nunes (UFMT), Luiz Paulo Carvalho (UFRJ) Marília Abrahão Amaral (UTFPR)
3. *Simplificação de Modelos Organizacionais: Representação de Processos Mais Amigáveis e Compreensíveis às Pessoas.* Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO)

Grupo Temático 2. Sistemas e Ecossistemas Inteligentes

1. *Building Trustworthy and Human-Centered Intelligent Information Systems for a Sustainable Future.* Marcos Kalinowski (PUC-RIO), Allysson Allex Araujo (UFCA), Simone D. J. Barbosa (PUC-Rio), Helio Lopes (PUC-Rio)
2. *Challenges in Developing AI-Integrated Information System Ecosystems.* Rayfran Rocha Lima (Sidia Institute of Technology), Andre Fernandes (Sidia Institute of Technology), Luiz Cordovil (Sidia Institute of Technology)
3. *Information Systems and Artificial Intelligence Integration Challenges.* Celia G. Ralha (UNB/UFBA), Daniela B. Claro (UFBA), Victor Stroele (UFJF)

Grupo Temático 3. Sistemas de Sistemas de Informação

1. *Conceiving Socio-technical Information Systems from the Perspective of Digital Twins.* Celia G. Ralha (UNB/UFBA), Daniela B. Claro (UFBA), Rita S. P. Maciel (UFBA)
2. *Interoperability in Complex and Socio-Technical Information Systems: A Critical Challenge for the Next Decade.* Rita Suzana Pitangueira Maciel (UFBA), José Maria N. David (UFJF), Elisa Yumi Nakagawa (USP)
3. *Modelagem e Simulação: Um Grande Desafio para Sistemas de Informação.* Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Celia Ghedini Ralha (UNB/UFBA)
4. *The Evolution Towards Decentralized and Privacy-Oriented Integration: Challenges and a New Perspective.* Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Rafael Z. Frantz (Unijui)

Grupo Temático 4. Macrotendências, Cosmovisões e Perspectivas Sociotécnicas

1. *Cosmovisões Plurais em Sistemas de Informação.* Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO), Marcelo Soares Loutfi (UNIRIO)
2. *Entendimento das Agências e Relações de Poder entre Humanos e Não Humanos e seus Desdobramentos em Sistemas de Informação.* Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO), Marcelo Soares Loutfi (UNIRIO), Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP)
3. *Futuros Desejáveis com Design Especulativo: um novo olhar para os Sistemas de Informação.* Marcelo Soares Loutfi (UNIRIO), Sean W. M. Siqueira (UNIRIO)
4. *Sistemas de Informação e as Macrotendências Nacionais e Mundiais.* Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP)

5. *Pela criação de uma comunidade forte de estudo e prática sociotécnica em Sistemas de Informação. Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP), Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO)*

Grupo Temático 5. Transformação da Formação e Atuação em SI

1. *Desafios e Oportunidades para a Valorização do Curso de Sistemas de Informação no Brasil. Rafaela Otemaier (PUCPR), Joselaine Valaski (PUCPR), Cristina de Souza (PUCPR), Vinicius de Mendonça (PUCPR), Evandro Zatti (PUCPR)*
2. *Inteligência Artificial e Sociedade: Repensando o Impacto da IA na Formação do Pensamento Crítico. Ana Alice Pinto (SiDi), Angelica Munhoz (SiDi), Filipe Moreno (SiDi), Karolayne Teixeira (SiDi), Nicksson Freitas (SiDi), Thais Murer (SiDi), Weld Lucas Cunha (SiDi)*
3. *Methodological and Educational Foundations for Information Systems in the Age of Generative Artificial Intelligence. Sarajane Marques Peres (USP), Marcelo Fantinato (USP), Enio Alterman Blay (USP), Ana Rocio Cardenas Maita (USP), Anna Helena Reali Costa (USP), Fabio Gagliardi Cozman (USP)*
4. *Para Além do Tecnocentrismo: Transformando a Formação dos Profissionais de SI para a Próxima Década. Beronalda Messias da Silva (IFSP)*

Todos os autores foram, então, convidados a participar da fase II da iniciativa, com a realização presencial de um seminário para discussão e aprofundamento dos temas.

1.3.2. Fase II: Seminário Grandes Desafios em SI

As ideias e reflexões selecionadas na Fase I foram apresentadas e debatidas coletivamente durante o Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, em Recife, na manhã do dia 19/05/2025, com a presença de autores e membros da comunidade presentes ao evento.



Figura 1.1. Participantes do Seminário dos Grandes Desafios de Sistemas de Informação 2026-2036. Recife. Brasil.

Por sugestão dos autores, os grupos temáticos foram reorganizados, havendo a fusão dos grupos “Sistemas e Ecossistemas Inteligentes” e “Sistemas de Sistemas de Informação” em um único grande grupo para discussão. Além disso, as discussões em cada grupo temático aprofundaram as reflexões sobre os temas, levando à mudança do título e à construção preliminar de desafios a partir de cada tema. Como resultado, 5 grandes desafios foram apresentados:

- **Desafio 1: Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade de e para Pessoas, Tecnologias e Organizações**
- **Desafio 2: Sistemas de Informação Inteligentes sob a Perspectiva Sociotécnica**
- **Desafio 3: Eco(Sistemas²) de Informação – Ecossistemas de Sistemas de Informação**
- **Desafio 4: Perspectivas Sociotécnicas, Macrotendências e Cosmovisões Plurais**
- **Desafio 5: Transformação da Formação e Atuação em SI em Tempos de IA Generativa**

Os resultados das discussões de cada desafio e as ideias originais que basearam as discussões são apresentadas nas seções que compõem este documento.

1.4. Próximos passos

Em 2025, iniciaremos a Fase III do processo dos Grandes Desafios de Sistemas de Informação (2026-2036). Para esta fase, a comunidade de SI será convidada, por meio de uma nova chamada, a submeter **projetos de desafios** dentro dos temas definidos no seminário, apresentados neste resumo executivo, contemplando uma agenda de pesquisa, prática e/ou processos de ensino aprendizagem (Educação em Sistemas e Informação).

Os projetos serão avaliados e selecionados pelo comitê organizador dos Grandes Desafios para composição do Livro de Grandes Desafios de SI no Brasil 2026-2036.

Contamos com sua participação!

Agradecimentos

Agradecemos a todos as pessoas autoras de ideias de desafios e aos participantes do workshop em Recife, à organização do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação 2025 e à Comissão Especial de Sistemas de Informação da Sociedade Brasileira de Computação pelo apoio à realização da iniciativa dos Grandes Desafios em SI, e à Carolina Sacramento por ter transformado esse relatório em um texto acessível.

Referências

- Araujo, R. M. and Siqueira, S. W. M. (2023) “Vamos ampliar nossa visão sobre Sistemas de Informação?”, SBC Horizontes, <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2023/06/vamos-ampliar-nossa-visao-sobre-sistemas-de-informacao/>
- Boscarioli, C.,; Araujo, R. M. and Maciel, R. S. P. (2017) “I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026”. Special Committee on Information Systems (CE-SI). Brazilian Computer Society (SBC). ISBN: [978-85-7669-384-0], 184p. <https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/28>

2

Desafio: Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade de e para Pessoas, Tecnologias e Organizações

Participantes

Aletéia Araújo (UNB), Carolina Sacramento (FIOCRUZ/UNIRIO), Cristiano Maciel (UFMT), Davi Viana (UFMA), Edson Gabriel Jacques (FIOCRUZ), Gleison Santos (UNIRIO), Krissia Mikaelly Lopes Menezes (UFPR), Lucas Quadros Silva (USP), Luiz Paulo Carvalho (UFRJ), Milena Pereira (UNIRIO), Rodrigo Rios de Larrazábal (CESAR School), Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO) e Ygor Santos Barros (FIOCRUZ/UNIRIO)

2.1. Descrição do Desafio

Para a comunidade presente ao Seminário, o conceito de acessibilidade vai além da perspectiva da inclusão de pessoas com deficiência. Envolve considerar as demandas de acesso de pessoas diversas, incluindo aspectos de deficiências, de cultura, de região, de educação, de raça, de gênero, de sexualidade, entre outros! Desta forma, os participantes ampliaram o desafio para **Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade de e para Pessoas, Tecnologias e Organizações**, e propuseram as seguintes questões para esse desafio:

Aprofundar discussões sobre a não neutralidade das tecnologias, pois elas carregam intencionalidades, interesses, vieses, preconceitos e outras implicações para a sociedade. Essa questão está relacionada a reconhecer que todo artefato técnico é produzido em contextos sociais, econômicos e políticos específicos e, por isso, incorpora intencionalidades, interesses, vieses e preconceitos que podem afetar pessoas e organizações de maneira desigual. Algoritmos de recomendação, reconhecimento facial, plataformas de trabalho por aplicativo, sensores urbanos e até padrões de interoperabilidade não são apenas escolhas técnicas: moldam comportamentos, distribuem oportunidades e riscos, reforçam ou desafiam assimetrias de poder, impactam o trabalho, a privacidade, o meio ambiente e a vida democrática e em sociedade. Discutir essa não neutralidade implica adotar abordagens sociotécnicas no ciclo de vida das soluções (da concepção à avaliação) e nas organizações, com participação de grupos afetados, transparência e auditorias independentes, desenho inclusivo e acessível, métricas de impacto social e ambiental, além de regulação efetiva.

Necessidade de dados representativos e diversos para evitar viés algorítmico. Garantir dados representativos e diversos é condição básica para reduzir viés algorítmico, pois modelos aprendem padrões presentes (e ausentes) nos conjuntos de treino: amostras

desbalanceadas, rótulos enviesados ou a sub-representação de grupos minoritários levam a erros sistemáticos e injustiças [Ruback et al. 2022]. Isso exige desenho amostral cuidadoso (estratificação, cobertura geográfica e temporal, interseccionalidades), revisão crítica dos rótulos e das fontes, além de documentação transparente do ciclo de dados [Qureshi et. al. 2024]. A diversidade deve refletir contextos de uso e riscos, com participação de partes afetadas na definição de variáveis sensíveis, métricas de desempenho e equilíbrio entre tipos de erro. Monitoramento contínuo em produção, governança de dados e aderência a princípios éticos e regulatórios (como a LGPD, GDPR e outros) completam o ciclo, garantindo que desempenho agregado não esconda prejuízos locais e que a acurácia venha acompanhada de equidade [Lakshmi e Corbett 2022].

Formação e capacitação de profissionais na temática de Inclusão, Diversidade, Equidade e Acessibilidade para Pessoas, Tecnologias e Organizações. Necessitamos de abordagens sistêmicas e contínuas que unam fundamentos legais e éticos, princípios de Design Universal [Mäkipää et al. 2022] e práticas aplicadas a pessoas, tecnologias e organizações. Programas de formação e capacitação mais adequados devem combinar letramento em diversidade, equidade e inclusão (DEI), vieses, metodologias participativas com grupos diversos e pessoas com deficiência; técnicas de acessibilidade digital, métricas de equidade e ciclos de melhoria contínua que considerem a responsabilização, transparência e compromisso com os resultados. O resultado deve ser uma cultura que valorize a diversidade na concepção de processos e produtos, reduzindo barreiras, ampliando a participação e proporcionando a entrega de serviços e tecnologias mais justos, seguros e acessíveis.

Proporcionar maior representatividade e pertencimento dos minorizados na comunidade de SI e nos artefatos. É necessário criar políticas concretas com metas e monitoramento da participação de grupos subrepresentados na comunidade de SI, principalmente transformando diagnósticos em ações/políticas concretas. Nos artefatos de SI, as preocupações se concentram na adoção de políticas afirmativas no acesso e permanência de estudantes de grupos minorizados, em currículos mais alinhados a uma formação temática (conforme questão anterior), no desenvolvimento de bases de dados, softwares e outros elementos que adotem recortes regionais e interseccionais, entre outras ações que valorizem a representatividade e o pertencimento desses grupos. Iniciativas (como o relatório da Comissão de Inclusão, Diversidade e Equidade (CIDE) da SBC) destacam a necessidade de políticas e regras de responsabilização, transparência e compromisso com aspectos relacionados à representatividade e pertencimento tanto em comunidades/atividades científicas quanto em organizações e artefatos diversos utilizados pelas comunidades de Computação, incluindo Sistemas de Informação [SBC 2025].

Prover acesso simplificado à informação para o público, considerando diversidade, equidade e inclusão. A oferta de informações claras e acessíveis é essencial para o entendimento dos sistemas de informação pelas pessoas, seja em ações de divulgação científica ou na proposição de artefatos organizacionais e tecnológicos. Assim como informações textuais permeadas por terminologias complexas, jargões técnicos e estruturas de texto confusas podem dificultar a compreensão da informação para um público mais amplo [Cappelli et al. 2023], modelos de processos de negócios representados em linguagens específicas, como BPMN, e outros artefatos projetados sem o cuidado com a linguagem e a representação (gráfica ou textual), podem excluir parte

significativa de pessoas não técnicas, por exigirem conhecimentos prévios nem sempre disponíveis. Assim, deve-se incentivar a adoção de Linguagem Simples e outras práticas de simplificação, aliadas aos princípios de diversidade, equidade e inclusão nas ações da comunidade e artefatos de SI, no intuito de favorecer a participação de públicos diversos e promover equidade na tríade que sustenta a área: pessoas, tecnologias e organizações.

2.2. Justificativa

Segundo os debatedores, a justificativa para direcionar esforços a esse desafio envolve:

- **A necessidade de reduzir as desigualdades**, incluindo desigualdades econômicas e regionais, ampliando oportunidades e formação na academia e na indústria [SBC 2025];
- **A importância de diminuir o distanciamento entre organizações e pessoas**, uma vez que é importante alinhar as soluções tecnológicas às necessidades reais das pessoas e das organizações, aumentar a adoção e gerar valor/impactos na sociedade. Quando usuários, clientes e cidadãos de diversas origens e características participam do desenvolvimento de soluções em SI reduzem retrabalho, riscos e resistência a mudanças. Adicionalmente, esse alinhamento pode auxiliar na transparência; e
- **A urgência em disponibilizar sistemas mais inclusivos, diversos, acessíveis, com facilidade de uso, em linguagem mais simples**, para ampliar a participação e a representação de grupos minorizados no acesso e na construção de pesquisas e soluções em SI.

Logo, reconhecer a relevância deste desafio é fundamental para construir um futuro em que a tecnologia seja verdadeiramente um vetor de transformação social. Reduzir desigualdades econômicas e regionais significa abrir caminhos para que talentos de diferentes contextos tenham acesso a oportunidades de formação e atuação, tanto na academia quanto na indústria, fortalecendo a inovação de forma descentralizada. Além disso, **aproximar organizações e pessoas** garante que as soluções desenvolvidas estejam conectadas às necessidades reais da sociedade, aumentando sua legitimidade, transparência e aceitação.

Por fim, a urgência em criar sistemas inclusivos, acessíveis e diversos reflete o compromisso de dar voz e representatividade a grupos historicamente minorizados, ampliando não apenas o acesso às tecnologias, mas também a sua construção e evolução.

2.3. Ações

Direcionar esforços para um conjunto de ações não é apenas uma estratégia técnica, mas uma escolha ética e política em favor de uma sociedade mais justa, participativa e democrática. Dessa forma, são propostas as seguintes ações:

- Mapear dados e informações mais abrangentes no campo, especialmente na indústria;
- Impulsionar produção de conhecimento sobre Diversidade, Equidade, Inclusão e Acessibilidade (incluir o tema como tópico de interesse nos eventos e analisar o impacto da Inteligência Artificial neste campo);
- Fortalecer a formação de profissionais, incluindo conteúdos sobre Diversidade, Equidade e Inclusão em cursos de Sistemas de Informação;

- Incentivar a participação dos minorizados na produção de conhecimento e discussões da comunidade;
- Contribuir para fortalecimento e regulação de políticas de Diversidade, Equidade e Inclusão, incluindo as de acesso e permanência de grupos historicamente sub-representados em cursos de Sistemas de Informação;
- Promover acessibilidade em organizações, eventos, publicações e soluções, assegurando a participação e contribuições de todas as pessoas, inclusive pessoas com deficiência;
- Conduzir pesquisas e ações para que os sistemas de informação incorporem questões relacionadas a Diversidade, Equidade e Inclusão;
- Promover alinhamento entre a comunidade de Sistemas de Informação e a Sociedade, o Governo, a Comissão de Inclusão, Diversidade e Equidade da Sociedade Brasileira de Computação, entre outras representações;
- Propor políticas educacionais e organizacionais que incorporem as demandas de Diversidade, Equidade e Inclusão;
- Cuidar para que o uso do termo “organizações” do título não dê a noção de que o foco está nas empresas. Deve-se considerar um espectro mais amplo: sociedade, grupos organizados etc.; e
- Analisar formas de acompanhar se esses desafios foram cumpridos.

2.4. Ideias Norteadoras do Desafio

1. *Desenvolvimento de Sistemas de Informação com Foco em Acessibilidade e Equidade: Um Desafio para a Inclusão Digital no Brasil.* Lucas Quadros Silva (EACH-USP), Marcelo Morandini (EACH-USP)
2. *Os desafios de diversidade, equidade e inclusão em Sistemas de Informação.* Aleteia Araujo (UNB), Alírio Santos de Sá (UFBA), Carolina Sacramento (UERJ/FIOCRUZ), Cristiano Maciel (UFMT), Davi Viana (UFMA), Eunice Pereira dos Santos Nunes (UFMT), Luiz Paulo Carvalho (UFRJ) Marília Abrahão Amaral (UTFPR)
3. *Simplificação de Modelos Organizacionais: Representação de Processos Mais Amigáveis e Compreensíveis às Pessoas.* Tadeu Moreira de Classe (UNIRIO)

Esclarecimentos

A ferramenta ChatGPT (modelo 4o) foi utilizada na revisão gramatical e ortográfica do último parágrafo da Seção 2.1, a partir da instrução: "Revise apenas aspectos ortográficos e gramaticais, mantendo a estrutura e o conteúdo original do texto". Assim, destacamos que o conteúdo do capítulo, incluindo o parágrafo revisado, foi escrito pelas pessoas autoras, com base nas discussões feitas no evento e nas experiências individuais dessas pessoas.

Referências

- Cappelli, C., Oliveira, R. and Nunes, V. (2023) “Linguagem simples como pilar da transparência”, Humanidades & Inovação, v. 10, n. 9, p. 32–45.
- Lakshmi, V. and Corbett, J. (2022) “An organizational learning approach to perceiving and addressing algorithmic bias in agricultural settings”, In: Proceedings of Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2022).

- Mäkipää, J., Norrgård, J. and Vartiainen, T. (2022) “Factors affecting the accessibility of IT artifacts: a systematic review”, Communications of the Association for Information Systems, v. 51.
- Qureshi, S., Oladokun, B. E. and Nadendla, K. (2024) “Human freedom from algorithmic bias: is there accountability with digital inclusion and mobile health?”, In: Proceedings of Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2024).
- Ruback, L., Carvalho, D. and Avila, S. (2022) “Mitigando vieses no aprendizado de máquina: uma análise sociotécnica”, iSys – Brazilian Journal of Information Systems, v. 15, n. 1, p. 23-1.
- Sociedade Brasileira de Computação - SBC. (2025) “Panorama Demográfico 2024 da Sociedade Brasileira de Computação: resultados do questionário com as pessoas associadas”, Relatório Técnico da CIDE. Porto Alegre: SBC, jul. 2025. 68 p. DOI: 10.5753/sbc.rt.2025.47.6.

3

Desafio: Sistemas de Informação Inteligentes sob a Perspectiva Sociotécnica

Participantes

Adicinéia Aparecida de Oliveira (UFS), Allysson Allex de Paula Araújo (UFCA), Celia Ghedini Ralha (UNB), Daniela Barreiro Claro (UFBA), José Maria Nazar David (UFJF), Luciana Campos (UFJF), Maria Claudia Emer (UTFPR), Odette Mestrinho Passos (UFAM), Regina Braga (UFJF), Rita Suzana Pitangueira Maciel (UFBA), Thiago Rocha, Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Vera Werneck (UERJ) e Victor Stroele (UFJF)

3.1. Descrição do desafio

A partir das ideias norteadores submetidas, os participantes do Seminário propuseram as seguintes questões para esse desafio:

Ética e Privacidade. A ética e a privacidade constituem pilares fundamentais no desenvolvimento e uso de Sistemas de Informação Inteligentes sob a perspectiva sociotécnica. Em um cenário de crescente coleta, processamento e análise de grandes volumes de dados, torna-se imprescindível garantir que tais sistemas sejam projetados e utilizados de forma responsável, protegendo informações pessoais e respeitando os direitos humanos [Floreidi 2019]. Isso implica não apenas a adoção de tecnologias de segurança e anonimização, mas também a criação de políticas transparentes, mecanismos de auditoria e práticas alinhadas a marcos regulatórios. Dessa forma, promove-se a confiança dos usuários, assegura-se a justiça social e previne-se o uso indevido de dados em contextos que possam gerar discriminação, vigilância excessiva ou violações de privacidade [Nunes et al. 2024].

Sustentabilidade. A sustentabilidade, no contexto dos Sistemas de Informação Inteligentes sob a perspectiva sociotécnica, envolve refletir criticamente sobre os impactos ambientais e sociais decorrentes do uso dessas tecnologias, assegurando que seu desenvolvimento e aplicação contribuam para soluções sustentáveis. Isso inclui desde a redução energética associada ao processamento massivo de dados e ao uso de infraestruturas computacionais, até a promoção de práticas responsáveis no ciclo de vida de hardware e software. Além disso, é necessário considerar os efeitos sociais da adoção dessas tecnologias, fomentando inclusão digital, equidade no acesso e benefícios coletivos. Assim, a sustentabilidade se consolida como um princípio orientador para a criação de sistemas que conciliam inovação, eficiência e responsabilidade socioambiental [ONU 2015].

Human-Centered e Legalidade. O princípio de *Human-Centered* aliado à legalidade orienta o desenvolvimento de Sistemas de Informação Inteligentes para que tenham o ser humano como foco central, garantindo que suas necessidades, valores e

bem-estar sejam priorizados em cada etapa do processo. Sob essa perspectiva, não basta projetar sistemas eficientes e inovadores: é fundamental que estejam alinhados a normas éticas, regulatórias e jurídicas vigentes, respeitando legislações de proteção de dados, acessibilidade e direitos fundamentais. Ao adotar esse enfoque, assegura-se não apenas a conformidade legal, mas também a criação de soluções tecnológicas mais justas, inclusivas e socialmente responsáveis, capazes de fortalecer a confiança da sociedade na integração da inteligência aos sistemas sociotécnicos.

Confiança. A confiança é um elemento central para a aceitação e adoção de Sistemas de Informação Inteligentes, pois sem ela dificilmente ocorrerá uma interação efetiva e contínua entre usuários e tecnologia. Construir confiança envolve assegurar que esses sistemas sejam transparentes em suas decisões, confiáveis em seu desempenho e robustos diante de falhas ou manipulações. Além disso, requer práticas de governança claras, comunicação acessível sobre riscos e benefícios, bem como mecanismos de responsabilização que permitam aos usuários compreender e validar o funcionamento das soluções adotadas. Ao promover segurança, previsibilidade e transparência, a confiança se estabelece como base para que tais sistemas sejam amplamente integrados ao cotidiano de indivíduos e organizações, potencializando seus benefícios sociais e econômicos.

Integração Social e Técnica. A integração social e técnica nos Sistemas de Informação Inteligentes demanda uma abordagem que considere simultaneamente os fatores humanos, organizacionais e tecnológicos, de modo a promover sinergia e equilíbrio entre essas dimensões. Isso significa que a inteligência artificial não deve ser vista apenas como uma ferramenta técnica, mas como parte de um ecossistema sociotécnico em que pessoas, processos e tecnologias interagem de forma interdependente. Projetar sistemas sob essa ótica implica compreender contextos culturais, práticas de trabalho, dinâmicas sociais e impactos organizacionais, garantindo que a tecnologia seja adaptada às necessidades reais da sociedade e das instituições. Dessa forma, cria-se um ambiente no qual inovação e eficiência caminham lado a lado com inclusão, colaboração e responsabilidade social.

Desafios Éticos. Os desafios éticos em Sistemas de Informação Inteligentes abrangem questões complexas como o viés algorítmico, a transparência e a proteção dos direitos dos indivíduos impactados por decisões automatizadas. O viés pode reforçar desigualdades existentes, comprometendo a justiça e a equidade dos resultados; já a falta de transparência dificulta a compreensão dos processos de decisão e reduz a capacidade de contestação por parte dos usuários. Além disso, decisões tomadas por sistemas inteligentes podem afetar diretamente a vida das pessoas em áreas sensíveis, como saúde, trabalho, segurança e acesso a serviços, exigindo salvaguardas que garantam o respeito à dignidade humana e aos direitos fundamentais. Enfrentar esses desafios implica adotar práticas de design ético, auditoria contínua e mecanismos de governança que assegurem responsabilidade e confiança no uso dessas tecnologias [Nunes et al. 2024].

Impacto Societal. O impacto societal dos Sistemas de Informação Inteligentes manifesta-se na transformação das formas de trabalho, comunicação e interação social, impondo a necessidade de estudos aprofundados sobre seus efeitos a curto, médio e longo prazo. A automação e a inteligência artificial podem redefinir profissões, criar novas funções e, ao mesmo tempo, gerar desafios relacionados à qualificação da força de trabalho e ao risco de exclusão digital. Do ponto de vista social, modificam-se também os modos de interação, ampliando conexões globais, mas trazendo preocupações sobre

dependência tecnológica, desinformação e novas formas de desigualdade. Compreender esses impactos exige análises multidisciplinares que integrem perspectivas técnicas, sociais, econômicas e políticas, de modo a orientar políticas públicas e práticas organizacionais voltadas para a construção de uma sociedade mais inclusiva, equitativa e resiliente frente às transformações digitais.

Governança e Regulação. A governança e a regulação dos Sistemas de Informação Inteligentes exigem a criação de frameworks que conciliem o incentivo à inovação tecnológica com a proteção efetiva dos cidadãos. Esse equilíbrio envolve definir diretrizes claras para o desenvolvimento, implementação e monitoramento de sistemas inteligentes, assegurando que avancem de forma ética, transparente e alinhada ao interesse público. Normas regulatórias devem contemplar aspectos como responsabilidade legal, proteção de dados, segurança cibernética e mitigação de riscos sociais, ao mesmo tempo em que fomentam um ambiente propício à pesquisa e ao empreendedorismo. Assim, a governança e a regulação atuam como instrumentos fundamentais para garantir confiança, equidade e legitimidade no uso de tecnologias inteligentes em diferentes esferas da sociedade.

3.2. Justificativa

Segundo os debatedores, a justificativa para direcionar esforços em direção a este desafio envolvem:

Impacto na vida diária. Os sistemas inteligentes têm um impacto direto na vida diária das pessoas, influenciando áreas essenciais como mobilidade, saúde, educação e segurança. Na mobilidade, eles otimizam transporte urbano, reduzem congestionamentos e aprimoram a logística de deslocamento; na saúde, permitem diagnósticos mais precisos, monitoramento remoto de pacientes e gestão eficiente de recursos médicos; na educação, oferecem aprendizado personalizado, análise de desempenho e acesso a conteúdos digitais; e na segurança, auxiliam na prevenção de crimes e na gestão de emergências. Essas transformações alteram a forma como os indivíduos interagem com serviços e entre si, moldando o cotidiano social e exigindo atenção a aspectos éticos, de privacidade e inclusão para garantir que os benefícios dessas tecnologias sejam amplamente acessíveis e socialmente responsáveis.

Soberania digital. A soberania digital emerge como uma justificativa central para direcionar esforços ao desafio dos Sistemas de Informação Inteligentes, uma vez que o controle sobre dados, algoritmos e infraestrutura tecnológica é vital para garantir a autonomia de países e a proteção de seus direitos nacionais. A dependência de plataformas e serviços externos pode gerar vulnerabilidades estratégicas, comprometendo desde a privacidade de cidadãos até a segurança de informações sensíveis de governos e organizações. Nesse sentido, investir em capacidades locais de desenvolvimento, armazenamento e governança de dados fortalece a independência tecnológica, promove inovação nacional e assegura que decisões críticas não fiquem subordinadas a interesses externos. Assim, a soberania digital não apenas preserva direitos fundamentais, mas também consolida a base para um futuro tecnológico mais seguro e alinhado às necessidades sociais e econômicas do país.

3.3. Ações

Como agenda, foram propostas as seguintes ações:

- Integração complexa: conectar múltiplos sistemas heterogêneos mantendo coerência e desempenho;
- Governança distribuída: definir regras claras e flexíveis para coordenação entre atores diversos e autônomos;
- Segurança e privacidade: garantir proteção contra vulnerabilidades e respeitar direitos em ambientes altamente conectados;
- Projetos de pesquisa integrados: promover colaboração interdisciplinar focada em soluções práticas e escaláveis;
- Estado da arte da Inteligência Artificial: monitorar avanços e aplicar inovações com ética e responsabilidade sociotécnica; e
- Capacitação e formação: formar profissionais capazes de lidar com desafios complexos dos sistemas inteligentes.

3.4. Ideias norteadoras do desafio

4. *[Building Trustworthy and Human-Centered Intelligent Information Systems for a Sustainable Future](#)*. Marcos Kalinowski (PUC-RIO), Allysson Allex Araujo (UFCA), Simone D. J. Barbosa (PUC-Rio), Helio Lopes (PUC-Rio)
5. *[Challenges in Developing AI-Integrated Information System Ecosystems](#)*. Rayfran Rocha Lima (Sidia Institute of Technology), Andre Fernandes (Sidia Institute of Technology), Luiz Cordovil (Sidia Institute of Technology)
6. *[Information Systems and Artificial Intelligence Integration Challenges](#)*. Celia G. Ralha (UNB/UFBA), Daniela B. Claro (UFBA), Victor Stroele (UFJF)

Esclarecimentos

Conforme requerido pelo Código de Conduta da SBC, declaramos explicitamente que o ChatGPT (versão 5-) foi utilizado para auxiliar na redação da Seção 3.1. Estamos cientes de que o uso de tal ferramenta não exime os autores da responsabilidade por todo o conteúdo, mas esclarecemos que realizamos a curadoria do material e o moldamos até a versão final, além de termos escrito a maior parte inteiramente de próprio punho e com base em nossa experiência no assunto.

Referências

- Floredi, L. (2019) “The Ethics of Artificial Intelligence”. In: Frankish, Keith; Ramsey, William (orgs.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nunes, M. G. V.; Soares, T. A.; Ferro, M. (2024) “Questões éticas em IA e PLN”. In Book Processamento de Linguagem Natural: Conceitos, Técnicas e Aplicações em Português. Chapter 35. Edition 3. Editors: Caseli, H. M. and Nunes, M. G. V.
- Organização das Nações Unidas (ONU) (2015). Transformando Nossa Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>

4

Desafio: Eco(Sistemas²) de Informação - Ecossistemas de Sistemas de Informação

Participantes

Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Daniela Barreiro Claro (UFBA), Adicinea Oliveira (UFS), Celia Ghedini Ralha (UNB), José Maria Nazar David (UFJF), Luciana Campos (UFJF), Maria Claudia Emer (UTFPR), Odette Mestrinho Passos (UFAM), Regina Braga (UFJF), Rita Suzana Pitangueira Maciel (UFBA), Thiago Rocha, Vera Werneck (UERJ) e Victor Stroele (UFJF).

4.1. Descrição do desafio

A partir das ideias norteadores submetidas, os participantes do Seminário propuseram as seguintes questões para esse desafio:

- Simulação: Ferramenta crucial para modelar comportamentos complexos, permitindo experimentação e previsão;
- *Digital Twin*: Representação virtual de objetos ou sistemas reais para monitoramento e otimização em tempo real;
- Interoperabilidade Sociotécnica: Capacidade dos sistemas e atores interagirem eficazmente, considerando tanto aspectos técnicos quanto sociais; e
- Integração Descentralizada: Estrutura que permite múltiplas entidades colaborarem de forma distribuída com autonomia e segurança.

A ideia central do desafio foi justamente resumida na concepção de verdadeiros ecossistemas em torno de sistemas complexos maiores que envolvem, como constituintes, vários sistemas de informação. Esta ideia, que foi chamada de Eco(Sistemas²) de Informação, ou Ecossistemas de Sistemas de Informação (talvez EcoSys² possa ajudar na pronúncia mais abreviada) é uma ideia já prevista anteriormente [Graciano Neto et al. 2018], mas que ganha novos contornos com tecnologias habilitadoras que traduzem os problemas típicos da concepção de tais sistemas.

De um lado, o cerne de tudo é a interoperabilidade, isto é, a capacidade destes sistemas de comunicarem-se entre si, cooperarem para atingir objetivos mais amplos, e apoiar também que decisões sejam tomadas de forma comunitária e interações sociais (interoperabilidade social) também aconteçam. Além disso, torna-se necessário avançar nos níveis de interoperabilidade [Maciel et al 2024], tais como interoperabilidade técnica, sintática, semântica e pragmática, como proposto anteriormente, além da organizacional [Proencia et al. 2025] com o intuito de prover uma comunicação entre os diversos sistemas membros que compõem esse ecossistemas. Através dos diversos níveis de interoperabilidade, é possível alcançar as metas previstas por cada sistema do

ecossistema, focando em contextos e alcançando intenções para uma maior harmonia e corretude na operacionalização.

Ainda, depreende-se a necessidade de integração descentralizada. A integração, que nada mais é do que o aparato técnico necessário para possibilitar a interoperabilidade, ainda depende majoritariamente de tecnologias proprietárias que não necessariamente cuidam de aspectos como segurança, privacidade e cuidado com os dados dos usuários. Com a ascensão dos EcoSys², cujos exemplos prementes são as cidades inteligentes, esse problema torna-se ainda mais prevalente.

A comunicação entre estes sistemas no mundo aberto demanda então a concepção e uso de novas abordagens de integração, que reforcem a privacidade dos dados dos usuários sendo trafegados. Neste caso, descentralizado significa basear-se em tecnologias não centralizadoras como aquelas das *Big Techs*, mas priorizar tecnologias próprias e seguras. Blockchain também pode ser outra tecnologia habilitadora que favorece a descentralização. Outra forma de descentralização diz respeito à necessidade destes sistemas se comunicarem, muitas vezes, sem a necessidade de um intermediário, como um servidor físico, visto que às vezes não há redes disponíveis (Wi-Fi, satélite, etc.), e mesmo assim os sistemas precisam se conectar independentemente disso, usando seus próprios recursos de comunicação por proximidade, por exemplo.

Por outro lado, estão as tecnologias irmãs: simulação e gêmeos digitais (do inglês, *digital twins*). Gêmeos digitais são um sistema formado por duas partes principais: um componente físico sendo monitorado por sensores e controlado por atuadores e uma réplica digital, que é um modelo computacional que captura a essência do sistema físico, recebendo os dados do monitoramento via sensores, computando sobre tais dados e atuando de volta no sistema físico para otimizar seu funcionamento. Muito frequentemente, este modelo computacional é justamente um modelo de simulação, capaz de representar o componente físico.

Os elementos todos se conectam porque carros autônomos, por exemplo, inerentemente possuem gêmeos digitais e simulações como parte de sua arquitetura. Estes constituintes de uma cidade inteligente precisam se comunicar eficazmente e de forma descentralizada no mundo aberto. Neste sentido, emergem os EcoSys² que demandam a devida investigação em cada um desses eixos.

4.2. Justificativa

Segundo os debatedores, a justificativa para direcionar esforços em direção a este desafio envolvem:

- Impacto na vida diária: Os sistemas inteligentes influenciam mobilidade, saúde, educação e segurança, afetando o cotidiano social; e
- Soberania digital: Preservar o controle sobre dados e infraestrutura é vital para garantir autonomia e proteger direitos nacionais.

De fato, o impacto na vida diária e a importância da soberania digital justificam os esforços de pesquisa nesta direção. Os principais expoentes dos EcoSys² são justamente as cidades inteligentes, verdadeiros ecossistemas formados por vários sistemas complexos que interagem entre si, impactando a vida de milhões de cidadãos diariamente. A soberania digital, por outro lado, representa a necessidade de não depender de tecnologia externa, fornecendo os dados dos usuários sem nenhuma proteção às

detentoras das tecnologias. Neste sentido, há a necessidade de desenvolvimento de soluções que não estejam centralizadas em grandes empresas, cuidando devidamente da privacidade dos dados dos usuários que trafegam nos sistemas que fazem parte do ecossistema.

4.3. Ações

Como agenda, foram propostas as seguintes ações:

- Integração complexa: Conectar múltiplos sistemas heterogêneos mantendo coerência e desempenho;
- Governança distribuída: Definir regras claras e flexíveis para coordenação entre atores diversos e autônomos;
- Segurança e privacidade: Garantir proteção contra vulnerabilidades e respeitar direitos em ambientes altamente conectados;
- Projetos de pesquisa integrados: Promover colaboração interdisciplinar focada em soluções práticas e escaláveis;
- Estado da arte da IA: Monitorar avanços e aplicar inovações com ética e responsabilidade sociotécnica; e
- Capacitação e formação: Formar profissionais capazes de lidar com desafios complexos dos sistemas inteligentes.

A **integração complexa** nos EcoSys² envolve a articulação de sistemas heterogêneos que precisam se comunicar e operar em conjunto de forma coerente e eficiente. Essa integração vai além do nível técnico, pois deve garantir interoperabilidade sociotécnica, respeitando tanto os protocolos computacionais quanto as interações humanas e organizacionais que emergem no ecossistema.

A **governança distribuída** está intimamente ligada à ideia de integração descentralizada, visto que sistemas e atores autônomos precisam de mecanismos de coordenação que não dependam de autoridades centralizadoras e que permitam coabituar inclusive interesses conflitantes. Modelos de governança baseados em tecnologias como blockchain podem possibilitar regras claras, auditáveis e adaptáveis, promovendo transparência, legitimidade e até mesmo automação com *smart contracts* e Organizações Autônomas Descentralizadas (do inglês *Decentralized Autonomous Organizations, DAO*). Esse eixo de pesquisa deve também considerar a dimensão social da interoperabilidade, garantindo que diferentes comunidades e organizações participem ativamente da definição de políticas e protocolos que orientam o funcionamento dos ecossistemas.

Segurança e privacidade assumem papel central em cenários que combinam gêmeos digitais e integração descentralizada, pois os dados coletados por sensores e simulados em ambientes virtuais podem ser sensíveis e pessoais. A transferência dessas informações entre sistemas distintos precisa garantir proteção contra vulnerabilidades e respeito à soberania digital, evitando dependência de soluções proprietárias e centralizadas. A pesquisa deve avançar em soluções que conciliem interoperabilidade com anonimização, criptografia e mecanismos de confiança, assegurando que os usuários mantenham controle sobre seus próprios dados nos ecossistemas inteligentes.

Os **projetos de pesquisa integrados** refletem a natureza multidimensional dos EcoSys², que exigem a união de áreas como ciência da computação, engenharia de

sistemas, ciências sociais e políticas públicas, ou seja, justamente o objetivo de estudo da Ciência de Sistemas de Informação. Simulação e gêmeos digitais, por exemplo, dependem tanto de modelagem matemática e computacional quanto da análise de impacto social e regulatório. A colaboração interdisciplinar é essencial para criar soluções escaláveis que atendam a demandas práticas, como mobilidade urbana e saúde digital, fortalecendo a integração de saberes e promovendo ecossistemas mais robustos e inclusivos.

O **estado da arte da inteligência artificial (IA)** é particularmente relevante para o avanço de simulações e gêmeos digitais, já que a precisão desses modelos depende da capacidade de analisar dados em tempo real e gerar previsões confiáveis. Além disso, a IA pode atuar como facilitadora da interoperabilidade sociotécnica, mediando interações complexas entre sistemas e pessoas. No entanto, é necessário que as aplicações respeitem princípios éticos e de responsabilidade, prevenindo vieses e decisões automatizadas opacas. Esse eixo de pesquisa deve se concentrar em IA explicável e auditável, garantindo transparência e confiança no contexto dos ecossistemas.

Por fim, a **capacitação e formação de profissionais** deve preparar especialistas capazes de lidar com os múltiplos eixos que compõem os EcoSys². Isso significa formar pessoas aptas a compreender desde os fundamentos de simulação e gêmeos digitais, até os desafios de integração descentralizada e interoperabilidade sociotécnica. Além da dimensão técnica, é crucial que essa formação conte com aspectos sociais, éticos e regulatórios, de modo a criar profissionais capazes de desenvolver soluções inovadoras sem perder de vista os impactos na vida cotidiana e a importância da soberania digital.

4.4. Ideias norteadoras do desafio

7. [*Conceiving Socio-technical Information Systems from the Perspective of Digital Twins.*](#) Celia G. Ralha (UNB/UFBA), Daniela B. Claro (UFBA), Rita S. P. Maciel (UFBA)
8. [*Interoperability in Complex and Socio-Technical Information Systems: A Critical Challenge for the Next Decade.*](#) Rita Suzana Pitangueira Maciel (UFBA), José Maria N. David (UFJF), Elisa Yumi Nakagawa (USP)
9. [*Modelagem e Simulação: Um Grande Desafio para Sistemas de Informação.*](#) Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Celia Ghedini Ralha (UNB/UFBA)
10. [*The Evolution Towards Decentralized and Privacy-Oriented Integration: Challenges and a New Perspective.*](#) Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG), Rafael Z. Frantz (Unijui)

Esclarecimentos

Conforme requerido pelo Código de Conduta da SBC, declaramos explicitamente que o ChatGPT (versão 4-turbo) foi utilizado para auxiliar na redação da Seção 4.3. Estamos cientes de que o uso de tal ferramenta não exime os autores da responsabilidade por todo o conteúdo, mas esclarecemos que realizamos a curadoria do material e o moldamos até a versão final, além de termos escrito a maior parte inteiramente de próprio punho e com base em nossa experiência no assunto.

Referências

- Graciano Neto, V. V., Santos, R. P., Viana, D. and Araujo, R. N. (2018) “Towards a Conceptual Model to Understand Software Ecosystems Emerging from Systems-of-Information Systems”, Workshop of Human-Computer Interaction Aspects to the Social Web. Cham: Springer International Publishing. p. 1-20..
- Proencia, E. C. S., Mascarenhas, A. P. F. M., Mane, B., Claro, D. B. and Maciel, R. S. P. (2025) “Organizational Interoperability: A Systematic Mapping Study”, XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Recife. Sociedade Brasileira de Computação.
- Maciel, R. S. P., Valle, P. H., Santos, K. S. and Nakagawa, E. Y. (2024) “Systems Interoperability Types: A Tertiary Study”. ACM Computing Surveys, v. 1, p. 1.

5

Desafio: Perspectivas Sociotécnicas, Macrotendências e Cosmovisões Plurais

Participantes

Caio Cordeiro Gomes Carvalho (UFPE), Felipe Cavalcante Santos (UFRPE), Gabriel Sabino Leite (UFRPE), Gustavo Souto Silva de B. Santos, Marcelo Loutfi (UNIRIO), Marcelo Tibau (UNIRIO), Renata Araujo (UPM), Samuel Andrade Adelino da Silva (UPE) e Sean Siqueira (UNIRIO)

5.1. Descrição do desafio

Este desafio defende uma visão de Sistemas de Informação (SI) centrada na incorporação crítica das perspectivas sociotécnicas, macrotendências globais e nacionais, na consideração de múltiplas cosmovisões e na problematização das agências humanas e não humanas [Latour 2005] [Santos e Meneses 2010] [Ramos e Siqueira 2025]. Frente às transformações tecnológicas aceleradas e às crises ecológicas, éticas e sociais que tensionam a própria ideia de progresso e inovação, torna-se urgente ressignificar o papel dos SI.

O desafio convoca a comunidade a articular conhecimento e práticas como caminhos para imaginar e construir futuros desejáveis [Auger 2013] [Dunne e Raby 2024] [Loutfi et al 2024]. Requer, ainda, fortalecer uma comunidade engajada com abordagens interdisciplinares, sistêmicas, críticas e emancipadoras, capazes de confrontar estruturas de poder e responder de forma situada às macrotendências contemporâneas [Santos 2019].

5.2. Justificativa

As razões para endereçar esse desafio estão no fato de que os Sistemas de Informação, enquanto infraestrutura sociotécnica que molda o mundo contemporâneo, não são neutros. Eles participam da constituição de formas de vida, modos de pensar, decisões automatizadas e políticas públicas.

Ignorar as dimensões de poder, cultura e subjetividade envolvidas nos SI é perpetuar assimetrias, colonialidades e ineficiências sistêmicas. Superar esse desafio é necessário para garantir que os SI sejam projetados e governados com responsabilidade, inclusão e sensibilidade à diversidade epistemológica e cultural [Haraway 1988] [Gabriel 2020] [Loutfi et al. 2025].

Além disso, responder a esse desafio coloca o Brasil em posição estratégica para liderar, a partir do Sul Global, uma agenda internacionalmente relevante e inovadora de transformação dos SI — mais plural, situada e voltada ao bem comum.

As questões principais que envolvem esse desafio compreendem:

- Como podemos ampliar os Sistemas de Informação para incorporar múltiplas cosmovisões, especialmente aquelas marginalizadas pelas epistemologias dominantes?
- Que papel o design especulativo pode cumprir na construção de futuros desejáveis e na crítica às lógicas hegemônicas dos SI?
- Quais macrotendências nacionais e globais devem ser consideradas prioritárias no planejamento e construção de SI nos próximos 10 anos?
- Como compreender e lidar com as agências¹ e relações de poder entre humanos e não humanos em ambientes sociotécnicos mediados por SI?
- Quais estratégias institucionais e coletivas são necessárias para consolidar uma rede forte de pesquisa e prática sociotécnica crítica em SI no Brasil?

5.3. Ações

Como agenda, são propostas as seguintes ações:

- Epistemologias Plurais:
 - Estimular a inclusão de epistemologias indígenas, afrocentradas, feministas, decoloniais e outras formas de saber não hegemônicas nas pesquisas, currículos e práticas em SI.
 - Promover espaços interepistêmicos de escuta, tradução e co-construção de conhecimento.
- Design Especulativo e Futuros Sociotécnicos:
 - Apoiar projetos de pesquisa e formação em design especulativo e crítico, voltados à construção de futuros desejáveis.
 - Criar laboratórios interinstitucionais de experimentação sociotécnica orientada por valores sociais, éticos e ambientais.
- Macrotendências e Análise Sociotécnica Prospectiva
 - Incorporar abordagens de prospecção, inteligência estratégica e análise de tendências nos estudos em SI.
 - Atuar no desenvolvimento das macrotendências nacionais e internacionais.
 - Produzir diagnósticos periódicos sobre como megatendências impactam a área de SI no Brasil.
- Comunidade Crítica e Infraestrutura de Cooperação:
 - Estruturar uma comunidade nacional de pesquisa e prática sociotécnica em SI (seminários, periódicos, GTs, repositórios).
 - Fortalecer redes com movimentos sociais, escolas, governos, coletivos culturais e comunidades tradicionais.
- Alinhamento de Inteligência Artificial (AI Alignment) Sociotécnico e Emancipador:
 - Promover pesquisas interdisciplinares que tratem do alinhamento de IA não apenas em termos técnicos, mas também sociotécnicos, assegurando

¹ Entende-se por agência a capacidade de um indivíduo, grupo ou elementos não humanos de agir e tomar decisões, moldando a si e seu entorno.

que os sistemas refletem valores sociais, éticos, ambientais e culturais plurais.

- Incentivar a criação de métodos e práticas de “alinhamento situado”, que considerem contextos locais, saberes tradicionais e a diversidade epistemológica brasileira na definição de objetivos e critérios de alinhamento.
- Estimular o uso de design especulativo e crítico como ferramentas para explorar futuros possíveis e tensionar riscos associados à IA, abrindo espaço para imaginar alternativas emancipatórias.
- Atuar junto a comunidades técnicas, acadêmicas, governamentais e movimentos sociais para consolidar uma agenda nacional sobre alinhamento de IA, conectada ao debate internacional, mas ancorada nas realidades do Sul Global.

5.4. Ideias norteadoras do desafio

11. [Cosmovisões Plurais em Sistemas de Informação](#). Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO)
12. [Entendimento das Agências e Relações de Poder entre Humanos e Não Humanos e seus Desdobramentos em Sistemas de Informação](#). Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO), Marcelo Soares Loutfi (UNIRIO)
13. [Futuros Desejáveis com Design Especulativo: um novo olhar para os Sistemas de Informação](#). Sean W. M. Siqueira (UNIRIO), Marcelo Soares Loutfi (UNIRIO), Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP)
14. [Sistemas de Informação e as Macrotendências Nacionais e Mundiais](#). Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP)
15. [Pela criação de uma comunidade forte de estudo e prática sociotécnica em Sistemas de Informação](#). Renata Mendes de Araujo (UPM/EACH-USP/ENAP), Sean Wolfgang Matsui Siqueira (UNIRIO)

Referências

- Auger, J. (2013) “Speculative design: crafting the speculation”. Digital Creativity, v. 24, n. 1, p. 11-35.
- Dunne, A., Raby, F. (2024) Speculative everything: design, fiction, and social dreaming. With a new preface by the authors. Cambridge: MIT Press.
- Gabriel, I. (2020). “Artificial intelligence, values, and alignment”. Minds and Machines, v. 30, n. 3, p. 411-437.
- Haraway, D. (1988) “Situated knowledges: the science question in feminism and the privilege of partial perspective”. Feminist Studies, v. 14, n. 3, p. 575-599.
- Latour, B. (2005) Reassembling the social: an introduction to Actor-Network-Theory. Oxford: Oxford University Press.
- Loutfi, M. S., Albuquerque, B. V. L., Xavier, C. S. and Siqueira, S. W. M. (2024) “Design Especulativo: Construindo Pontes entre Tecnologia, Ética e Inclusão Social”, Minicursos do IHC 2024, Brasília/DF. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 18-38. doi: <https://doi.org/10.5753/sbc.16123.0.2>

Loutfi, M. S., Tibau, M., Gimenez, P. A. 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”, XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2025).

Ramos, F. F. and Siqueira, S. W. M. (2025) “Pluriversal Strategies for Human-AI Design: Onto-Technological Reframings inspired by Brazilian Indigenous Knowings and Practices”, In INTERACT Workshops - Addressing Global HCI Challenges at the Time of Geopolitical Tensions through Planetary Thinking and Indigenous.

Santos, B. S. (2019) O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do Sul. Belo Horizonte: Autêntica.

Santos, B. S., Meneses, M. P. (orgs.) (2010). Epistemologias do Sul. São Paulo: Cortez.

6

Desafio: Transformação da Formação e Atuação em SI em Tempos de IA Generativa

Participantes

Sarajane Marques Peres (USP), Beronalda Messias da Silva (IFSP), Rafael, Filipe Moreno (SiDi), Thais Murer (SiDi), Karolayne Teixeira (SiDi), Rafaela Otemaier (PUCPR).

6.1. Descrição do Desafio

A emergência de uma nova configuração sociotécnica em sistemas de informação, na qual a IA generativa se torna elemento pervasivo, exige atualização conceitual e prática. Nessa configuração, a IA atua simultaneamente como componente de software que representa requisitos funcionais e não funcionais e como ferramenta de apoio ao trabalho de desenvolvimento. Esse rearranjo, que envolve o sistema, o processo de desenvolvimento e a colaboração humano-máquina no uso do sistema, clama pela revisão de princípios metodológicos e epistemológicos da área, posicionando Sistemas de Informação como agente protagonista no próprio avanço da IA generativa e como influenciador de comportamentos sistêmicos e humanos nas organizações. Esse movimento pode ser organizado em três pilares interdependentes:

Adequação técnico-metodológica. Repositionar a área de Sistemas de Informação como domínio técnico e aplicado capaz de instrumentalizar, de forma adequada, processos e métodos de gerenciamento, modelagem, desenvolvimento, implementação, manutenção, monitoramento e descomissionamento de sistemas, reconhecendo que o futuro do trabalho depende de profissionais preparados para lidar com sistemas nos quais a IA generativa constitui parte integrante de sua concepção e funcionamento.

Formação e currículo. Atualizar, de modo explícito e regulamentado, as ementas e a estrutura curricular dos cursos da área para incorporar a IA generativa nas disciplinas de base e profissionalizantes, contemplando seus fundamentos, sua inserção como componente na implementação de requisitos do sistema, seus efeitos sobre o comportamento dos sistemas e seus riscos éticos e sociais.

Autonomia crítica e interdisciplinaridade. Valorizar a autonomia de pensamento crítico diante das facilidades proporcionadas pelas ferramentas de IA generativa e promover o trabalho interdisciplinar, evitando a exacerbção do tecnocentrismo e ampliando a inserção de valores e problemas socioculturais, nacionais e regionais no processo formativo, para que também se reflitam nos artefatos sistêmicos produzidos.

6.2. Justificativa

O desafio de reposicionar a área de Sistemas de Informação frente à emergência da IA generativa adquire contornos ainda mais críticos no contexto brasileiro (SAS, 2024). A incorporação desses modelos como componentes dos sistemas sociotécnicos não pode ser reduzida à simples importação de soluções desenvolvidas em outros países, pois tal prática implicaria não apenas dependência tecnológica, mas também a adoção de métodos, valores e formas de organização do trabalho que não refletem nossas condições históricas e socioculturais.

A construção de metodologias próprias e a atualização curricular, portanto, não se limitam a um imperativo técnico, mas se configuram como questão de autonomia e, podendo também mencionar soberania. A presença crescente de tecnologias estrangeiras evidencia um risco de colonização digital, em que decisões críticas sobre como projetar, gerenciar e regular sistemas de informação são ditadas externamente. Para que o Brasil mantenha capacidade de autodeterminação, é necessário que a comunidade de Sistemas de Informação atue como protagonista no desenvolvimento e na incorporação responsável da IA generativa, definindo parâmetros alinhados às necessidades sociais, culturais e econômicas do país.

Esse reposicionamento exige, de um lado, o estabelecimento de fundamentos metodológicos que garantam transparência, confiabilidade e adequação sociotécnica dos sistemas que integram IA generativa (Bommasani et al., 2021), e, de outro, a formação de profissionais capazes de compreender tanto os fundamentos técnicos quanto as implicações éticas e sociais dessas tecnologias (Floridi & Cowls, 2022). Ao mesmo tempo, requer o fortalecimento de uma perspectiva crítica e interdisciplinar, que incorpore os valores locais e regionais no desenho e operação dos sistemas.

Em síntese, no Brasil, o enfrentamento desse desafio ultrapassa a dimensão acadêmica ou empresarial e assume caráter estratégico: trata-se de assegurar a inserção da área de Sistemas de Informação como agente de construção da IA generativa em bases próprias, garantindo não apenas competitividade, mas sobretudo autonomia tecnológica e adequação cultural.

6.3. Ações

Como agenda, foram propostas as seguintes ações:

- Reformar as ementas das disciplinas curriculares de Sistemas de Informação: Revisar os currículos de graduação e pós-graduação, de forma explícita e regulamentada, para incluir a IA generativa como componente dos sistemas de informação. Essa reformulação deve contemplar tanto os fundamentos técnicos quanto suas implicações metodológicas, epistemológicas, éticas e socioculturais.
- Produzir conteúdo didático nacional sobre IA generativa e Sistemas de Informação: Desenvolver livros, manuais, guias e objetos de aprendizagem alinhados ao contexto brasileiro, evitando a simples tradução de materiais estrangeiros. O objetivo é garantir que exemplos, estudos de caso e práticas pedagógicas reflitam a realidade sociocultural e econômica do país, além de contemplar questões de autonomia tecnológica e desafios locais de implementação.

- Promover cursos de atualização para formadores: Oferecer programas de capacitação contínua para docentes e formadores da área de SI, em parceria com universidades, associações profissionais e agências de fomento. Esses cursos devem integrar tanto aspectos técnicos (novos métodos de desenvolvimento, monitoramento e governança de sistemas com IA generativa) quanto dimensões críticas (ética, regulação, impactos sociais), preparando os professores para formar profissionais aptos a lidar com esses desafios.
- Formalizar uma agenda de pesquisa sobre IA generativa em Sistemas de Informação. Estabelecer linhas de pesquisa específicas que tratem da IA generativa como parte constitutiva dos sistemas de informação, abordando desde fundamentos metodológicos (reformulação de requisitos, confiabilidade, governança, risco) até aplicações setoriais (saúde, governo digital, educação, finanças). Essa agenda deve estimular projetos colaborativos nacionais e internacionais, promovendo publicações de alto impacto e consolidando a área como referência acadêmica.
- Inserir representantes da comunidade de SI nas discussões nacionais de regulação da IA: Garantir a participação ativa de pesquisadores e profissionais da área em fóruns de definição de políticas públicas e marcos regulatórios de IA no Brasil. A presença de especialistas em Sistemas de Informação é essencial para assegurar que a regulação considere a dimensão sociotécnica da IA generativa e não se restrinja a perspectivas tecnológicas ou jurídicas.
- Incentivar parcerias estratégicas entre academia, governo e setor produtivo: Promover ecossistemas colaborativos em que universidades, órgãos reguladores e empresas atuem conjuntamente no desenvolvimento, teste e avaliação de sistemas que incorporam IA generativa. Essa articulação pode contribuir para acelerar a produção de soluções locais e reduzir a dependência de tecnologias importadas.
- Criar repositórios abertos de boas práticas e estudos de caso nacionais: Disponibilizar exemplos documentados de implementação de sistemas com IA generativa em diferentes setores, destacando desafios, riscos e soluções adotadas. Isso permitiria à comunidade de SI acumular conhecimento contextualizado e disseminar práticas de referência no Brasil.

6.4. Ideias norteadoras do desafio

16. *[Desafios e Oportunidades para a Valorização do Curso de Sistemas de Informação no Brasil](#)*. Rafaela Otemaier (PUCPR), Joselaine Valaski (PUCPR), Cristina de Souza (PUCPR), Vinicius de Mendonça (PUCPR), Evandro Zatti (PUCPR)
17. *[Inteligência Artificial e Sociedade: Repensando o Impacto da IA na Formação do Pensamento Crítico](#)*. Ana Alice Pinto (SiDi), Angelica Munhoz (SiDi), Filipe Moreno (SiDi), Karolayne Teixeira (SiDi), Nicksson Freitas (SiDi), Thais Murer (SiDi), Weld Lucas Cunha (SiDi)
18. *[Methodological and Educational Foundations for Information Systems in the Age of Generative Artificial Intelligence](#)*. Sarajane Marques Peres (USP), Marcelo Fantinato (USP), Enio Alterman Blay (USP), Ana Rocio Cardenas Maita (USP), Anna Helena Reali Costa (USP), Fabio Gagliardi Cozman (USP)
19. *[Para Além do Tecnocentrismo: Transformando a Formação dos Profissionais de SI para a Próxima Década](#)*. Beronalda Messias da Silva (IFSP)

Referências

- SAS (2024). Desafios e os Potenciais da IA Generativa no Brasil: Como Ter Vantagem Competitiva}, Relatório - SAS Institute Inc. e Coleman Parkes, Brasil. https://www.sas.com/pt_br/software/viya.html, acessado em 13 de outubro de 2025.
- Bommasani, R., Hudson, D. A., Adeli, E., Altman, R., Arora, S., von Arx, S., Bernstein, M. S., Bohg, J., Bosselut, A., Brunskill, E. and others (2021). On the Opportunities and Risks of Foundation Models. preprint arXiv:2108.07258. Doi: 10.48550/arXiv.2108.07258
- Floridi, L. and Cowls, J. (2022) A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. Machine Learning and the City, ch. 22, John Wiley & Sons Ltd, pp. 535-545. Doi:10.1002/9781119815075.ch45

Artigos de Ideias Norteadoras

Desenvolvimento de Sistemas de Informação com Foco em Acessibilidade e Equidade: Um Desafio para a Inclusão Digital no Brasil

Lucas Quadros Silva¹, Marcelo Morandini²

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo – SP – Brasil

²Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo – SP – Brasil

quadros.lucas@usp.br, m.morandini@usp.br

Resumo: *A exclusão digital e a falta de acessibilidade nos sistemas de informação (SI) no Brasil perpetuam desigualdades sociais e econômicas, marginalizando grupos vulneráveis. Apesar dos avanços tecnológicos, muitas pessoas continuam desconectadas ou enfrentam barreiras no uso de serviços digitais. Diante desse problema, este artigo aborda o desafio de integrar acessibilidade e equidade nos SI na próxima década, considerando aspectos sócio-técnicos. O objetivo é incorporar esses princípios no desenvolvimento dos SI, garantindo o acesso universal à informação e aos serviços digitais. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, baseada em uma revisão da literatura, para analisar os desafios existentes e propor soluções. Os resultados destacam a necessidade de políticas públicas inclusivas, capacitação e a adoção de tecnologias assistivas para superar a exclusão digital e tornar os SI mais acessíveis e equitativos.*

Palavras-chave: *Acessibilidade, Equidade, Sistemas de Informação, Inclusão Digital, Experiência do Usuário, Inteligência Artificial.*

1. Ideia, Visão ou Reflexão de Desafio em SI no Brasil para os Próximos 10 Anos

O desafio proposto é a inclusão do tema de desenvolvimento de sistemas de informação (SI) baseados na visão de acessibilidade e equidade, considerando as diversas limitações e diferenças presentes na sociedade brasileira. Isso engloba pessoas com limitações físicas, motoras, cognitivas, diferenças culturais, regionais, analfabetismo (tecnológico e educacional), cor, etária, gênero e sexualidade. A ideia central é garantir que os sistemas de informação sejam projetados e desenvolvidos de forma a atender a todos os usuários, independentemente de suas características individuais, promovendo a inclusão digital e a equidade no acesso à informação e aos serviços digitais.

No Brasil, a desigualdade no acesso à internet continua sendo um fator determinante para a exclusão digital. Em 2023, 92,5% dos domicílios brasileiros tinham acesso à internet; entretanto, 5,9 milhões de famílias ainda estavam desconectadas, refletindo disparidades significativas entre áreas urbanas e rurais [CETIC.BR 2024]. Além disso, a acessibilidade digital não é apenas uma questão técnica, mas também social e ética, exigindo uma abordagem holística que considere as necessidades de todos os usuários [NIC.br 2020]. A evolução da infraestrutura digital no país ainda reflete desigualdades socioeconômicas, tornando o desenvolvimento de sistemas acessíveis e equitativos um desafio urgente [NIC.br 2020].

Garantir a acessibilidade digital em sistemas de informação vai além das melhorias tecnológicas. Envolve políticas públicas que promovem a inclusão de grupos marginalizados, reduzindo a exclusão digital e possibilitando que a tecnologia seja um agente de equidade social e justiça no país.

2. Por que é Crítico que a Comunidade Direcione Esforços para Superá-lo?

É crítico que a comunidade de SI direcione esforços para superar esse desafio porque a exclusão digital e a falta de acessibilidade nos sistemas de informação perpetuam desigualdades sociais e econômicas. No Brasil, onde a diversidade é uma característica marcante da população, a falta de sistemas inclusivos pode marginalizar ainda mais grupos já vulneráveis. Além disso, com o crescente uso de tecnologias digitais em todas as áreas da vida, a exclusão digital pode resultar em perda de oportunidades e aumento das disparidades sociais.

Conforme apontado pelo CETIC.br (2024), a exclusão digital no Brasil afeta especialmente populações rurais, idosos e pessoas com baixa renda, exacerbando as desigualdades existentes. A falta de sistemas acessíveis também pode limitar o acesso a serviços públicos digitais, como saúde e educação, que são essenciais para o desenvolvimento social e econômico.

3. Quais os Riscos se Não Avançarmos em sua Resolução?

Se não avançarmos na resolução desse desafio, os riscos incluem:

- **Exclusão Digital:** A falta de acessibilidade digital pode excluir pessoas com deficiência, idosos e outros grupos marginalizados de serviços e oportunidades essenciais, como educação e trabalho, além de contribuir para o isolamento social, ao privar esses indivíduos de interações digitais essenciais no contexto atual [NIC.br 2020].
- **Perpetuação de Desigualdades:** A ausência de sistemas inclusivos pode aprofundar desigualdades sociais e econômicas, ampliando a exclusão em áreas menos desenvolvidas [NIC.br 2020].

- **Perda de Mercado:** Negócios que não adaptam suas plataformas para inclusão digital podem perder acesso a uma grande parte do mercado e sofrer com questões legais e de reputação, afetando sua credibilidade junto aos consumidores e à sociedade em geral [NIC.br 2020].
- **Dificuldade no Cumprimento de Normativas Legais:** A falta de adaptação às normas legais de acessibilidade pode gerar dificuldades legais para as empresas, além de multas e penalidades [Pio 2016, NIC.br 2020].
- **Viés Tecnológico:** Tecnologias que não consideram a diversidade podem reforçar estereótipos e discriminação, como no caso do viés em sistemas de inteligência artificial. Vários estudos demonstram que algoritmos de reconhecimento facial frequentemente falham em identificar corretamente pessoas de cor preta/negra ou determinando como casais apenas heterossexuais, perpetuando vieses preconceituosos [Cozman and Kaufman 2021, Silberg and Manyika 2019].

4. Com Quais Outros Problemas, Áreas, Conhecimentos, Ações, Iniciativas, Tecnologias etc o Desafio se Relaciona?

Este desafio se relaciona com diversas áreas e problemas, incluindo:

- **Interação Humano-Computador (IHC):** A experiência do usuário e a usabilidade são elementos críticos para assegurar que os sistemas sejam acessíveis e inclusivos. Conforme destacado por Xu Wei (2022), o design centrado no usuário tem o foco em criar sistemas que atendam às necessidades de diversos públicos, incluindo pessoas com deficiência. Essa abordagem não apenas melhora a satisfação do usuário, mas também amplia o alcance e a eficácia dos sistemas de informação.
- **Inteligência Artificial (IA):** A promoção da equidade no desenvolvimento de sistemas de informação baseados em Inteligência Artificial (IA) requer uma abordagem multidimensional, integrando aspectos técnicos e sociais: a primeira dimensão crítica reside na arquitetura dos sistemas, especialmente no treinamento de modelos de IA, que exige conjuntos de dados representativos para mitigar vieses algorítmicos e garantir outputs equitativos, uma vez que a homogeneidade nos dados de treinamento pode perpetuar discriminações sistêmicas, comprometendo tanto a eficácia técnica quanto reforçando desigualdades estruturais [Mehrabi et al. 2021]; a segunda dimensão, intrinsecamente relacionada, envolve a diversidade nas equipes de desenvolvimento — abrangendo gênero, raça, orientação sexual e interseccionalidades —, relevantes para a criação de sistemas inclusivos, já que equipes plurais aumentam a detecção de vieses e fomentam inovação sensível a realidades diversas [Buolamwini and Gebru 2018, West et al. 2019]; assim, embora distintas, essas dimensões convergem no desafio da inclusão digital, influenciando desde a concepção até o impacto social dos sistemas, exigindo, no contexto brasileiro — marcado por

profundas desigualdades —, políticas que articulem justiça algorítmica e representatividade na cadeia tecnológica.

- **Educação e Capacitação:** A capacitação de desenvolvedores, designers e profissionais de TI em acessibilidade e equidade busca aprimorar suas habilidades para promover a inclusão digital [Parthasarathy and Joshi 2024]. No Brasil, estudos da CETIC.br (2024) e NIC.br (2020) revelam o crescimento no uso de TIC, mas também as barreiras para pessoas com deficiência, reforçando a necessidade de ações inclusivas e capacitação para garantir a plena acessibilidade digital.
- **Políticas Públicas:** A implementação de políticas públicas para regulamentar a acessibilidade digital está relacionada à inclusão. Estudos apontam que, no Brasil, desafios como a integração das tecnologias digitais no sistema educacional e as limitações das políticas de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência física precisam ser superados [Camozzato et al. 2015, Bastos et al. 2023].
- **Tecnologias Assistivas:** O desenvolvimento e a integração de tecnologias assistivas, como leitores de tela, softwares de reconhecimento de voz e dispositivos de entrada alternativos, são recursos que visam garantir a acessibilidade digital. Conforme apontado por Bastos et al. (2023), as tecnologias assistivas são ferramentas poderosas para promover a inclusão digital.
- **Diversidade e Inclusão:** A diversidade e inclusão nas equipes de desenvolvimento de SI proporciona a criação de soluções mais criativas, eficazes e acessíveis. Conforme Hyrynsalmi et al. (2024), equipes diversas, incluindo aspectos de gênero, cultura e neurodiversidade, são mais produtivas e inovadoras, além de resolverem melhor problemas de acessibilidade. Projetos de código aberto também prosperam com colaboradores diversos. No entanto, é necessário criar ambientes inclusivos para aproveitar esses benefícios.

Referências

- Bastos, P. A. L. S., Silva, M. S., Ribeiro, N. M., Mota, R. d. S., and Galvão Filho, T. (2023). Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 31:e3401.
- Buolamwini, J. and Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In *Proceedings of Machine Learning Research*, volume 81, pages 77–91.
- Camozzato, S. T., Perondi, M. A., and Mello, N. A. (2015). Políticas públicas de inclusão digital: desafios educacionais na sociedade contemporânea. *COLOQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional*, 12(1):101–115.
- CETIC.BR (2024). TIC Domicílios 2024: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros. Relatório técnico, Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br).

- Cozman, F. G. and Kaufman, D. (2021). Viés no aprendizado de máquina em sistemas de inteligência artificial: a diversidade de origens e os caminhos de mitigação. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 64(2):206235.
- Hyrynsalmi, S. M., Baltes, S., Brown, C., Prikladnicki, R., Rodriguez-Perez, G., Serebrenik, A., Simmonds, J., Trinkenreich, B., Wang, Y., and Liebel, G. (2024). Bridging gaps, building futures: Advancing software developer diversity and inclusion through future-oriented research.
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., and Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. 54(6).
- NIC.br (2020). Acessibilidade e tecnologias: um panorama sobre acesso e uso de tecnologias de informação e comunicação por pessoas com deficiência no Brasil e na América Latina.
- Parthasarathy, P. D. and Joshi, S. (2024). Exploring the need of accessibility education in the software industry: Insights from a survey of software professionals in India. In Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training. ACM.
- Pio, N. R. C. (2016). A tipificação do descumprimento do dever de acessibilidade como ato de improbidade administrativa. Tribunal de Justiça do Estado do Pará.
- Silberg, J. and Manyika, J. (2019). Como lidar com vieses na inteligência artificial (e nos seres humanos). McKinsey & Company.
- West, S. M., Whittaker, M., and Crawford, K. (2019). Discriminating systems: Gender, race and power in ai. Relatório técnico, AI Now Institute.
- Xu, W. (2022). User centered design (vi): Human factors approaches for intelligent human-computer interaction.

Os Desafios de Diversidade, Equidade e Inclusão em Sistemas de Informação

**Aleteia Araujo¹, Alírio Santos de Sá², Carolina Sacramento^{3,4}, Cristiano Maciel⁵,
Davi Viana⁶, Eunice Pereira dos Santos Nunes⁵, Luiz Paulo Carvalho⁷, Marília
Abrahão Amaral⁸**

¹Instituto de Ciências Exatas
Universidade de Brasília (UnB)

²Instituto de Computação
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

³Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

⁴Casa de Oswaldo Cruz
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

⁵Instituto de Computação
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

⁶Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

⁷Instituto de Computação
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

⁸Departamento Acadêmico de Informática
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

aleteia@unb.br, aliriossa@ufba.br, carolina.sacramento@fiocruz.br
cristiano.maciel@ufmt.br, davi.viana@ufma.br, eunice@ufmt.br
luiz.paulo.carvalho@ppgi.ufrj.br, mariliaa@utfpr.edu.br

Resumo: Este artigo discute sobre a importância da comunidade de Sistemas de Informação (SI) direcionar esforços para promover mais diversidade, equidade e inclusão no ensino, na pesquisa, no desenvolvimento e na operação de sistemas de informação. As reflexões apresentadas visam posicionar a comunidade de SI sobre os impactos sociais e econômicos que soluções não representativas podem trazer para o Brasil, acentuando desigualdades e limitando o potencial inovador de SI. Após a discussão, é apresentada uma agenda de ações estratégicas a serem consideradas pela comunidade na próxima década.

Palavras-chave: Diversidade; Equidade; Inclusão; GRANDSI-BR

1. Qual é a sua ideia, visão ou reflexão de desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos?

A área de Sistemas de Informação (SI) desempenha um papel central na transformação digital da sociedade, pois considera aspectos dos SI envolvendo tecnologias, pessoas e organizações. No entanto, apesar dos desdobramentos tecnológicos e de discussões frequentes sobre diversidade, equidade e inclusão (DEI), esses tópicos ainda são, infelizmente, uma pauta contemporânea e devem ser tratados como desafios significativos que precisam ser enfrentados nos próximos dez anos, especialmente no Brasil. Assim, questões como a sub-representação de minorias sociais na área, a não neutralidade e o viés algorítmico e a desigualdade econômica e regional no acesso às oportunidades de capacitação exigem atenção da comunidade acadêmica e profissional em SI.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

DEI na área de SI é fundamental para a criação de sistemas mais eficientes, éticos e representativos. Equipes diversas são capazes de projetar soluções mais inclusivas e criativas, reduzindo vieses e garantindo que as tecnologias atendam a um público mais amplo [Moro et al. 2023]. Além disso, a falta de DEI limita o potencial de inovação e o desenvolvimento sustentável da indústria de tecnologia no país. Assim, caso essa pauta não seja tratada como um desafio que merece esforços concretos para ampliar a inclusão e equidade, o Brasil enfrentará grandes riscos nos próximos anos. Entre eles, é possível destacar: (i) Ampliação do viés algorítmico – sistemas que perpetuam desigualdades sociais por serem desenvolvidos sem diversidade na equipe de criação; (ii) Restrição de talentos – a falta de diversidade afasta potenciais profissionais da área, reduzindo a capacidade de inovação e transformação social; (iii) Aumento da desigualdade digital – sem políticas inclusivas, grupos minoritários continuarão sendo marginalizados no acesso, uso e desenvolvimento das tecnologias.

Empresas, órgãos governamentais e sociedades científicas apresentam preocupação crescente em avançar na agenda de DEI. A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) prospectou os Grandes Desafios da Computação 2025-2035 [SBC 2024], no qual temos como meta-desafio “Construção de Ecossistemas Computacionais Éticos, Inclusivos, Interdisciplinares e Sustentáveis para a Promoção da Participação e da Equidade Social”. Esse desafio trata, entre outros e ao se tratar de DEI, sobre a busca por mais equidade por meio da inclusão digital, das melhorias de sistemas para serem mais inclusivos e da diversidade cultural. Ao elencar questões socioeconômicas e socioculturais relevantes, DEI está entre as pautas que demandam pesquisas, políticas e ações, incluindo aspectos de acessibilidade; DEI sobre aspectos de gênero, de raça, de sexualidade, geográficas, socioeconômicos, entre outros. Os esforços da SBC se

intensificaram em 2024, com a implantação da Comissão para Inclusão, Diversidade e Equidade (CIDE) cujo objetivo é ampliar os esforços de DEI na SBC, tendo realizado o primeiro levantamento do perfil demográfico da comunidade [SBC 2025], que serve de base para o plano de ação da SBC neste campo.

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

O Brasil só terá alicerce para pensar em uma verdadeira transformação digital quando ele for capaz de construir uma sociedade que reflita a realidade e as necessidades construtivas e progressistas dos múltiplos grupos culturais, étnicos, sociais e raciais. E essa construção perpassa pela transformação de SI e seu tripé, pessoas-tecnologias-organizações, pois essa demanda não é apenas uma questão de justiça social, mas também um fator essencial para a inovação, a qualidade das soluções tecnológicas e o avanço do setor. Quando há DEI de gênero, raça, cultura, idade e experiências dentro das equipes, a tecnologia desenvolvida se torna mais inclusiva, acessível e eficaz para atender às necessidades de uma sociedade plural.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc. o desafio se relaciona?

O tema do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) 2025 aponta a importância do tópico de DEI na Computação, sendo um dos pioneiros nesta agenda. Nos anais, o tema tem recebido tração nos últimos anos principalmente no tópico de gênero [Kappaun and Oliveira 2024, Batista et al. 2024, Outão and Santos 2022] e, tangencialmente, acessibilidade [Paiva et al. 2009, Telles et al. 2016, Quispe and Eler 2018]. Há uma movimentação paralela de algumas comunidades internacionais de SI no avanço de uma agenda de DEI, como a *Association for Information Systems* (AIS) [Marabelli and Chan 2024, Fedorowicz et al. 2023]. Paralelamente, reforçam necessidades de avanços significativos em seus próprios contextos, indicando o quanto antiga é a agenda, embora de complexa resolução.

Logo, DEI é um grande desafio em SI que impacta e influencia diversas outras áreas e iniciativas, para citar algumas: ética em Inteligência Artificial – mitigação de vieses em algoritmos e na tomada de decisão automatizada; educação e Capacitação Digital – programas que incentivem meninas, minorias raciais e pessoas com deficiência a ingressarem na tecnologia; políticas Públicas e Regulação – criação de leis e diretrizes para promover ambientes educacionais e de trabalho mais equitativos e acessíveis; política de acessibilidade digital do governo federal [Brasil 2025] – que orienta seguir de diretrizes de acessibilidade no desenvolvimento de soluções; iniciativas de Diversidade e Inclusão – programas voltados para equidade de raça e gênero em computação, como o Meninas Digitais da SBC [Maciel, Bim e Medeiros, 2018] e ações empresariais direcionadas.

5. Agenda sobre DEI

A construção de uma comunidade acadêmica e profissional mais diversa, equitativa e inclusiva em SI exige não apenas princípios e intenções, mas também uma agenda concreta de ações que orientem práticas transformadoras. Nesta seção, são apresentadas iniciativas estratégicas voltadas a ampliar a representatividade, reduzir desigualdades e promover um ambiente em que todas as pessoas tenham voz, oportunidades e condições plenas de participação. Trata-se de um compromisso coletivo que se traduz em medidas efetivas, capazes de impactar positivamente a formação, a pesquisa, e a inovação na área de SI. Assim, como ações possíveis, destacam-se:

- Estabelecer maior alinhamento da comunidade de SI com ações da CIDE;
- Mapear dados e informações mais abrangentes no campo, especialmente na indústria;
- Impulsionar a produção de conhecimento sobre DEI, incluindo o tema como tópico de interesse nos eventos da comunidade e analisando os impactos da inteligência artificial neste campo;
- Fortalecer a formação de profissionais, com a inclusão de conteúdos sobre DEI nas recomendações de cursos de SI;
- Promover acessibilidade em eventos, publicações, desenvolvimento de soluções e demais iniciativas, assegurando a participação e contribuições de pessoas com deficiência;
- Contribuir para o fortalecimento e a regulação de políticas de DEI, incluindo as de acesso e permanência de grupos historicamente sub-representados em cursos de SI;
- Destacar, no perfil de pessoas egressas dos cursos de SI, competências que valorizem trabalhos em comunidades diversas, considerando intersecções de raça, etnia, gênero, geração, deficiência e classe;
- Conduzir pesquisas e ações em SI para que os próprios sistemas incorporem questões relacionadas a DEI.

Referências

- Batista, E., Silva, T., and Silva, G. (2024). Gender Diversity in Digital Games: a Tertiary Literature Review. In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Brasil (2025). Acessibilidade digital. <https://www.gov.br/governodigital/> pt-br/acessibilidade-e-usuario/acessibilidade-digital, Acesso em: 21 Fevereiro 2025.
- Fedorowicz, J., Payton, F. C., Chan, Y. E., Kim, Y. J., and Te’eni, D. (2023). Dei in the discipline: What can we do better? The Journal of Strategic Information Systems, 32(2):101775.
- Kappaun, A. and Oliveira, J. (2024). Análise Sobre Viés de Gênero no Youtube: um Estudo sobre as Eleições Brasileiras de 2018 e 2022. In Anais Estendidos do XX

Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, pag. 102–116, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Maciel, C., Bim, S.A. and Medeiros, K.F. Digital girls program: disseminating computer science to girls in Brazil. Em: Proceedings of the 1st International Workshop on Gender Equality in Software Engineering. Association for Computing Machinery, 2018, pp. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.1145/3195570.3195574>.

Marabelli, M. and Chan, Y. E. (2024). The strategic value of dei in the information systems discipline. *The Journal of Strategic Information Systems*, 33(1):101823.

Moro, M. M., Araujo, A., 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, pag. 369–404. CGI.BR.

Outão, J. and Santos, R. (2022). How does diversity manifest itself in software ecosystems? In Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Paiva, D., Maia, L., Fortes, R., Turine, M., and Freire, A. (2009). Implantação de acessibilidade em organizações de software. In Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, pag. 325–330, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Quispe, F. E. M. and Eler, M. M. (2018). Recomendações de acessibilidade para aplicativos móveis: uma contribuição para os padrões do governo digital brasileiro. In Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, pag. 528–535, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

SBC (2024). IV Seminário Grandes Desafios da Computação no Brasil – 2025-2035. <https://www2.sbc.org.br/grandesdesafios/computacao/>, Acesso em: 23 Fevereiro 2025.

SBC (2025). SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Panorama Demográfico 2024 da Sociedade Brasileira de Computação: Resultados do Questionário com as Pessoas Associadas. Relatório Técnico da CIDE. Porto Alegre: SBC, Julho/2025. 68p. DOI 10.5753/sbc.rt.2025.47.6.

Telles, M., Barbosa, J. L., and Righi, R. (2016). Um Modelo Computacional para Acessibilidade em Cidades Inteligentes. In Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, pag. 116–123, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Simplificação de Modelos Organizacionais: Representação de Processos Mais Amigáveis e Compreensíveis às Pessoas

Tadeu Moreira de Classe

Grupo de Pesquisa em Jogos para Contextos Complexos (JOCCOM)
Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Departamento de Informática Aplicada (DIA)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

tadeu.classe@uniriotec.br

Resumo: A modelagem de processos organizacionais é fundamental para a gestão, mas suas representações são complexas e pouco acessíveis. O desafio é simplificá-las, tornando-as mais intuitivas e compreensíveis. Isso evita erros, melhora a comunicação e impulsiona a inovação. Áreas como jogos, simulação, narrativas e IA podem contribuir para novas abordagens. A relevância desse tema em Sistemas de Informação está na busca por soluções tecnológicas que aproximem academia e mercado, promovendo eficiência e adaptação organizacional. Melhorar o entendimento dos modelos favorece a transparência, otimiza processos e fortalece a competitividade das empresas, ampliando oportunidades para inovação e desenvolvimento de novas tecnologias.

Palavras-chave: Organizações, Modelos de Processos, Representação Alternativa, Entendimento de Processos.

1. O Desafio

Há algum tempo venho me perguntando: *Como simplificar a representação de modelos de processos organizacionais como processo de negócio e treinamento, por exemplo, para que eles fossem mais amigáveis e compreensíveis para as pessoas?*

Dentro da área de sistemas de informação, vários trabalhos são apresentados e embasados sobre a relação entre organizações, pessoas e tecnologias [Laudon e Laudon 2022], e grande parte dos trabalhos apresentam soluções baseadas em premissas de gestão de processos de negócio (GPN) para aprimorar e inovar nas relações organizacionais a partir do uso da tecnologia [Dumas et al. 2018]. Manter o sucesso de seu negócio e seus processos, permitindo mudanças às tendências de mercado e da sociedade, observando seus clientes é essencial para que a organização se mantenha competitiva [Kabicher-Fuchs et al. 2012, Dumas et al. 2018].

A GPN apresenta a modelagem de processos de negócio como uma etapa essencial para que as pessoas entendam como a organização funciona, resultando em modelos de processos de negócios. Estes, na grande maioria dos casos, modelados por meio de linguagens de modelagem específicas, como BPMN, por exemplo [Malik e Bajwa 2013, Dumas et al. 2018, Silva et al. 2018, Weber et al. 2022].

Contudo, tais modelos produzidos por essas linguagens não são simples de entender para pessoas comuns. Isto é, para entender o processo de negócio, a pessoa que observa estes modelos deve possuir o mínimo de entendimento das notações utilizadas, e nem todas as pessoas do contexto organizacional possuem esses conhecimentos [Antunes et al. 2020, Carvalho et al. 2022]. Deste modo, a falta de entendimento do modelo de processo, pode trazer riscos diversos (produtividade, segurança, meio ambiente etc.) para a organização, pois atividades podem ser realizadas de maneira equivocada devido à má compreensão [Wang et al. 2022].

Segundo Galik et al. [2021], existem diferentes maneiras de apresentar modelos de processos de negócio (textos, diagramas, linguagens mais simples e outros), e cada uma delas apresentam desafios para desafios relacionados a amigabilidade para usuários e facilidade de entendimento [Classe e Castro 2025]. Porém, cada tipo de representação do processo é pensado para um determinado propósito e seu público alvo [Papademetriou e Karras 2016].

Neste contexto, o grande desafio está em como, de fato, criar modelos e representações alternativas de modelos de processo de negócio, considerando simplificá-los e deixá-los mais comprehensíveis às pessoas de forma sustentável (acompanhamento de mudanças, redesign, custos, tempo, desenvolvimento etc.) para as organizações, e considerando contextos e público-alvo específicos de cada uma delas.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

No mundo e em nossa sociedade moderna as tendências de negócios, mercado e estilo de vida surgem e somem em uma velocidade extraordinária. Neste sentido é essencial que instituições de cunho acadêmico e profissionais estejam ligadas às novas tendências e evoluções. Pensar em como o público executor de um processo ou seus clientes enxergam seus processos é uma vantagem estratégica para que possam surgir melhorias e inovações para as organizações. Neste sentido, entende-se que quanto melhor o entendimento das pessoas sobre como os processos organizacionais são executados, o relacionamento entre elas e essas instituições pode ser estreitado, trazendo benefícios (novas tendências, novos produtos, inovações, melhorias de custos e preços etc.) para ambos.

Buscar esforços da comunidade de sistemas de informação neste sentido, podem também trazer benefícios que vão além das pesquisas acadêmicas. Aproximar pesquisas de soluções úteis para as organizações podem trazer parcerias institucionais (universidade-empresa por exemplo), amplificando o celeiro de inovação brasileiro. Isto é, vislumbra-se a partir deste desafio oportunidades de cunho empreendedor, onde, os artefatos e as abordagens desenvolvidas podem dar origem à produtos de propriedade intelectual (softwares, modelos, métodos, desenhos, marcas, patentes etc.) e até mesmo a geração de novas empresas e startups.

Portanto, a comunidade de sistemas de informação, ao despender esforços neste grande desafio, estará contribuindo não somente com pesquisas acadêmicas, mas, buscando aproximar a academia do mercado, com propostas e abordagem que usem tecnologias para facilitar processos organizacionais e, consequentemente, a vida de todas as pessoas envolvidas.

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

Os principais riscos de não avançarmos nesta proposta de desafio é que cada vez mais serão aprofundados o distanciamento das organizações, em termos da gestão organizacional, com as pessoas que, de fato, executam seus negócios. Isto é, ao permitir que colaboradores e, até mesmo, usuários do produto/serviço deixe de conhecer como o mesmo é realizados/construído, a organização perde oportunidade de inovar em seu nicho de mercado e traçar melhorias em seus negócios a partir da observação de novas tendências de mercado e sociedade.

Além, em um mundo onde os clientes usuários de produtos e serviços são cada vez mais exigentes e opinam sobre a qualidade dos produtos e serviços que consomem, é um risco não ser transparente sobre tais processos organizacionais. E, não havendo maneiras simples e atrativas de apresentar os processos organizacionais à sociedade, a organização pode decair dentro do seu nicho de atuação.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc. o desafio se relaciona?

Na minha concepção o desafio de simplificar e melhorar processos de negócio tornando-os mais acessíveis às pessoas está intimamente ligado ao desafio “Information Systems and the Open World Challenges” [Araujo 2017], apresentado nos GranDSI 2016-2026. Neste sentido, entende-se que ainda é possível abordar questões como processos de negócio e sociedade e participação dos usuários/clientes/executores na inovação de processos organizacionais.

Também entendemos que este desafio pode ter grande afinidade com desafios de outras áreas, como por exemplo: i) área de jogos [Classe e de Araujo 2023]; ii) contextos de simulação e modelagem [Neto e Coutinho 2024] e, até mesmo, realidade virtual e aumentada; iii) treinamentos organizacionais [Rufino Júnior et al. 2023, Lopes et al. 2024]; iv) narratologia, storytelling e narrativas interativas [Melo et al. 2023] e uso de inteligência artificial generativas.

Portanto, é possível observar que o desafio abre oportunidades multidisciplinares para colocar Sistemas de Informação como protagonista em diversas pesquisas, buscando melhorar e simplificar a relação das pessoas no entendimento aos modelos de processos de negócio.

Referências

- Antunes, P., Pino, J. A., Tate, M., e Barros, A. (2020). Eliciting process knowledge through process stories. *Information Systems Frontiers*, 22(5):1179–1201.
- Araujo, R. M. (2017). Information systems and the open world challenges. In Boscaroli, C., Araujo, R. M., e Maciel, R. S. P., editors, *I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026*, chapter 4, pages 42–51. Brazilian Computer Society (SBC), Porto Alegre.

- Carvalho, L. P., Cappelli, C., e Santoro, F. M. (2022). Bpmn pra geral: a framework to translate bpmn to a citizen language. *Business Process Management Journal*, 28(2):508–531.
- Classe, T. M. e Castro, R. M. (2025). Alternative representations of business process models for enhanced understanding by people: A systematic mapping study. In *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, pages 1–10, Porto Alegre. SBC.
- Classe, T. M. e de Araujo, R. M. (2023). Games as mediating platforms in an open and digital world. In Santos, R. P. e Hounsell, M. d. S., editors, *Grand Research Challenges in Games and Entertainment Computing in Brazil - GranDGAMESBR 2020-2030*, pages 67–88, Cham. Springer Nature Switzerland.
- Dumas, M., Rosa, L. M., Mendling, J., e Reijers, A. H. (2018). *Fundamentals of business process management*. Springer, Cham.
- Gallik, F., Winter, M., Kirikkayis, Y., Pryss, R., e Reichert, M. (2021). Dyvpromo-a lightweight web-based tool for the dynamic visualization of additional information in business process models. In *2021 IEEE 25th International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOCW)*, pages 345–348, New York. IEEE.
- Kabicher-Fuchs, S., Kriglstein, S., e Figl, K. (2012). Timeline visualization for documenting process model change. In *5th International Workshop on Enterprise Modeling and Information Systems Architecture*, pages 1–14, Germany. DBIS Research.
- Laudon, K. C. e Laudon, J. P. (2022). *Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital*. Bookman Editora, Porto Alegre.
- Lopes, T. N., Araujo, R. M. d., Classe, T. M. d., e Sant'Anna, F. d. S. (2024). Pyp4training: designing digital games for business process training. *Business Process Management Journal*, 30(5):1446–1471.
- Malik, S. e Bajwa, I. S. (2013). Back to origin: Transformation of business process models to business rules. In *Business Process Management Workshops: BPM 2012 International Workshops, Tallinn, Estonia, September 3, 2012. Revised Papers 10*, pages 611–622, Cham. Springer.
- Melo, C. d. S., de Classe, T. M., Ferreira, M. R., e de Castro, R. M. (2023). Narrativas interativas como modelo de processos de negócio alternativo. In *ISLA 2023 Proceedings*, pages 1–10, Atlanta. AIS.
- Neto, V. G. e Coutinho, E. (2024). Modelagem e simulação: Um grande desafio para aspectos humanos, sociais e econômicos de software. In *Anais do IX Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software*, pages 163–168, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Papademetriou, R. e Karras, D. A. (2016). An in depth comparative analysis of software tools for modelling and simulating business processes. In *6th International Symposium on Business Modelling and Software Design: BMSD 2016*, pages 124–133, Setúbal. SciTePress.

- Rufino Júnior, R., Classe, T. M., Santos, R. P., e Siqueira, S. W. M. (2023). Current risk situation training in industry, and games as a strategy for playful, engaging and motivating training. *Journal on Interactive Systems*, 14(1):138–156.
- Silva, T. S., Thom, L. H., Weber, A., de Oliveira, J. P. M., e Fantinato, M. (2018). Empirical analysis of sentence templates and ambiguity issues for business process descriptions. In *OTM Confederated International Conferences On the Move to Meaningful Internet Systems*, pages 279–297, Cham. Springer.
- Wang, W., Chen, T., Indulska, M., Sadiq, S., e Weber, B. (2022). Business process and rule integration approaches—an empirical analysis of model understanding. *Information Systems*, 104:101901.
- Weber, P., Gabriel, R., Lux, T., e Menke, K. (2022). Business process management. In *Basics in business informatics*, pages 175–206. Springer, Cham.

Building Trustworthy and Human-Centered Intelligent Information Systems for a Sustainable Future

Marcos Kalinowski¹, Allysson Allex Araújo^{1,2}, Simone D. J. Barbosa¹, and Hélio Lopes¹

¹Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – Brasil

²Universidade Federal do Cariri (UFCA)
Juazeiro do Norte, Ceará – Brasil

{kalinowski, simone, lopes}@inf.puc-rio.br allysson.araujo@ufca.edu.br

Abstract: Artificial Intelligence (AI) is a multidisciplinary field dedicated to creating systems capable of performing tasks that typically require human intelligence. Intelligent Information Systems (IIS) have been defined as information systems that integrate AI technologies. Given the increasing integration of AI into IIS, a foundational challenge for the next decade lies in ensuring that AI-powered IIS are developed in a way that prioritizes trustworthiness, careful consideration of ethical and human-centered principles, and positive societal impact. This challenge highlights the need to embed Trustworthy AI and Human-Centered AI principles as essential pillars in the design and governance of IIS. Trustworthy AI involves the development of AI systems that offer benefits and convenience while mitigating threats and minimizing risks of harm. Complementarily, Human-Centered AI emphasizes the alignment of AI with core human values, ensuring that these systems are both ethically responsible and socially beneficial. Integrating these paradigms can help to ensure that IIS are designed for a sustainable future..

Palavras-chave: Trustworthy AI, Human-Centered AI, Intelligent Information Systems.

1. What is your idea, vision, or reflection on the challenge for IS in Brazil over the next ten years?

Artificial Intelligence (AI) is a multidisciplinary field dedicated to creating systems capable of performing tasks that typically require human intelligence [Lu 2019]. Intelligent Information Systems (IIS) have been defined as information systems that integrate AI technologies [Ras and Tsay 2010]. Given the increasing integration of AI into IIS, a foundational challenge for the next decade lies in ensuring that AI-powered IIS are developed in a way that prioritizes trustworthiness, careful consideration of ethical and human-centered principles, and positive societal impact.

This challenge highlights the need to embed Trustworthy AI and Human-Centered AI principles as essential pillars in the design and governance of IIS. Trustworthy AI involves the development of AI systems that offer benefits and convenience while mitigating threats and minimizing risks of harm [Liu et al. 2022, Baldassarre et al. 2024b].

Complementarily, Human-Centered AI emphasizes the alignment of AI with core human values, ensuring that these systems are both ethically responsible and socially beneficial [Ozmen Garibay et al. 2023]. Integrating these paradigms can help to ensure that IIS are designed for a sustainable future.

The vision behind this challenge involves promoting the development of IIS that incorporates ethical AI frameworks [Li 2024]. Furthermore, it calls attention to rethinking and expanding IS education to prepare professionals capable of designing, deploying, and managing fair, interpretable, and accountable IIS. Beyond education, this challenge urges the establishment of robust regulatory and technical mechanisms to guide AI governance, ensuring transparent decision-making, ongoing audits, and bias mitigation strategies to safeguard social well-being. For instance, while documentation tools such as Model Cards [Mitchell et al. 2019] and Semiotic Engineering's Extended Metacommunication Template [Barbosa et al. 2021] can aid developers in ethical reflection, studies suggest that they may lead to selective reporting of concerns, highlighting the need for stronger accountability measures in AI system design [Nunes et al. 2024, Nunes et al. 2022, Barbosa et al. 2024].

This challenge is inherently interdisciplinary, requiring collaborative efforts among academia, industry, government, and civil society to ensure that the transformative potential of AI contributes to the nation's development in ways that are socially just, environmentally sustainable, and economically competitive. By framing this challenge within IS research beyond developing technologically feasible solutions aligned with human values, we can leverage its focus on technological innovation and organizational and societal impact.

2. Why is it critical for the community to address this challenge?

The integration of trustworthy and human-centered AI into IIS is critical for several key reasons. First, the unchecked deployment of AI-powered IIS can exacerbate social inequalities, particularly in a diverse and economically stratified country like Brazil. Without intentional efforts to design and implement IIS that align with human values, marginalized communities may suffer disproportionately from biased algorithms and arbitrary decision-making processes [Souza et al. 2023, Nicola's and Sampaio 2024].

Second, ensuring trust in AI-driven systems is fundamental for widespread adoption and societal acceptance [Baldassarre et al. 2024a]. If IIS are perceived as unfair or unaccountable, public resistance could emerge, undermining their transformative potential in sectors such as healthcare, education, and public administration [Lockey et al. 2021, Robles and Mallinson 2023, Jungherr 2023]. Proactively addressing these concerns is important for ensuring public confidence in AI's role across these domains [Mesquita et al. 2024, Glikson and Woolley 2020].

Furthermore, embedding sustainability and ethical considerations into IIS aligns with global commitments, such as the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) [Borsatto et al. 2024, Vinuesa et al. 2020, Palomares et al. 2021]. By prioritizing explainability, fairness, and ecological responsibility, IIS can become powerful tools for advancing social and environmental progress, ensuring that technology serves as a force for good [Carney 2020, Cath 2018].

3. What are the risks if progress is not made in solving this challenge?

Failure to address the integration of trustworthy and human-centered AI into IIS poses severe ethical, social, and economic risks. For example, without trustworthy and human-centered AI, existing social inequities may be amplified, as biased algorithms disproportionately affect underrepresented groups in areas such as hiring, access to services, and criminal justice [Nicola's and Sampaio 2024]. This issue could erode trust in technology and exacerbate societal divisions [Liu et al. 2022]. The risks extend beyond inequality, raising concerns about misuse of surveillance technologies, violations of privacy, and manipulation of public opinion, which could further undermine democratic processes and public confidence in AI-driven systems [Ozmen Garibay et al. 2023].

Moreover, Brazil risks falling behind in the global AI innovation race. As international competition intensifies, countries that fail to integrate ethical and human-centered principles into their AI systems will struggle to meet emerging global standards, potentially leading to exclusion from international research and economic collaborations [Vinuesa et al. 2020]. This could result in not only missed economic opportunities but also in increased technological dependence on external actors, threatening Brazil's national sovereignty.

Finally, neglecting sustainability considerations in the design of IIS could hinder Brazil's ability to achieve the SDGs and leave the country ill-prepared to address critical environmental and social challenges [Vinuesa et al. 2020, Palomares et al. 2021]. If IIS are not developed and implemented responsibly, they can contribute to environmental degradation and social inequalities, obstructing progress toward sustainable development. Therefore, integrating trustworthy and human-centered AI frameworks into IIS is relevant to ensure that technological advancements contribute positively to society and the environment [Souza et al. 2023, Mesquita et al. 2024].

4. How does this challenge relate to other problems, areas, knowledge, actions, initiatives, and technologies?

We can begin with data governance and AI auditing mechanisms, which are critical to ensuring the ethical use and protection of sensitive information in our increasingly digital world [Janssen et al. 2020, Fischer and Piskorz-Ryn 2021]. Upholding principles such as transparency, consent, and accountability is important in fostering confidence in IIS and goes beyond technical requirements [Solano et al. 2022].

We also need to rethink IS education, placing a strong emphasis on multidisciplinary subjects like critical thinking, inclusive design, and AI ethics [Memarian and Doleck 2023, Borsatto et al. 2024]. Public policy is another important and related topic. Regulatory and propositional frameworks that deal with accountability and prevent the misuse of AI are highly pertinent [de Almeida et al. 2021, Baldassarre et al. 2024a]. In fact, the implications of integrating trustworthy and human-centered AI extend beyond governance and education in the context of IIS, intersecting with broader social and environmental goals. By addressing these interconnections and the role of trustworthy and human-centric approaches, we can drive technological progress while ensuring a more equitable and sustainable future for all.

References

- Baldassarre, M. T., Gigante, D., Kalinowski, M., and Ragone, A. (2024a). Polaris: A framework to guide the development of trustworthy ai systems. In Proceedings of the IEEE/ACM 3rd International Conference on AI Engineering-Software Engineering for AI, pages 200–210.
- Baldassarre, M. T., Gigante, D., Kalinowski, M., Ragone, A., and Tibido', S. (2024b). Trustworthy ai in practice: an analysis of practitioners' needs and challenges. In Proceedings of the 28th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pages 293–302.
- Barbosa, G. D. J., Nunes, J. L., De Souza, C. S., and Barbosa, S. D. J. (2024). Investigating the Extended Metacommunication Template: How a semiotic tool may encourage reflective ethical practice in the development of machine learning systems. In Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '24, pages 1–12, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Barbosa, S. D. J., Barbosa, G. D. J., Souza, C. S. d., and Leita o, C. F. (2021). A Semiotics-based epistemic tool to reason about ethical issues in digital technology design and development. In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, FAccT '21, pages 363–374, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Borsatto, J. M. L. S., Marcolin, C. B., Abdalla, E. C., and Amaral, F. D. (2024). Aligning community outreach initiatives with sdgs in a higher education institution with artificial intelligence. *Cleaner and Responsible Consumption*, 12:100160.
- Carney, T. (2020). Artificial intelligence in welfare: Striking the vulnerability balance? *Monash University Law Review*, 46(2):23–51.
- Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: ethical, legal and technical opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2133):20180080.
- de Almeida, P. G. R., dos Santos, C. D., and Farias, J. S. (2021). Artificial intelligence regulation: a framework for governance. *Ethics and Information Technology*, 23(3):505–525.
- Fischer, B. and Piskorz-Ryn', A. (2021). Artificial intelligence in the context of data governance. *International Review of Law, Computers & Technology*, 35(3):419–428.
- Glikson, E. and Woolley, A. W. (2020). Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research. *Academy of Management Annals*, 14(2):627–660.
- Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S., and Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy artificial intelligence. *Government information quarterly*, 37(3):101493.
- Jungherr, A. (2023). Artificial intelligence and democracy: A conceptual framework. *Social media+ society*, 9(3):20563051231186353.

- Li, Z. (2024). Ethical frontiers in artificial intelligence: navigating the complexities of bias, privacy, and accountability. *International Journal of Engineering and Management Research*, 14(3):109–116.
- Liu, H., Wang, Y., Fan, W., Liu, X., Li, Y., Jain, S., Liu, Y., Jain, A., and Tang, J. (2022). Trustworthy ai: A computational perspective. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 14(1):1–59.
- Lockey, S., Gillespie, N., Holm, D., and Someh, I. A. (2021). A review of trust in artificial intelligence: Challenges, vulnerabilities and future directions.
- Lu, Y. (2019). Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal of Management Analytics*, 6(1):1–29.
- Memarian, B. and Doleck, T. (2023). Fairness, accountability, transparency, and ethics (fate) in artificial intelligence (ai), and higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, page 100152.
- Mesquita, H., Garrote, M. G., and Zanatta, R. A. (2024). Regulating artificial intelligence in brazil: the contributions of critical social theory to rethink principles. *Technology and Regulation*, 2024:73–83.
- Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., Raji, I. D., and Gebru, T. (2019). Model Cards for Model Reporting. In *Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, FAT* ’19, pages 220–229, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Nicolas, M. A. and Sampaio, R. C. (2024). Balancing efficiency and public interest: The impact of ai automation on social benefit provision in Brazil. *Internet Policy Review*, 13(3).
- Nunes, J. L., Barbosa, G. D. J., De Souza, C. S., and Barbosa, S. D. J. (2024). Using Model Cards for ethical reflection on machine learning models: an interview-based study. *Journal on Interactive Systems*, 15(1):1–19.
- Nunes, J. L., Barbosa, G. D. J., de Souza, C. S., Lopes, H., and Barbosa, S. D. J. (2022). Using model cards for ethical reflection: a qualitative exploration. In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, IHC ’22, pages 1–11, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Ozmen Garibay, O., Winslow, B., Andolina, S., Antona, M., Bodenschatz, A., Coursaris, C., Falco, G., Fiore, S. M., Garibay, I., Grieman, K., et al. (2023). Six human-centered artificial intelligence grand challenges. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 39(3):391–437.
- Palomares, I., Martínez-Cámarra, E., Montes, R., García-Moral, P., Chiachio, M., Chiachio, J., Alonso, S., Melero, F. J., Molina, D., Fernández, B., et al. (2021). A panoramic view and swot analysis of artificial intelligence for achieving the sustainable development goals by 2030: progress and prospects. *Applied Intelligence*, 51:6497–6527.
- Ras, Z. and Tsay, L.-S. (2010). Advances in Intelligent Information Systems.
- Robles, P. and Mallinson, D. J. (2023). Artificial intelligence technology, public trust, and effective governance. *Review of Policy Research*.

- Solano, J. L., de Souza, S., Martin, A., and Taylor, L. (2022). Governing data and artificial intelligence for all: models for sustainable and just data governance.
- Souza, J., Avelino, R., and da Silveira, S. A. (2023). Artificial intelligence: dependency, coloniality and technological subordination in Brazil. In Elgar Companion to Regulating AI and Big Data in Emerging Economies, pages 228–244. Edward Elgar Publishing.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Fellañder, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., and Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the sustainable development goals. *Nature communications*, 11(1):1–10.

Challenges in Developing AI-Integrated Information System Ecosystems

Rayfran Rocha Lima, André Fernandes, Luiz Cordovil

Sidia Institute of Technology
Manaus – AM – Brazil

{rayfran.lima, andre.fernandes, luiz.cordovil}@sidia.com

Abstract: With the advent of Large Language Models (LLMs) and the popularization of tools such as Chat-GPT, Llama, and DeepSeek, a technological race has emerged in which companies strive to integrate Artificial Intelligence (AI) into their information systems (IS) to create smarter solutions. However, this trend often overlooks essential challenges and prerequisites. This paper addresses five key challenges: (i) the need for developers with AI expertise; (ii) managing client and user expectations to prevent direct comparisons with tools like Chat-GPT; (iii) understanding that not all problems can be solved with AI; (iv) the costs associated with developing AI-based systems, including infrastructure, time, effort, and result quality; and (v) the lack of integration strategies and architectures that ensure dependable, ethical, and socially aligned incorporation of AI into Information Systems. By discussing these aspects, we aim to provide a critical and comprehensive perspective on the responsible integration of AI into organizational ecosystems.

Palavras-chave: Inteligência Artificial (IA), Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), Sistemas de Informação (SI), Desenvolvedores com expertise em IA, Desafios éticos e sociais.

1. Introduction

The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) has fundamentally transformed the way organizations develop and integrate information systems [George and George 2023]. Large-scale AI models, particularly LLMs like Chat-GPT, Llama, and DeepSeek, respectively launched in 2022, 2023, 2025, have demonstrated the ability to enhance automation, improve decision-making, and optimize user interactions. As a result, companies across industries are actively seeking to embed AI into their information ecosystems to gain a competitive edge. However, this accelerated adoption often overlooks fundamental challenges, leading to inefficient implementations, increased costs, and misaligned expectations [Perales 2024].

The challenges discussed in this paper are the outcome of a feasibility and risk analysis (FRA) for a project aimed at developing an AI-supported information system ecosystem within a large software development company. Although this project had addressed these challenges in prior phases, a new FRA was necessary due to the launch of new technologies and the rapid pace of change in the AI-based environment [Agarwal

2018]. This analysis gathered insights from industry professionals with more than 10 years of experience in AI-based solutions, identifying key challenges and critical factors that influence AI adoption in enterprise environments.

One of the most critical issues in AI integration is the assumption that AI can be seamlessly incorporated into any system without significant modifications. Unlike traditional software, AI-driven systems require continuous adaptation, extensive validation, and robust data governance to ensure reliable performance [Habbal et al. 2024]. Moreover, the widespread use of generative AI tools has fueled unrealistic expectations among stakeholders, contributing to dissatisfaction when enterprise AI applications fail to match the fluency and flexibility of consumer-oriented models such as ChatGPT or Llama [Malheiros et al. 2024].

Additionally, AI adoption poses significant technical, financial, and workforce-related challenges. Organizations must navigate the shortage of specialized professionals, the high computational costs of AI models, and the inherent limitations of AI in complex decision-making scenarios [Pesovski et al. 2024, Oprea et al. 2024]. These challenges demand a structured, transparent, and context-aware approach to AI deployment, ensuring that its implementation aligns with real business needs, ethical principles, and regulatory constraints, rather than being driven by technological hype.

This paper presents a critical analysis of five key challenges in the development of AI-integrated Information System (IS) ecosystems. These include: (i) the shortage of developers with AI expertise; (ii) the gap between client and user expectations and the actual capabilities of enterprise AI systems; (iii) the misconception that AI is a universal solution; (iv) the high infrastructure, operational, and maintenance costs of AI-based systems; and (v) the absence of integration strategies and architectures that ensure dependable, ethical, and socially aligned incorporation of AI into IS. By addressing these aspects, the paper contributes to the agenda for responsible digital transformation and sustainable adoption of AI in enterprise environments.

2. Background

The integration of Artificial Intelligence (AI) into information systems has gained significant traction, particularly with the rise of Large Language Models (LLMs) such as Chat-GPT, Llama, and DeepSeek. Organizations increasingly seek to embed AI capabilities to enhance automation, decision-making, and user interactions across various domains [Yuan et al. 2023, Chen et al. 2024]. However, the integration of AI into information systems presents unique challenges that go beyond the traditional adoption of new technologies.

One of the primary challenges is the misalignment between AI capabilities and business needs. Many organizations embark on AI adoption driven by market trends or competitive pressure, often overestimating its applicability and failing to conduct feasibility analyses [Oprea et al. 2024]. This results in implementations where AI either does not provide tangible value or requires continuous adjustments due to evolving requirements. Unlike conventional software solutions, AI models are inherently probabilistic and

require continuous validation and adaptation to maintain performance and reliability [Habbal et al. 2024].

Another critical challenge involves data governance and infrastructure demands. AI-integrated systems rely on vast amounts of high-quality data, demanding robust data management strategies, security measures, and compliance with regulatory frameworks [Pesovski et al. 2024]. Furthermore, large-scale AI models impose significant computational costs, requiring substantial investments in hardware and cloud resources [Pesovski et al. 2024]. These costs often escalate unpredictably, particularly in scenarios where AI inference is performed at scale.

The shortage of AI expertise poses a major barrier to successful integration. Unlike traditional software development, which follows deterministic execution paths, AI-driven systems require specialized knowledge in areas such as model selection, bias mitigation, and explainability [Habbal et al. 2024]. The lack of qualified professionals capable of maintaining and optimizing AI models can lead to inefficient deployments, increasing operational risks.

There is a growing gap between user expectations and actual AI performance. The widespread use of generative AI tools has contributed to unrealistic assumptions regarding AI's capabilities, leading to dissatisfaction when enterprise AI applications fail to deliver similar levels of fluency or adaptability [Malheiros et al. 2024]. Managing these expectations requires a clear communication strategy, focusing on AI's real-world constraints and gradual deployment strategies to ensure alignment with business objectives.

Addressing these challenges requires a structured approach to AI adoption, balancing innovation with feasibility. This paper examines these critical aspects, providing insights into the expertise required for AI-driven system development, the complexities of managing expectations, the need for problem-specific AI deployment, and the cost considerations essential for sustainable implementation.

3. Challenges

3.1. Expertise in AI Development

The successful integration of artificial intelligence (AI) into information systems necessitates specialized expertise across multiple stages of the development lifecycle. From gathering and documenting user requirements to designing AI-driven solutions, developers must navigate complex challenges to ensure the effective application of AI technologies [Heyn et al. 2023]. For instance, AI can enhance predictive analytics, automate decision-making processes, and optimize user interactions. However, these benefits can only be realized when AI is properly aligned with business needs and technical constraints [Ros-Arlanzo'n and Perez-Sempere 2024]. The implementation phase involves critical steps such as dataset creation and preprocessing, model training and optimization, rigorous testing, and the deployment and continuous maintenance of AI services in production environments. Each of these tasks requires a distinct skill set, making expertise in AI development a key determinant of success.

A major challenge in AI adoption is the shortage of qualified professionals, as the field spans diverse subdomains like machine learning, deep learning, NLP, computer vision, and reinforcement learning [Cisterna et al. 2024]. Since few individuals possess deep expertise across all areas, companies must build diverse teams to cover essential AI competencies. The rapid evolution of AI further demands continuous learning and up-skilling, making workforce development increasingly difficult. Without addressing these gaps, organizations risk deploying inefficient and unreliable AI solutions. Strategic workforce planning, AI education investment, and interdisciplinary collaboration are essential to overcoming these challenges [Malheiros et al. 2024].

3.2. Managing User and Client Expectations

The rapid proliferation of AI conversational agents, such as Chat-GPT, has contributed to unrealistic user expectations, often leading to the misconception that AI is limited to chatbot functionalities [Zhang et al. 2024]. While conversational AI is a prominent application, enterprise AI solutions extend far beyond simple text interactions, encompassing predictive analytics, classification, recommendation systems, decision automation, and seamless integration with enterprise APIs [Abitbol et al. 2024]. Unlike standalone chatbot applications, these AI-driven solutions require scalability, security, and regulatory compliance to ensure robust and ethical deployment in business environments [Pesovski et al. 2024].

A major challenge in AI adoption is the discrepancy between expectations and actual performance. Many organizations anticipate immediate and transformative results, underestimating the need for extensive data preparation, domain-specific tuning, and ongoing monitoring [Metz and Grant 2024]. This often leads to frustration when enterprise AI systems fail to match the fluency and adaptability of consumer-facing models like Chat-GPT [Cisterna et al. 2024, Malheiros et al. 2024]. To mitigate these challenges, organizations should implement incremental AI deployment strategies, set clear communication frameworks to manage expectations, and invest in AI literacy for both end-users and decision-makers [Aydin and Karaarslan 2023].

Effective adoption of AI also depends on user experience and system interpretability. By ensuring that AI capabilities align with real business needs and providing transparency regarding system limitations, organizations can foster trust and ensure that AI solutions generate sustainable value rather than temporary technological enthusiasm [Aydin and Karaarslan 2023].

3.3. AI is Not a Universal Solution

Despite the rapid advancements in artificial intelligence (AI), it remains a specialized tool rather than a universal solution. AI excels in tasks such as pattern recognition, predictive analytics, natural language processing, and autonomous decision-making. However, its effectiveness is largely dependent on the availability of structured or semi-structured data, where patterns can be systematically identified and leveraged for automation. In contrast, AI struggles in scenarios requiring contextual reasoning, ethical judgment, or high levels of human creativity, as these tasks involve abstract concepts that extend beyond predefined datasets [Khan et al. 2023].

Several real-world applications highlight these limitations. In medical image analysis, deep learning models can detect anomalies in X-rays and MRIs with high accuracy. However, clinical diagnosis remains a challenge, as it requires an understanding of patient history, social determinants of health, and ambiguous symptoms that AI cannot fully interpret [Rahardja et al. 2024]. Similarly, AI-powered chatbots effectively handle routine inquiries but fail in nuanced, emotionally charged conversations, frustrating users who expect human-like comprehension [Zhang et al. 2024].

AI misapplications also raise ethical and operational concerns. Automated hiring systems, for instance, can introduce biases by reinforcing patterns found in historical training data, leading to discriminatory resume screenings that disadvantage underrepresented groups [Nugent and Scott-Parker 2022]. Likewise, AI-driven fraud detection, despite its efficiency, often generates excessive false positives, mistakenly flagging legitimate transactions and causing disruptions that necessitate human intervention [Rani and Mittal 2023].

These cases illustrate that AI should be viewed as a complementary tool rather than a replacement for human expertise. Organizations must critically assess whether AI is the most suitable approach for a given problem, considering alternatives such as rule-based systems, statistical models, or human-in-the-loop solutions when appropriate. A balanced integration strategy ensures that AI enhances, rather than diminishes, decision-making effectiveness while mitigating its inherent limitations.

3.4. Costs and Resource Allocation

The deployment of AI systems entails significant infrastructure and resource allocation challenges, particularly for organizations requiring on-premise solutions to safeguard trade secrets and prevent industrial data leaks. Unlike cloud-based AI, which benefits from scalable resources and managed services, on-premise deployment demands specialized hardware, including GPUs, TPUs, and high-performance storage, leading to higher upfront and maintenance costs [Pesovski et al. 2024]. Additionally, maintaining competitive AI performance necessitates dedicated data centers, energy consumption planning, and continuous system upgrades, further increasing operational complexity.

The computational demands of large-scale AI models make efficiency a key determinant of economic feasibility. For instance, DeepSeek-V2 employs the Mixture-of-Experts (MoE) architecture, achieving a 42.5% reduction in training costs and a 93.3% decrease in key-value cache memory usage, improving inference efficiency compared to traditional dense models [DeepSeek-AI 2024]. When compared to other widely used models, such as Gemini and GPT, DeepSeek stands out for its lower operational cost, despite exhibiting slower execution in certain tasks. Conversely, Claude, while offering higher performance, comes at a significantly greater expense, making cost-effective alternatives like DeepSeek more attractive for enterprise applications [Gao et al. 2025].

Beyond computational resources, AI implementation requires substantial investment in data processing and system integration. Organizations must allocate resources for secure data handling, preprocessing, model training, and validation, all of which demand specialized expertise and iterative development cycles [Gupta and Rathore 2024]. Insuf-

ficient investment in data security, model optimization, and performance monitoring can result in unreliable AI outputs, increasing operational risks and regulatory compliance challenges [Yigitcanlar et al. 2023].

To ensure sustainable AI adoption, organizations must adopt a balanced approach that aligns security, cost efficiency, and performance. Strategies such as optimized model selection, hardware acceleration, and robust internal governance can help mitigate financial and technical risks while maximizing AI-driven value.

3.5. Integration Strategies and Architectures for AI in IS Ecosystems

Despite increasing interest in AI-driven solutions, one of the most pressing challenges is how to technically and organizationally integrate AI into existing Information System (IS) architectures. Unlike conventional software components, AI modules require continuous retraining, validation, and interpretability, which pose unique architectural constraints [Heyn et al. 2023]. The integration of AI into IS ecosystems may demand for hybrid architectures that can handle probabilistic outputs, feedback loops, and large-scale data processing while ensuring modularity and explainability [Chakraborty et al. 2023].

Common approaches include API-based integration of cloud AI services, on-premise AI modules embedded into enterprise systems, and middleware orchestration layers that bridge AI inference engines with traditional business logic and data layers. These solutions must account for data governance, auditability, and performance trade-offs [Atoum 2025]. In the Brazilian context, these integrations must also comply with local regulatory frameworks, such as the LGPD and the emerging AI regulation frameworks, demanding a cross-disciplinary approach to system design [Belli et al. 2023].

Future research should explore reference architectures, integration patterns, and organizational practices that can support scalable, ethical, and context-aware deployment of AI-based IS.

4. Final Remarks

The integration of Artificial Intelligence (AI) into Information System (IS) ecosystems offers significant opportunities but also introduces complex challenges that require careful consideration. This paper has examined five challenges that influence the effectiveness of AI-driven solutions, underscoring the importance of strategic planning, technical preparation, and informed decision-making to ensure a dependable, ethical, and socially aligned incorporation of AI into IS.

For organizations aiming to implement AI-based ecosystems, a realistic and structured approach is essential. Successful AI integration demands investment in AI literacy, workforce specialization, and sustainable deployment strategies to ensure long-term viability. Moreover, AI adoption should be driven by business needs rather than technological trends, with a strong focus on data security, model reliability, and cost-efficiency, particularly for industries where data protection and compliance are paramount.

Future research should prioritize the development of cost-effective AI deployment frameworks, optimization techniques for on-premise execution, and methodologies to enhance explainability and interpretability in AI-driven decision-making. Additionally, interdisciplinary collaboration among AI researchers, software engineers, and business strategists is crucial to aligning AI capabilities with organizational objectives and industry-specific constraints.

Ultimately, strategic AI integration must balance innovation, feasibility, and sustainability. Organizations that emphasize structured implementation, continuous monitoring, and ethical AI practices will be better positioned to harness AI's transformative potential while mitigating risks. By proactively addressing the challenges outlined in this study, businesses can build AI-powered ecosystems that deliver long-term value, efficiency, and competitive advantage.

Acknowledgments

This paper is a result of the Research, Development & Innovation Project performed at Sidia Institute of Science and Technology sponsored by Samsung Eletro^nica da Amazo^nia Ltda., using resources under terms of Federal Law No. 8.387/1991, by having its disclosure and publicity in accordance with art. 39 of Decree No. 10.521/2020.

References

- Abitbol, R., Cohen, E., Kanaan, M., Agrawal, B., Li, Y., Bhamidipaty, A., and Bilgory, E. (2024). Kmodels: Unlocking ai for business applications. arXiv preprint arXiv:2409.05919.
- Agarwal, P. K. (2018). Public administration challenges in the world of ai and bots. *Public Administration Review*, 78(6):917–921.
- Atoum, I. (2025). Revolutionizing ai governance: Addressing bias and ensuring accountability through the holistic ai governance framework. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 16(2).
- Aydin, O. and Karaarslan, E. (2023). Is chatgpt leading generative ai? what is beyond expectations? *Academic Platform Journal of Engineering and Smart Systems*, 11(3):118–134.
- Belli, L., Curzi, Y., and Gaspar, W. B. (2023). Ai regulation in brazil: Advancements, flows, and need to learn from the data protection experience. *Computer Law & Security Review*, 48:105767.
- Chakraborty, S., Talukder, M. B. U., Hasan, M. M., Noor, J., and Uddin, J. (2023). Bigruann based hybrid architecture for intensified classification tasks with explainable ai. *International Journal of Information Technology*, 15(8):4211–4221.
- Chen, Y., Lehmann, C. U., and Malin, B. (2024). Digital information ecosystems in modern care coordination and patient care pathways and the challenges and opportunities for ai solutions. *Journal of Medical Internet Research*, 26:e60258.
- Cisterna, D., Gloser, F.-F., Martinez, E., and Lauble, S. (2024). Understanding professional perspectives about ai adoption in the construction industry: A survey in germany.

- In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, volume 41, pages 347–354. IAARC Publications.
- DeepSeek-AI (2024). Deepseek-v2: A strong, economical, and efficient mixture-of-experts language model. arXiv preprint, arXiv:2405.04434.
- Gao, T., Jin, J., Ke, Z. T., and Moryoussef, G. (2025). A comparison of deepseek and other llms. arXiv preprint, arXiv:2502.03688.
- George, A. S. and George, A. H. (2023). A review of chatgpt ai's impact on several business sectors. *Partners universal international innovation journal*, 1(1):9–23.
- Gupta, R. and Rathore, B. (2024). Exploring the generative ai adoption in service industry: A mixed-method analysis. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 81:103997.
- Habbal, A., Ali, M. K., and Abuzaraida, M. A. (2024). Artificial intelligence trust, risk and security management (ai trism): Frameworks, applications, challenges and future research directions. *Expert Systems with Applications*, 240:122442.
- Heyn, H.-M., Knauss, E., and Pelliccione, P. (2023). A compositional approach to creating architecture frameworks with an application to distributed ai systems. *Journal of Systems and Software*, 198:111604.
- Khan, B., Fatima, H., Qureshi, A., Kumar, S., Hanan, A., Hussain, J., and Abdullah, S. (2023). Drawbacks of artificial intelligence and their potential solutions in the healthcare sector. *Biomedical Materials & Devices*, 1(2):731–738.
- Malheiros, P. S., Lima, R. R., and Oran, A. C. (2024). Impact of generative ai technologies on software development professionals' perceptions of job security. In Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Quality, pages 169–178.
- Metz, C. and Grant, N. (2024). Old friends become rivals in big tech's race for ai. *The New York Times*, pages B1–B1.
- Nugent, S. E. and Scott-Parker, S. (2022). Recruitment ai has a disability problem: anticipating and mitigating unfair automated hiring decisions. In *Towards trustworthy artificial intelligent systems*, pages 85–96. Springer.
- Oprea, S.-V., Nica, I., Ba^ra, A., and Georgescu, I.-A. (2024). Are skepticism and moderation dominating attitudes toward ai-based technologies? *American Journal of Economics and Sociology*, 83(3):567–607.
- Perales, M. C. (2024). A brief note on japan's ai race, the copyright dilemma, and generative ai impact on authorship. *Interface-Journal of European Languages and Literatures*, 24.
- Pesovski, I., Santos, R., Henriques, R., and Trajkovik, V. (2024). Generative ai for customizable learning experiences. *Sustainability*, 16(7):3034.
- Rahardja, U., Sunarya, P. A., Aini, Q., Millah, S., and Maulana, S. (2024). Technopreneurship in healthcare: Evaluating user satisfaction and trust in ai-driven safe entry stations. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 6(3):404–417.

- Rani, S. and Mittal, A. (2023). Securing digital payments a comprehensive analysis of ai driven fraud detection with real time transaction monitoring and anomaly detection. In 2023 6th International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), volume 6, pages 2345–2349. IEEE.
- Ros-Arlanzo'n, P. and Perez-Sempere, A. (2024). Evaluating ai competence in specialized medicine: Comparative analysis of chatgpt and neurologists in a neurology specialist examination in spain. JMIR Medical Education, 10:e56762.
- Yigitcanlar, T., Agdas, D., and Degirmenci, K. (2023). Artificial intelligence in local governments: perceptions of city managers on prospects, constraints and choices. Ai & Society, 38(3):1135–1150.
- Yuan, J., Yang, C., Cai, D., Wang, S., Yuan, X., Zhang, Z., Li, X., Zhang, D., Mei, H., Jia, X., et al. (2023). Rethinking mobile ai ecosystem in the llm era. arXiv preprint arXiv:2308.14363.
- Zhang, R. W., Liang, X., and Wu, S.-H. (2024). When chatbots fail: exploring user coping following a chatbots-induced service failure. Information technology & people, 37(8):175–195.

Information Systems and Artificial Intelligence Integration Challenges

Célia G. Ralha^{1,2}, Daniela B. Claro², Victor Stroele³

¹Computer Science Department
University of Brasília (UnB) Campus Dary Ribeiro
Asa Norte – 70.910-900 – Brasília – DF – Brazil

²Institute of Computing
Federal University of Bahia (UFBA) Campus de Ondina –
40.170-110 – Salvador – BA – Brazil

³Computer Science Department
Federal University of Juiz de Fora (UFJF)
Rua José Lourenço Kelmer, Martelos – 36.036-330 – Juiz de Fora – MG – Brazil

ghedini@unb.br, dclaro@ufba.br, victor.stroele@ufjf.br

Abstract: The synergy between IS and AI deals with challenges and emphasizes the importance of research, innovation, and governance for effective integration. A key challenge is to improve practices with integrated solutions. Developing artifacts, methods, processes, tools, and educational projects is essential for professionals and researchers in the IS community. Innovative IS research in Brazil calls for investment in training specialists, creating accessible tools, and combining IS with AI technology.

Palavras-chave: artificial intelligence, information systems.

1. What is your idea, vision, or reflection on the challenge in IS in Brazil for the next 10 years?

The Information Systems (IS) research area has grown in complexity, diversity, and plurality, demanding increased community knowledge to advance research on global organizational problems. With the advancement of data and computer processing, IS have incorporated Artificial Intelligence (AI) as a tool in diverse life cycle stages. However, the use of AI poses new challenges for the IS area.

Recent work with a topic-based ontology explores key IS research topics through articles from the Brazilian Symposium on IS (Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação - SBSI) [Santos et al. 2025]. Analyzing SBSI publication data reveals trends, patterns, and gaps in research areas from 2018-2023, particularly in AI and IS. Based on the topic-based ontology, there are consolidated key research topics, showing areas of

constant interest to researchers in the IS community and remaining highly relevant in a rapidly evolving scenario. The persistence of these areas suggests that they continue to address fundamental IS challenges, receiving updates and innovations as new technologies emerge.

- **Data Mining** - emerged as a critical tool for exploring and analyzing large data volumes as data availability grows exponentially.
- **Database Design and Models** - essential for structuring and organizing data efficiently, with research on various database design and modeling aspects.
- **Information Integration/Interoperability** - makes combining data from various sources possible, providing a more comprehensive and neat view in a scenario where data distribution has become increasingly evident.
- **Decision Support Systems** - essential to help make informed decisions, integrating data from different sources and advanced analysis.
- **Collaborative and Social Computing Systems and Tools** - reflect the growing importance of collaboration and social networks in information exchange and teamwork.
- **Enterprise IS** - vital for integrating and managing complex IS in organizations, a central issue for digital transformation.

The authors in [Santos et al. 2025] analyze emerging and declining keywords in article titles to identify research trends. They observe that emerging keywords are increasing while declining keywords are dropping or disappearing in new publications. This analysis tracks how interests in the scientific community evolve and suggests new research directions. Emerging keywords were more common in 2022-2023, and declining keywords saw reduced use after 2020.

Trends over the years show keywords that have gained relevance more recently but already have great potential for impact. The fact that these keywords have appeared consistently in recent years signals that they are moving away from experimental niches to becoming key in the field.

- **Blockchain** – application in data security and traceability areas.
- **Ontology** – gained prominence as a tool for semantic representation, facilitating the interoperability of systems in enterprise IS and information integration.
- **Machine learning** – appeared in 2019 with deep learning techniques spread, aroused the community's interest with research boost (2022 & 2023).
- **Sentiment analysis** – emerges in valuing qualitative data, such as analysis of opinions on social media, great interest to the community (2020 & 2022).

2. Why is it critical that the community direct efforts to overcome it?

The analysis presented in Section 1 suggests that the IS community focuses on established issues and new technologies to meet today's organizational needs. However, the

coexistence of well-established and new technologies is not static. For example, collaborative computing may adopt practices like blockchain, while data mining includes qualitative analysis and deep learning. Integrating new technologies like AI is a significant challenge for the IS community.

Focusing on AI technologies that present challenges to the development of intelligent IS, we list non-exhaustive:

- **Large Language Model (LLM)** [Naveed et al. 2024] — a machine learning/deep learning model that demonstrated remarkable capabilities in Natural Language Processing (NLP) tasks, including translating, summarization, information retrieval, information extraction, sentiment analysis, classifying, generating text, conversational interactions, and identifying data patterns to improve diverse topics such as architectural innovations, better training strategies, facilitating communication and self-expression for humans and IS interaction.
- **Intelligent IS and AI ethics** [Hauer 2022] – Intelligent IS and AI platforms evolving through self-learning from data currently raise several thorny ethical and legal issues that impact society.
- **Promoting EDI (equity, diversity, inclusion) in AI** is vital for ethical development and accessibility. A lack of diversity can uphold biases, affecting marginalized groups. Inclusion initiatives help demonstrate AI's positive potential when used responsibly. EDI principles enhance innovation and relevance in AI.
- **Digital Twins (DT) with AI** [Kreuzer et al. 2024] – DT is a virtual model of physical assets. AI analyzes data from these models to predict future outcomes, optimize performance, detect potential failures, automate processes, and improve efficiency in real-time business operations.
- **Ontology** [Husáková and Bureš 2020] – a formal representation of a domain conceptualization to provide a structured framework for representing knowledge, facilitating knowledge sharing, integration, and reasoning within a particular domain or across different domains in intelligent IS.
- **Multi-Agent Systems (MAS)** [Vizuete et al. 2024, Ahmed Abbas 2015, van der Hoek and Wooldridge 2008] – a distributed system with multiple interacting intelligent agents that work collectively to perform tasks on behalf of a user or another system, aiming to achieve goals related to real-world organizational problems.

2. What are the risks if we do not move forward in resolving it?

AI technology is crucial in daily life and the future of the IS area. The IS community has shown interest in integrating AI into key research topics, such as enterprise IS for digital transformation, decision support systems using big data and data mining, and information integration with deep learning techniques. The risk, if the IS community does not advance in integrating AI technology, is

becoming outdated in decision support challenges, considering the growing strength of globalized organizations.

3. What other problems, areas, knowledge, actions, initiatives, technologies, does the challenge relate to?

Moreover, the connection between IS and AI addresses some IS challenges from 2016-2026 [Boscaroli et al. 2017]:

- **Systems-of-Information Systems:** interoperability of complex systems with robust architectures and diverse components, e.g., legacy systems and new AI-based technologies.
- **IS in the Open World:** focuses on using data from various real-time sources, with AI improving decision-making in changing environments.
- **The complexity of IS development:** requires knowledge in areas like machine learning, data science, and software engineering with agile methods.
- **Socio-technical Vision of IS:** considers social and ethical impacts, ensuring fairness in AI, avoiding biases, and respecting user privacy and rights.

The synergy between IS and AI deals with challenges and emphasizes the importance of research, innovation, and governance for effective integration. A key challenge is to improve practices with integrated solutions. Developing artifacts, methods, processes, tools, and educational projects is essential for professionals and researchers in the IS community. Innovative IS research in Brazil calls for investment in training specialists, creating accessible tools, and combining IS with AI technology.

References

- Ahmed Abbas, H. (2015). Organization of multi-agent systems: An overview. *International Journal of Intelligent Information Systems*, 4(3):46.
- Boscaroli, C., de Araujo, R. M., and Maciel, R. S. P. (2017). Grand research challenges in information systems in Brazil 2016-2026.
- Hauer, T. (2022). Importance and limitations of AI ethics in contemporary society. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(272).
- Husáková, M. and Bureš, V. (2020). Formal ontologies in information systems development: A systematic review. *Information*, 11(2).
- Kreuzer, T., Papapetrou, P., and Zdravkovic, J. (2024). Artificial intelligence in digital twins—a systematic literature review. *Data Knowledge Engineering*, 151:102304.
- Naveed, H., Khan, A. U., Qiu, S., Saqib, M., Anwar, S., Usman, M., Akhtar, N., Barnes, N., and Mian, A. (2024). A comprehensive overview of large language models.
- Santos, S. B. C., Stroele, V., Braga, R., and Ralha, C. G. (2025). An ontological characterization for SBSI research topics. In *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, pages 1–10, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC. to appear.

van der Hoek, W. and Wooldridge, M. (2008). Chapter 24 multi-agent systems. In van Harmelen, F., Lifschitz, V., and Porter, B., editors, *Handbook of Knowledge Representation*, volume 3 of *Foundations of Artificial Intelligence*, pages 887–928. Elsevier.

Vizuete, R., Monnoyer de Galland, C., Frasca, P., Panteley, E., and Hendrickx, J. M. (2024). Trends and Questions in Open Multi-agent Systems, pages 219–252. Springer.

Conceiving Socio-technical Information Systems from the Perspective of Digital Twins

Célia G. Ralha^{1,2}, Daniela B. Claro², Rita S. P. Maciel²

¹Computer Science Department
University of Brasília (UnB) Campus Dary Ribeiro
Asa Norte – 70.910-900 – Brasília – DF – Brazil

²Institute of Computing
Federal University of Bahia (UFBA) Campus de Ondina –
40.170-110 – Salvador – BA – Brazil

ghedini@unb.br, dclaro@ufba.br, ritasuzana@ufba.br

Abstract: Digital twins (DT) present benefits, challenges, and opportunities well aligned to socio-technical information systems. The challenge for information systems engineering is the development of organization excellence solutions through virtual factory replication, as cited by Grieves in the manufacturing industry [Grieves, 2014]. The empirically defined information systems framework development using DT with interacting organizational sub-systems that align peoples' capabilities with their goals, related to processes operating within a physical infrastructure, and share cultural assumptions and norms is not a trivial task. The information systems community might embrace this challenge for the following ten years to conceive successful socio-technical information systems..

Palavras-chave: gêmeos digitais, sistemas de informação, sistemas sócio-técnicos.

1. Qual é sua ideia, visão ou reflexão sobre o desafio dos sistemas de informação no Brasil para os próximos 10 anos?

A pesquisa sobre sistemas de informação sócio-técnicos tem sido desafiadora, envolvendo problemas complexos no mundo real, na sociedade e nas organizações [Niederman et al. 1991]. Esses sistemas são compostos por um conjunto de sub-sistemas interativos que empregam pessoas com capacidades que trabalham em direção a objetivos mensurados por métricas, seguem processos ou procedimentos, utilizam tecnologia, operam dentro de uma infraestrutura física e compartilham certas suposições e normas culturais (a visão hexagonal das organizações) [Socio-Technical Centre 2025].

Sistemas de informação consistem em uma iniciativa de mudança nas organizações, merecendo uma estratégia bem definida para ter chance de sucesso. Assim, segundo a teoria sócio-técnica [Trist e Bamforth 1951, Trist 1981], qualquer sistema organizacional só pode ser entendido e melhorado se os aspectos sociais e técnicos

estiverem juntos e tratados como partes interdependentes de um sistema complexo. Além disso, o Modelo Diamante de Leavitt, conhecido como Modelo de Sistema de Leavitt [Leavitt 1972], delineou quatro componentes independentes interconectados que devem estar alinhados para analisar os efeitos em toda a organização de uma estratégia de mudança: tarefa, estrutura, tecnologia e pessoas (atores). Leavitt argumenta que, para uma mudança integrada nas organizações, é crucial entender a conexão entre cada componente.

Mais recentemente, alguns sistemas sócio-técnicos incorporaram os Gêmeos Digitais (GD) como um componente. A tecnologia GD surge naturalmente dos sistemas sócio-técnicos e suas complexidades. Grieves cunhou o termo GD em colaboração com a NASA enquanto desenvolvia um roteiro tecnológico em 2010. GD são réplicas digitais de produtos, pessoas, sistemas, processos ou serviços contextualizados em uma versão digital de seu ambiente. Grieves e Vickers definem o GD como um conjunto de construções virtuais de informações que descrevem completamente um produto físico fabricado potencial ou realmente, desde o nível atômico microscópico até o nível geométrico macroscópico [Grieves e Vickers 2017]. Como uma tecnologia disruptiva e solução transformadora de indústrias, o GD pode ajudar as organizações a simular situações reais e resultados, permitindo-lhes tomar melhores decisões [Grieves 2014].

A tecnologia GD pode mitigar comportamentos emergentes imprevisíveis e indesejáveis em sistemas complexos [Grieves e Vickers 2017]. O ambiente dinâmico dos negócios exige que as organizações se tornem ágeis para se manterem competitivas, impactando o modelo de negócios que visa processos empresariais, desenvolvimento sistemático, estruturas organizacionais e sistemas de informação. Assim, o conceito de GD de uma organização oferece um meio de digitalização para introduzir mais agilidade sobre recursos baseados em gráfico e representação de conhecimento legível por máquina de modelos empresariais. Dessa forma, vários cenários podem ser executados em tempo real com a abordagem GD, utilizando espaços de contexto que fornecem as informações necessárias semanticamente estruturadas, melhorando a comprehensibilidade e aplicabilidade dos modelos utilizados no mundo real [Riss et al. 2020].

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

Os GD apresentam benefícios, desafios e oportunidades [Attaran e Celik 2023], bem alinhados aos sistemas de informação sócio-técnicos. O desafio para a engenharia de sistemas de informação é o desenvolvimento de soluções de excelência organizacional por meio da replicação de fábricas virtuais, como citado por Grieves na indústria de manufatura [Grieves 2014]. O desenvolvimento empiricamente definido de uma estrutura de sistemas de informação utilizando GD com sub-sistemas organizacionais interativos que alinham as capacidades das pessoas com seus objetivos, relacionados aos processos que operam dentro de uma infraestrutura física e compartilham suposições e normas

culturais, não é uma tarefa trivial. A comunidade de sistemas de informação pode abraçar esse desafio pelos próximos dez anos para conceber sistemas de informação sócio-técnicos bem-sucedidos.

3. Quais são os riscos se não avançarmos na resolução disso?

A dissociação entre GD e ambientes do mundo real nas organizações reflete a capacidade de reproduzir os riscos inerentes aos ambientes de produção e desenvolvimento. A experimentação sem incorporar o GD representa uma desconexão entre as organizações e o desenvolvimento das soluções propostas, pois muitos fatores qualitativos impedem a execução esperada de um sistema sócio-técnico, como os desafios citados no I GranDSI-BR: fortalecimento da abordagem sócio-técnica na pesquisa em sistemas de informação, sistemas de sistemas de informação (SoIS), total interoperabilidade, transparência nos sistemas de informação [Boscarioli et al. 2017].

Além dos aspectos qualitativos, também existem discrepâncias funcionais. A falta de uma representação precisa de gêmeos em sistemas sócio-técnicos apresenta desafios computacionais, muitas vezes negligenciados em ambientes não replicáveis. Considerando domínios de alto risco, como a segurança pública, surgem preocupações adicionais, exigindo mais estudos para garantir requisitos funcionais e não funcionais dentro de um sistema sócio-técnico complexo.

4. Quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias, o desafio está relacionado?

Este desafio está relacionado a vários campos do conhecimento dentro de sistemas de informação, mas também intersecta com a inteligência artificial. Intrinsecamente ligado aos sistemas de informação, a manipulação de GD intersecta com SoIS e ciência de dados, pois as interações entre sistemas de diferentes naturezas apresentam desafios individuais. No entanto, combinados, podem criar novos desafios nunca considerados isoladamente. Esses problemas de interoperabilidade exigem avanços na tecnologia GD para serem resolvidos. Muitas vezes, fatores não funcionais são a principal fonte de desafios quando incorporados em sistemas complexos, exigindo análises multidimensionais que não foram consideradas individualmente, mas apenas na presença do GD.

Assim, o desafio de incorporar GD em sistemas de informação é urgente e exige ação direcionada da comunidade para reduzir a lacuna entre a academia e a indústria. O objetivo final é chegar a um corpo de conhecimento para apoiar o design de sistemas de informação sócio-técnicos que utilizam GD desde as etapas iniciais do design até a implementação.

Referências

- Attaran, M. e Celik, B. G. (2023). Digital twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6:100165.
- Boscaroli, C., de Araujo, R. M., e Maciel, R. S. P. (2017). I grandsi-br grandes questões de pesquisa em sistemas de informação no Brasil 2016-2026.
- Grieves, M. (2014). Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. *White paper*, 1(2014):1–7.
- Grieves, M. e Vickers, J. (2017). *Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems*, páginas 85–113. Springer International Publishing, Cham.
- Leavitt, H. J. (1972). *Managerial Psychology*. University of Chicago Press, Chicago, IL, EUA, 3^a edição.
- Niederman, F., Brancheau, J. C., e Wetherbe, J. C. (1991). Information systems management issues for the 1990s. *MIS quarterly*, páginas 475–500.
- Riss, U. V., Maus, H., Javaid, S., e Jilek, C. (2020). Digital twins of an organization for enterprise modeling. In Grabis, J. e Bork, D., editores, *The Practice of Enterprise Modeling*, páginas 25–40, Cham. Springer International Publishing.
- Socio-Technical Centre (2025). Socio-technical systems theory. Leeds University Business School. Disponível em <https://shorturl.at/D3ic4> (2025/02/03).
- Trist, E. (1981). The evolution of socio-technical systems: a conceptual framework and an action research program. Toronto, Ontário: Ontario Ministry of Labour, Ontario Quality of Working Life Centre.
- Trist, E. L. e Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting: An examination of the psychological situation and defenses of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. *Human Relations*, 4(1):3–38.

Interoperability in Complex and Socio-Technical Information Systems: A Critical Challenge for the Next Decade

Rita Suzana Pitangueira Maciel¹, José Maria N. David², Elisa Yumi Nakagawa³

¹Federal University of Bahia (UFBA) Campus de Ondina –
Salvador – BA – Brazil

² Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Juiz de Fora - MG - Brasil

³Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo - SP - Brasil

rita.suzana@ufba.br, jose.david@ufjf.br, elisa@icmc.usp.br

Abstract: *Socio-technical information systems integrate software, hardware, people, and organizations, and operate in dynamic environments with emergent behaviors that complicate predictability and control. Interoperability in these systems extends beyond technical aspects to legal, cultural, and organizational dimensions. Regulatory frameworks must adapt to AI-driven decision-making, cultural factors influence platform adoption, and organizations must restructure to support autonomous workflows. Despite various attempts to address interoperability challenges, issues persist due to proprietary technologies, inconsistent data models, and regulatory barriers. The lack of widely adopted standards in cloud computing, IoT, and blockchain exacerbates these difficulties. Socio-technical interoperability requires comprehensive solutions that address legal, ethical, and organizational concerns while ensuring trust, accountability, and transparency. Research areas include legal policy, cultural implications, organizational adaptation, and AI-driven interoperability mechanisms. Addressing these challenges is critical to prevent fragmented ecosystems, regulatory bottlenecks, and declining trust in digital services, and to position Brazil as a leader in sustainable and interoperable socio-technical systems.*

Palavras-chave: *Socio-technical Information Systems, Interoperability, Regulatory frameworks, Organizational adaptation, Ethical and legal challenges.*

1. The Challenge

Socio-technical information systems are complex systems characterized by the interaction of multiple heterogeneous components — such as software, hardware, people, and organizations — operating within dynamic and often unpredictable environments. These systems also exhibit emergent behaviors that arise from the interactions among their components, making their outcomes difficult to predict and control. As technology

advances, software systems are increasingly assuming tasks that were traditionally performed by humans, further intensifying their complexity (Hajjaji et al., 2021).

In socio-technical information systems (Cafezeiro et al, 2017), interoperability is not limited to technical concerns; it also encompasses legal, cultural, social network, and organizational dimensions (Maciel et al., 2024). These dimensions emerge from the need to support new ways for the interaction between the various elements of these systems. For instance, regulatory frameworks must be adapted to the integration of AI-driven decision-making processes, cultural differences must be considered as they influence the adoption of digital platforms, and organizational structures must evolve to accommodate distributed and autonomous workflows. As these systems expand and interconnect, ensuring seamless collaboration among them and among their diverse components becomes essential for achieving intended goals and functions.

Since information systems started to be developed, several proposals and solutions have been proposed to solve interoperability issues. However, interoperability remains a persistent, critical, and open challenge (Maciel et al., 2017). Technical and syntactic interoperability issues persist due to the lack of widely adopted de facto standards, particularly for more recent but increasingly adopted technologies, including cloud computing, Internet of Things (IoT), and blockchain platforms. These issues often arise due to competing proprietary technologies, divergent data models, and inconsistent communication protocols. The industry has attempted to address these technical issues through the adoption of standards, common agreements, and translation mechanisms. However, particularly, socio-technical interoperability cannot rely solely on these approaches, as its challenges are deeply embedded in human, organizational, and regulatory contexts.

The growing dependence of diverse industries — e.g., healthcare, finance, public administration, transportation, and smart cities — on complex information systems has increasingly demanded effort to improve interoperability at multiple levels, from technical and syntactic to organizational, legal, and cultural. Without significant advancements, these systems risk becoming fragmented, leading to inefficiencies, security vulnerabilities, and lost opportunities for innovation.

From a regulatory perspective, a lack of interoperability can create legal bottlenecks that hinder data sharing and cross-border collaborations. For example, privacy regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR) (European Union, 2016) in Europe and Brazil's General Data Protection Law (LGPD) (Brazil, 2018) impose strict requirements on data exchange. Yet, there is no universally accepted framework for ensuring compliance while enabling seamless interoperability. Cultural differences also complicate interoperability efforts, as software solutions designed for one region may not align with the values, behaviors, or linguistic nuances of another. In an organizational context, interoperability issues can result in inefficiencies and missed

opportunities for automation and digital transformation. Social networks and digital platforms also introduce new forms of socio-technical interoperability challenges, as interactions between users, automated agents, and organizations require mechanisms for trust, accountability, and transparency.

Failing to address these issues may have significant consequences. Fragmented software ecosystems can stifle economic growth, as businesses struggle to scale their digital operations across different platforms and jurisdictions. Regulatory bottlenecks can slow down innovation, preventing companies from leveraging emerging technologies, such as AI, blockchain, and IoT. Additionally, a lack of interoperability can reduce public trust in digital services, particularly in areas such as e-government, digital identity, and healthcare.

In the software development context, teams must deal with diverse challenges (Amershi et al., 2019), such as distributed devices and sensors, heterogeneous behavior configuration, intrinsic characteristics, and interoperability with other sensors and systems (Motta, De Oliveira and Travassos, 2018). IoT systems (which often involve several heterogeneous devices and utilize AI techniques) require a significant amount of computational resources to process large volumes of data while still requiring complex qualities, such as sustainability and carbon footprint reduction.

As we need to deal with the continuous changes imposed by these information systems (and their quality attributes), interoperability solutions also need to be rethought. In this context, the solutions proposed for traditional information systems, aimed at supporting full interoperability, should not be discarded but adapted to complex and social-technical information systems. Additionally, new challenges arise to adapt them to new technologies and emerging quality attributes, such as sustainability and carbon neutrality. New interoperability solutions must continually address these attributes.

While technical interoperability relies on standardization and agreement on protocols, socio-technical interoperability requires a more comprehensive approach that integrates legal, cultural, organizational, and social dimensions. The Brazilian Information Systems community must take a leading role in defining conceptual and technological frameworks to enable comprehensive interoperability in the next decade (Cafezeiro et al., 2017).

Some key areas for research and development include:

1. Legal and Policy Frameworks – Developing policies and legal frameworks that facilitate data sharing and interoperability while ensuring compliance with privacy and security regulations.

2. Cultural and Ethical Considerations – Investigating how cultural differences impact the adoption and interoperability of digital platforms and proposing strategies for inclusive and context-aware system design.

3. Organizational Adaptation – Exploring new business models and organizational structures that promote interoperability and collaboration across different social-technical systems.

4. Socio-Technical Infrastructure – Designing architectures that incorporate mechanisms for trust, accountability, and transparency in socio-technical interactions, such as verifiable digital identities and decentralized governance models.

5. Technological Solutions – Advancing technologies, such as AI-driven interoperability agents, semantic web techniques, and smart contracts, to facilitate seamless interactions across heterogeneous systems.

The challenge of socio-technical interoperability intersects with several other critical areas, including cybersecurity, digital governance, ethics in AI, and sustainable digital transformation. For instance, interoperability solutions must align with cybersecurity frameworks to ensure that data exchanged across systems remains secure and tamper-proof. Additionally, interoperability is closely linked to technological advancements in cloud computing, IoT, and blockchain. These platforms serve as a backbone of modern digital information systems ecosystems, yet their interoperability challenges remain unsolved. Addressing these issues requires coordinated efforts from academia, industry, and policymakers to develop interoperable frameworks that enable seamless data exchange and service integration.

2. Conclusion

Interoperability in complex and social-technical information systems is one of the most pressing challenges for the Brazilian Information Systems community over the next decade. As these systems become more pervasive and essential to economic and social development, overcoming interoperability barriers is critical to ensuring their effectiveness, security, and inclusivity.

If left unaddressed, interoperability issues may lead to fragmented ecosystems, regulatory hurdles, and reduced trust in digital services. To mitigate these risks, a multidisciplinary approach is necessary, bringing together expertise from various domains to define comprehensive interoperability frameworks and solutions. By leading efforts in this area, Brazil will have the opportunity to position itself as an innovator in designing and implementing interoperable and sustainable socio-technical systems that could benefit society.

References

- Amershi, S. et al. (2019) “Software engineering for machine learning: A case study”. In: 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice (ICSE-SEIP). 2019. p. 291-300.

- Cafezeiro, I. et al. (2017) “Strengthening of the Sociotechnical Approach in Information Systems Research”. Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026. p. 133-147.
- Hajjaji, Y. et al. (2021) “Big data and IoT-based applications in smart environments: A systematic review”. Computer Science Review, v. 39, p. 100318.
- Motta, R. et al. (2018) “On challenges in engineering IoT software systems”. In: XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES). p. 42-51.
- Maciel, R. et al. (2024) “Systems Interoperability Types: A Tertiary Study”. ACM Computing Survey 56, 10, Article 254, 37 pages. <https://doi.org/10.1145/3659098>
- Maciel, R. et al. (2017) “Full interoperability: Challenges and opportunities for future information systems”. Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026, p. 107–116.
- European Union (2016) ‘Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46,’ Off. J. European Union, v. 59, n. 1–88, p. 294.
- Brasil, (2018) “Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)”, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm

Modelagem e Simulação: Um Grande Desafio para Sistemas de Informação

Valdemar Vicente Graciano Neto¹, Célia Ghedini Ralha²

¹Instituto de Informática
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

²Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF - Brasil

valdemarneto@ufg.br, ghedini@unb.br

Resumo: A crescente complexidade dos Sistemas de Informação (SI) apresenta desafios significativos, exigindo soluções capazes de antecipar interações entre vários sistemas interconectados. Esta proposta traz a perspectiva de Modelagem e Simulação (M&S) como um instrumento essencial para enfrentar esse cenário, permitindo experimentação controlada e análise preditiva de SI em escala urbana. O estudo destaca a carência de especialistas em M&S na pesquisa brasileira e a dependência de tecnologias estrangeiras. Entendemos que o avanço em M&S é crucial para reduzir essa lacuna e garantir a autonomia científica e tecnológica necessária para o desenvolvimento de SIs mais eficientes e adaptativas..

Palavras-chave: Modelagem e Simulação, M&S, Sistemas de Informação.

1. Qual é a ideia, visão ou reflexão de desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos?

Como observado por [Araújo e Siqueira 2023], “[...] a área de Sistemas de Informação (SI) tem um potencial para avançar como forma de repensar o mundo que se apresenta à frente, no qual tecnologia, pessoas e organizações se configuram e se reconfiguram constante e velozmente” (grifo nosso). SI frequentemente precisam inter-operar com outros sistemas para atingir objetivos mais complexos. Esta realidade já é muito comum em ambientes organizacionais, com diversos sistemas que interoperam para cumprir processos de negócios mais amplos e complexos. No entanto, a realidade à frente é de um ambiente muito dinâmico, com centenas, milhares ou mesmo milhões de sistemas de diversos tipos interagindo no mundo aberto, tais como nas cidades inteligentes (CI) [Graciano Neto e Kassab 2023].

Se CI são compostas por celulares, carros autônomos, edifícios inteligentes, casas e hospitais, com diferentes granularidades e potencialmente alcançando 50 milhões de sistemas constituintes [Graciano Neto et al. 2018], como antever minimamente as

consequências da interoperacão entre os sistemas, as cadeias de valor, e demais modelagens em um ambiente tão rico, diverso e complexo como este? Neste contexto é que Modelagem e Simulação (M&S) pode ser interessante.

A tecnologia de M&S se tornou um campo promissor de pesquisa multidisciplinar aplicadas a problemas de mundo real. Em específico, a modelagem e simulação orientada a agentes (Agent-based modeling and simulation - ABMS) apresenta um método computacional adequado para o estudo de sistemas complexos através da simulação de interação entre agentes (entidades de software), os quais possuem comportamentos (behaviors) e habilidades específicas de tomada de decisão autônoma. Com a modelagem da dinâmica de interação dos agentes é possível descobrir comportamentos emergentes envolvidos na dinâmica de sistemas complexos com modelos bottom-up, dificilmente visíveis com modelagem de sistemas top-down, usualmente utilizados no desenvolvimento de SI. Desta forma, o uso e a integração de M&S, em específico orientada a agentes, é um instrumento poderoso para o estudo e desenvolvimento de SI envolvendo as perspectivas organizacionais, tecnológicas e sociais das pessoas, fundamentando o grande desafio da teoria socio-técnica na comunidade de pesquisa da área.

À luz destas reflexões, a principal contribuição deste artigo é suscitar a M&S como um Grande Desafio para SI. Para tanto, a Seção 2 aborda os fundamentos da área de M&S, apresentando e elucidando conceitos básicos, a Seção 3 aborda o grande desafio.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

M&S refere-se a uma grande área dedicada ao uso de modelos e à sua execução através de simuladores para analisar propriedades sobre o sistema que está sendo representado/exercitado [Ören et al. 2023]. As motivações para o uso de M&S são diversas [França e Graciano Neto 2021, Tolk et al. 2023, França et al. 2024]: (i) a possibilidade de avaliar a arquitetura de um SI em tempo de projeto (incluindo prever propriedades da estrutura e comportamento deste sistema), (ii) prototipação, (iii) realizar experimentos controlados, e (iv) prever indicadores de processos de desenvolvimento de software.

Os avanços computacionais tornaram possível um número crescente de M&S, em especial baseados em agentes, aplicados em uma variedade de domínios, capazes de modelar o comportamento do agente no mercado de ações [Todd et al. 2016], cadeias de suprimentos e mercados de consumo [Li e Chan 2013], prever a propagação de epidemias [Perez e Dragicevic 2009], e mitigar a ameaça da guerra biológica [Sharma et al. 2019]. ABMs auxilia na compreensão dos fatores sociais, econômicos, organizacionais e ambientais, associados a problemas de mundo real, tais como, a melhoria de processos de negócios [Szymanski et al. 2013], risco sistêmico financeiro [Rosa et al. 2017], gestão ambiental [Marinelli et al. 2010, Abreu et al. 2011, Ralha et al. 2013, Abreu et al. 2014,

Coelho et al. 2016, Coelho e Ralha 2022], análise de evolução de camuflagem em seres vivos [Aguiar et al. 2016], agricultura irrigada [de Oliveira et al. 2021]. Tal progresso sugere o potencial do ABMS para ter efeitos de longo alcance na forma como as empresas utilizam computadores para apoiar a tomada de decisões e os pesquisadores utilizam modelos baseados em agentes como laboratórios eletrônicos. Os autores em [Macal e North 2009], citam que ABMS “is a third way of doing science” podendo aumentar o raciocínio dedutivo e indutivo como método de descoberta.

Uma pesquisa recente com 58 profissionais revelou que mais da metade (30 participantes) nunca teve contato com M&S [Lebtag et al. 2022]. Outra pesquisa sobre o ensino de simulação no Brasil revelou que dos 108 participantes, apenas 32 tiveram contato com simulação e 19 estudaram o tema parcialmente [Rodrigues e Neto 2025]. Outro trabalho ainda analisou 398 publicações da SBC-OpenLib para investigar o uso de simulação na pesquisa acadêmica brasileira [Lima et al. 2024]. Áreas importantes incluíam Indústria 4.0 (53), Cidades Inteligentes (46) e Biologia (37). As principais motivações para o uso da simulação incluem testes em ambientes controlados (354 estudos) e a inviabilidade de testes físicos (306). Dinâmica de sistemas foi o formalismo mais usado (56 estudos), seguido por Simulação Orientada a Objetos (41) e Simulação Baseada em Agentes (35).

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

Modelos de simulação permitem antecipar características dos sistemas (incluindo SI) ainda em tempo de projeto ou mesmo como forma de monitoramento constante dos estímulos recebidos, como é o caso dos gêmeos digitais. Este tipo de antecipação é especialmente útil em domínios críticos, ou seja, aqueles onde erros ou falhas podem causar danos e perdas de ordem humana, financeira, ambiental ou patrimonial. Exemplos destes domínios incluem domínios bélico-militares, de usinas de vários tipos ou mesmo de CI [Graciano Neto e Kassab 2023], onde erros podem potencialmente causar acidentes, colisões, depredação do patrimônio público e perdas ou lesões sociais, ambientais, econômicas e/ou humanas. Logo, não avançar em soluções para este contexto implica em não prover meios de subsistência para analisar problemas complexos nos SI vindouros dentro de CI sob uma lente apurada. A falta de avanço em M&S pode comprometer a capacidade de antever falhas em sistemas críticos, como cidades inteligentes e infraestruturas estratégicas. O uso inadequado de tecnologias importadas também pode limitar a competitividade nacional e a soberania tecnológica.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc o desafio se relaciona.

Este desafio se relaciona com vários outros desafios anteriormente propostos pela comunidade e que ainda demandam avanços: Cidades Inteligentes, Sistemas-de-Sistemas de Informação, Interoperabilidade Plena e Mundo Aberto.

5. Considerações Finais:

A M&S é um campo essencial para o futuro dos SI. Para que o Brasil reduza sua dependência tecnológica e amplie suas capacidades de inovação, é fundamental investir na formação de especialistas, no desenvolvimento de ferramentas acessíveis e na integração de M&S em processos de pesquisa e desenvolvimento.

Referências

- Abreu, C. G., Coelho, C. G. C., Ralha, C. G., and Macchiavello, B. (2014). A model and simulation framework for exploring potential impacts of land use policies: The brazilian cerrado case. In 47th HICSS, pages 847–856, Waikoloa, HI, USA. IEEE Computer Society.
- Abreu, C. G., Coelho, C. G. C., Ralha, C. G., Zaghetto, A., and Macchiavello, B. (2011). Ferramenta de simulação com abordagem de sistema multiagente híbrida para gestão ambiental. *Braz. J. Inf. Syst.*, 4.
- Aguiar, L. H. M., Zaghetto, A., Zaghetto, C., Ralha, C. G., and de Barros Vidal, F. (2016). Demiourgos: Simulação baseada em agentes para análise da evolução de camuflagem em seres vivos. In Siqueira, F., Vilain, P., Cappelli, C., and Wazlawick, R. S., editors, XII SBSI, pages 92–99, Florianópolis, SC, Brasil. ACM.
- Araújo, R. and Siqueira, S. (2023). Vamos ampliar nossa visão sobre sistemas de informação? *SBC Horizontes*. Acesso em: 17 fev. 2025.
- Coelho, C. G. C., Abreu, C. G., Ramos, R. M., Mendes, A. H. D., Teodoro, G., and Ralha, C. G. (2016). MASE-BDI: agent-based simulator for environmental land change with efficient and parallel auto-tuning. *Appl. Intell.*, 45(3):904–922.
- Coelho, C. G. C. and Ralha, C. G. (2022). MASE-EGTI: an agent-based simulator for environmental land change. *Environ. Model. Softw.*, 147:105252.
- de Oliveira, G. D., Porto, P. P. G., de Maria Albuquerque Alves, C., and Ralha, C. G. (2021). An agent-based model for simulating irrigated agriculture in the samambaia basin in goiás. *RITA*, 28(2):107–123.
- França, B. B. N. d., Pfahl, D., Vicente Graciano Neto, V., and Ali, N. B. (2024). Teaching simulation as a research method in empirical software engineering. In Mendez, D., Avgeriou, P., Kalinowski, M., and Ali, N. B., editors, *Handbook on Teaching Empirical Software Engineering*, pages 363–385. Springer Nature Switzerland, Cham.
- França, B. and Graciano Neto, V. V. (2021). Opportunities for simulation in software engineering. In III MSSiS, pages 50–54, Joinville, SC, Brasil. SBC.
- Graciano Neto, V. V. and Kassab, M. (2023). *What Every Engineer Should Know About Smart Cities*. CRC Press - Taylor & Francis. 1st Edition. 254 p.
- Graciano Neto, V. V., Manzano, W., Kassab, M., and Nakagawa, E. Y. (2018). Model-based engineering & simulation of software-intensive systems-of-systems: experience report and lessons learned. In Pérez, J., Mirandola, R., and Chen, H., editors, WDES@ECSA, pages 27:1–27:7, Madrid, Spain. ACM.

- Lentag, B. G. A., Teixeira, P. G., dos Santos, R. P., Viana, D., and Graciano Neto, V. V. (2022). Strategies to evolve exm notations extracted from a survey with software engineering professionals perspective. *J. Softw. Eng. Res. Dev.*, 10:2:1–2:24.
- Li, J. and Chan, F. T. (2013). An agent-based model of supply chains with dynamic structures. *Applied Mathematical Modelling*, 37(7):5403–5413.
- Lima, M., Neto, V. G., James, D., Dias, E., de Bastos Chagas, A., and de Brito Tomé, J. (2024). Como a comunidade que publica na sbc tem utilizado simulação? uma revisão rápida e de escopo na biblioteca sbc-openlib. In ERI-GO, pages 129–138, Ceres, GO, Brasil. SBC.
- Macal, C. M. and North, M. J. (2009). Agent-based modeling and simulation. In WSC’09, pages 86–98, Austin, Texas, USA.
- Marinelli, C. E., Coelho, C. G. C., Ralha, C. G., Zaghetto, A., and Macchiavello, B. (2010). Modelo de simulação com uso de abordagem de SMA para o zoneamento de unidades de conservação da amazônia. In Cidral, A. and Kahwage, C., editors, VI SBSI, pages 73–84, Marabá, PA, Brasil. SBC.
- Ören, T. I., Zeigler, B. P., and Tolk, A., editors (2023). Body of Knowledge for Modeling and Simulation: A Handbook by the Society for Modeling and Simulation International. Simulation Foundations, Methods and Applications. Springer.
- Perez, L. and Dragicevic, S. (2009). An agent-based approach for modeling dynamics of contagious disease spread. *International Journal of Health Geographics*, 8(1):50.
- Ralha, C. G., Abreu, C. G., Coelho, C. G. C., Zaghetto, A., Macchiavello, B., and Machado, R. B. (2013). A multi-agent model system for land-use change simulation. *Environ. Model. Softw.*, 42:30–46.
- Rodrigues, F. B. and Neto, V. V. G. (2025). Assessing simulation knowledge and proficiency among undergraduate computing students in brazil: Insights and results from a survey research. arXiv preprint.
- Rosa, P. S., Ralha, C. G., and Gartner, I. R. (2017). The agent rationality in the doom loop of sovereign debt: An agent-based model simulation of systemic risk emergence process. In Dimuro, G. P. and Antunes, L., editors, XVIII MABS, volume 10798 of LNCS, pages 197–210, São Paulo, SP, Brasil. Springer.
- Sharma, A., Gupta, G., Ahmad, T., Krishan, K., and Kaur, B. (2019). Next generation agents (synthetic agents): Emerging threats and challenges in detection, protection, and decontamination. *Handbook on Biological Warfare Preparedness*, pages 217–256. PMCID: PMC7153315.
- Szimanski, F., Ralha, C. G., Wagner, G., and Ferreira, D. R. (2013). Improving business process models with agent-based simulation and process mining. In Nurcan, S., Proper, H. A., Soffer, P., Krogstie, J., Schmidt, R., Halpin, T. A., and Bider, I., editors, 14th BPMDS, 18th EMMSAD, Held at CAiSE 2013, LNBIP, pages 124–138, Valencia, Spain. Springer.
- Todd, A., Beling, P., Scherer, W., and Yang, S. Y. (2016). Agent-based financial markets: A review of the methodology and domain. In IEEE SSCI, pages 1–5, Athens, Greece.

Tolk, A., Page, E. H., Graciano Neto, V. V., Weirich, P., Formanek, N., Durán, J. M., Santucci, J. F., and Mittal, S. (2023). Philosophy and modeling and simulation. In Ören, T. I., Zeigler, B. P., and Tolk, A., editors, *Body of Knowledge for Modeling and Simulation, Simulation Foundations, Methods and Applications*, pages 383–412. Springer.

The Evolution Towards Decentralized and Privacy-Oriented Integration: Challenges and a New Perspective

Valdemar Vicente Graciano Neto¹, Rafael Z. Frantz²

¹Instituto de Informática
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

²Unijuí University
Ijuí - RS - Brasil

valdemarneto@ufg.br, rzfrantz@unijui.edu.br

Abstract: The integration of Information Systems (ISs) has expanded beyond single organizations to multi-organizational ecosystems, raising critical security and privacy challenges. Traditional centralized models, often controlled by BigTechs, create risks such as data misuse and vendor dependency. This paper explores decentralized integration as a solution, emphasizing privacy, security, and technological sovereignty. We highlight key challenges, including scalability, efficiency, and the adoption of Trusted Execution Environments (TEEs). To advance this field, we propose a Grand Challenge for IS: the development of privacy-oriented decentralized integration solutions.

Palavras-chave: decentralized systems, security, decentralized system integration.

1. What is your idea, vision, or reflection on the challenges in Information Systems in Brazil for the next 10 years?

Information Systems (ISs) must interoperate to enhance functionalities and enable cross-domain integration. Traditionally, the researchers tackling the research field known as Enterprise Application Integration (EAI) and the practitioners of EAI in companies addressed the integration of systems within the same organization with little or no concern for security and data privacy. Nowadays, application integration activity inherently transcends a company's systems (and boundaries), requiring data exchange between systems from different organizations. In smart cities, for instance, integration extends beyond a single company, involving public and private systems. Therefore, integration moves beyond connecting systems within a “single-organization” ecosystem and demands connecting systems within a “multi-organizational” context in which systems from different organizations not only have to share data, but have functional dependencies. All these systems contain regular and sensitive data that has to be shared as well as functionalities that can be reused to support the business processes in companies.

In this context, challenges arise, such as creating an environment where data owners feel comfortable sharing their data. This requires security and privacy guarantees. The “piece of software” that connects these systems is what we technically call a decentralized integration solution supported by privacy enhancing technologies, through which data is securely processed and flows from one system and organization to another. The entity managing the integration solution must not have access to or filter such data, which is why these solutions need to be designed and run on a new model, a decentralized model. That is the challenge! How can we develop and implement these integration solutions? The challenge is related to (i) the high costs (particularly in effort and time) to establish such integrations and (ii) the nature of the technologies often used to integrate, which are majorly proprietary and provided by BigTechs (such as Google or Meta). As a consequence, current integrations (called centralized - In this context, centralization refers not to a single point of failure as a server, but to who has the control of the integration solution), suffering from the typical problems that arise from this fact, including data leaks and misuse (see cases like Cambridge Analytics and Facebook, where companies exploited user data in an unethical manner and had the potential to use it to manipulate public opinion; this was one of the biggest data privacy scandals in history, involving the misuse of information from millions of Facebook users for political purposes), privacy and security issues, and dependency or technological fragility problems, making Brazilian governments and enterprises dependent on BigTechs. Thus, we propose a new perspective on integration: a decentralized integration of information systems and its secure execution using emerging trusted hardware environments. This concept extends beyond traditional interoperability and aims to facilitate security, privacy, and self-sufficient interactions between systems and technologies in contexts such as in smart cities [Graciano Neto and Kassab 2023].

2. Why is it critical for the community to direct efforts toward overcoming it?

Integration is needed to interoperate information systems. While interoperability ensures that systems can understand and process shared information across different levels, syntactic, semantic, technical, and organizational, integration is about creating the physical and technical pathways that enable interoperability to happen [França et al. 2024]. In other words, integration is the foundation upon which interoperability is built. Traditional EAI integration has long been a research focus [Hohpe and Woolf 2004], but the real challenge today lies in integrating systems from distinct organizations while ensuring, from a technical perspective, data privacy and security. While full interoperability has been pursued between 2016 and 2026 at multiple levels [Maciel et al. 2017], the next challenge is **endowing integration solutions with privacy and security guarantees**. To achieve this, we must explore new strategies, such as decentralized models and emerging technologies.

A **decentralized** integration seeks to give organizations control over their data while reducing dependency on a third-party. One approach gaining traction to endow security and privacy at execution time is the use of Trusted Execution Environments (TEEs) [Schuch et al. 2024], which allows software engineers to create secure enclaves where sensitive data is processed without exposing the data. TEEs like Intel SGX and

ARM Morello Boards enhance security by isolating sensitive computations. Hence, it is a critical advance in that area because it comprises (i) data privacy and security, a current important concern, and (ii) this also promotes the Brazilian technological sovereignty.

3. What are the risks if we fail to make progress in addressing it?

The lack of progress in decentralized integration may limit national competitiveness and technological sovereignty in integration solutions.

4. What other problems, areas, fields of knowledge, actions, initiatives, technologies, etc., are related to this challenge?

This challenge is linked to several other challenges previously proposed by the community that still require advancements: Smart Cities, Systems-of-Information Systems, Full Interoperability, and the Open World [Araujo et al. 2017].

5. Final Remarks

Decentralized integration is a crucial challenge for information systems, requiring new methods to ensure security and sovereignty. The research agenda ahead must focus on developing technically feasible, socially impactful, and high-quality solutions while ensuring that the scientific apparatus supports the development of decentralized integration frameworks. By advancing these efforts, we can lay the foundation for a future where integration is democratized, independent from BigTech dominance, and truly aligned with the needs of an open, interconnected and secure world.

Acknowledgments

As required by the SBC Code of Conduct, we explicitly declare that ChatGPT (version 4-turbo) was used to write parts of this work. We are aware that the use of such tool does not exempt the authors from responsibility for all of their content, but we clarify that we curated the content and shaped it to the final version, besides writing most of it entirely from our hands and based on our experience on the subject. This research is partially funded by the Co-ordination for the Brazilian Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) under the following project grants 309425/2023-9, 402915/2023-2.

Referências

Araujo, R., Maciel, R., and Boscaroli, C. (2017). Grand Challenges in Information Systems for the Next 10 years. Brazilian Computer Society, Porto Alegre, Brazil. 1st Edition. 184 p.

Franca, A. G., Frantz, R. Z., and Neto, V. V. G. (2024). Unvealing a process for the establishment of interoperability links between software-intensive information systems. In Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI), pages 1–10. ACM.

Graciano Neto, V. V. and Kassab, M. (2023). What Every Engineer Should Know About Smart Cities. CRC Press - Taylor & Francis. 1st Edition. 254 p.

- Hohpe, G. and Woolf, B. (2004). Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions. Addison-Wesley Professional. 1st Edition. 736 p.
- Maciel, R. S. P., David, J. M. N., Claro, D. B., and Braga, R. (2017). Grand Research Challenges in IS in Brazil, chapter “Full interoperability: Challenges and opportunities for future information systems”, pages 107–118. Brazilian Computer Society.
- Schuch, R., Frantz, R. Z., Bocanegra, J., Roos-Frantz, F., Sawicki, S., and Molina-Jime'nez, C. (2024). Digital services integration in smart cities: a trusted execution environment based solution. In 27th Iberoamerican Conference on Software Engineering (CIbSE), pages 437– 438.

Cosmovisões Plurais em Sistemas de Informação

Sean Wolfgang Matsui Siqueira, Marcelo Soares Loutfi

Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

sean@uniriotec.br, marcelo.loutfi@edu.unirio.br

Abstract: *Cosmovisões plurais expressam diferentes maneiras de compreender e vivenciar o mundo, articulando natureza, ancestralidade, oralidade, espiritualidade, interdependência e coletividade. Este artigo propõe como grande desafio para Sistemas de Informação a incorporação de cosmovisões diversas, como as indígenas, africanas e asiáticas, na concepção de tecnologias digitais. Isso implica em lidar com a lógica neocapitalista, que promove a exploração exagerada dos recursos naturais, o consumismo, o individualismo e o epistemocídio. Para superar esse obstáculo é necessária uma colaboração entre academia, comunidades e formuladores de políticas, para que os sistemas de informação promovam equidade, sustentabilidade e respeito à diversidade epistêmica e ontológica.*

Palavras-chave: *Cosmovisões plurais; Epistemologias plurais; Soberania digital; Justiça cognitiva; Design intercultural.*

1. O Desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos

Os Sistemas de Informação (SI) têm sido amplamente desenvolvidos sob a influência da visão ocidental de mundo, fortemente marcada pelo racionalismo cartesiano, pelo individualismo e pelo progresso tecnológico voltado à acumulação de capital e otimização de processos [Latour 2013] [Feenberg 1991]. Entretanto, cosmovisões como as originárias, africanas e asiáticas sobre o conhecimento apresentam diferentes modos em relação a informação, o tempo, a coletividade e o meio-ambiente. Essas visões enfatizam a interconectividade entre seres humanos, natureza, ancestralidade e oralidade como formas centrais de transmissão do saber [Krenak 2019] [Santos 2017] [Williams e Shipley 2021].

A proposta de desafio é repensar do desenvolvimento de SI a partir de diferentes cosmovisões que questionam a predominância de um modelo centrado na tecnologia enquanto promovem a inclusão de epistemologias plurais. Esse novo olhar envolve uma revisão dos fundamentos técnicos, teóricos e práticos da área para criar SI que valorizem a oralidade, a noção circular do tempo e a importância da coletividade como base essencial em design e funcionamento [Guerrero Millan et al. 2024] [Kroeze 2024].

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

É fundamental para a comunidade científica e tecnológica de Sistemas de Informação contemplar diversas cosmovisões. Os problemas atuais da tecnologia, como equidade algorítmica, inclusão digital, autoridade informacional e descolonização epistêmica, requerem abordagens que vão além do paradigma ocidental predominante. As diferentes maneiras de compreender e estruturar o conhecimento propostas pelas epistemologias plurais são fundamentadas em valores como conexão interpessoal e coletiva com o ambiente e respeito pela sabedoria ancestral [Viveiros de Castro 2017] [Krenak 2019] [Weaver 2023] [Littletree et al. 2023] [Kroeze 2024]. Incorporar essas visões amplia os horizontes da área de SI diante de um mundo múltiplo e interdependente, retomando a base conceitual-teórica do pensamento sistêmico e complexo.

É fundamental que a comunidade de SI comprehenda que os sistemas de informação são moldados por escolhas ontológicas e epistemológicas. Incluir saberes diversos significa conceber maneiras diferentes de modelar informações, estruturar sistemas computacionais, projetar interfaces e estabelecer conexões entre tecnologia, conhecimento e sociedade. Isso requer o desenvolvimento de metodologias de design participativo intercultural, o reconhecimento de protocolos éticos distintos, o apoio a iniciativas comunitárias de co-design e o fortalecimento de políticas que assegurem a autonomia dos povos sobre suas narrativas e infraestruturas [Guerrero Millan et al. 2024] [Kukutai & Taylor 2016] [Carrasco 2024].

Explorar cosmovisões não ocidentais fortalece a área de SI, questionando ideias universais e ampliando as possibilidades de inovação social e tecnológica.

Reconhecendo que os sistemas de informação não são neutros, mas moldados por valores e interesses particulares, possibilita o surgimento de tecnologias mais adaptadas ao contexto local, como maior equidade e sensibilidade às realidades locais [Feenberg 1991] [Escobar 2018]. Como propõe Santos (2017), uma “ecologia dos saberes” valoriza diferentes epistemologias em diálogo, rompendo com a cultura do saber científico e técnico apenas baseado na visão ocidental. Essa perspectiva pode orientar a transformação paradigmática da área de SI rumo à pluralidade epistêmica.

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

A manutenção de um paradigma tecnocêntrico, universalista e colonial na área de Sistemas de Informação implica riscos significativos tanto para a sociedade quanto para a própria área de Sistemas de Informação. A não inclusão de epistemologias plurais compromete a legitimidade das soluções tecnológicas, aprofundando o descompasso entre o avanço tecnológico e os modos de vida de diferentes comunidades. Isso pode levar à desconexão cultural, à resistência às novas tecnologias e à erosão de saberes

ancestrais que não encontram espaço de expressão nas arquiteturas computacionais dominantes [Guerrero Millan et al. 2024].

Os sistemas de informação desenvolvidos sob a ótica da modernidade ocidental têm reforçado uma lógica de hiperconsumismo, vigilância, exploração ambiental e desigualdade. Esse modelo hegemônico está diretamente associado à intensificação da extração de dados e recursos naturais, à mercantilização da atenção humana e à intensificação de práticas algorítmicas que priorizam o engajamento e o lucro em detrimento do bem-estar coletivo [Zuboff 2021] [Han 2021].

A lógica ocidental dominante também fomenta o culto ao individualismo, ao narcisismo digital e à autovalorização performática, especialmente nas plataformas de redes sociais. Esses sistemas reforçam dinâmicas de comparação constante, validação externa e construção de bolhas cognitivas, comprometendo a saúde mental, o tecido social e o diálogo democrático [Bauman 2021] [Han 2018] [Pariser 2012] [Deibert 2020]. A exposição prolongada a esses ambientes digitais tem sido associada à diminuição da capacidade de atenção, à erosão da empatia e ao enfraquecimento das capacidades reflexivas e cognitivas dos sujeitos [Carr 2019] [Montag & Diefenbach 2018].

Além disso, a falta de pluralidade epistêmica nas infraestruturas digitais contribui para a intensificação da polarização afetiva política e cultural, na medida em que algoritmos orientados por engajamento amplificam discursos extremistas e reduzem o espaço de construção coletiva de sentidos [O'Neil 2021] [Noble 2018]. Tais dinâmicas não apenas ameaçam a diversidade cultural e a coesão social, mas colocam em risco a própria democracia, ao favorecer a manipulação da opinião pública e a difusão massiva de desinformação [Morozov 2013] [Zuboff 2021].

Não enfrentar esse desafio também traz o perigo de intensificar os processos de colonização digital em que os dados e saberes de comunidades são apropriados e utilizados sem consentimento, perpetuando relações históricas de controle e poder. Sistemas que desconsideram epistemologias não ocidentais tornam-se instrumentos de apagamento cultural e de deslegitimização de formas de vida, memória e conhecimento ancestrais [Mignolo 2011] [Kwet 2019] [Carrasco 2024].

A área de Sistemas de Informação também se enfraquece ao não lidar com essas questões e se torna menos relevante diante dos grandes desafios contemporâneos relacionados à justiça social, à sustentabilidade ambiental e à diversidade cultural. A insistência em um único modelo de desenvolvimento tecnológico limita a capacidade criativa da área e a impede de contribuir para futuros mais plurais, resilientes e democráticos. Portanto, não avançar na resolução deste desafio compromete os princípios de equidade e justiça, bem como a relevância científica, social e ética dos Sistemas de Informação no século XXI.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc. o desafio se relaciona?

Esse desafio está relacionado com várias iniciativas e áreas de estudo dedicadas à diversidade e à justiça epistêmica. Por exemplo, o movimento de descolonização da tecnologia busca reprojetar os sistemas de informação para refletir visões de sociedade que não se baseiam na lógica do colonialismo digital. A soberania digital emerge como princípio fundamental, garantindo que povos e comunidades tenham controle sobre seus dados e infraestruturas tecnológicas [Kukutai & Taylor 2016].

Epistemologias não ocidentais, como as de povos originários, africanas e asiáticas, propõem maneiras distintas de representar o conhecimento que frequentemente se baseiam em relações interpessoais complexas, na concepção do tempo como cílico e na importância da espiritualidade. Estes enfoques dialogam com a noção de justiça algorítmica, com os esforços por representação no design de tecnologias, com as críticas decoloniais aos Sistemas de Informação [Masiero 2023] e com o apoio a iniciativas comunitárias para co-design de tecnologias. Para contemplar cosmovisões plurais em SI, é necessário estabelecer parcerias entre academia, comunidades locais e globais e profissionais envolvidos na área, incluindo desenvolvedores, ativistas e formuladores de políticas públicas.

Além das perspectivas decoloniais e comunitárias existem outras correntes críticas que se relacionam com as epistemologias plurais. O pós-modernismo questiona verdades universais e dá importância aos saberes contextualizados [Lyotard 2021] [Foucault 2012]. O transumanismo e o pós-humanismo, especialmente em vertentes críticas como as propostas por Haraway (1985) e Braidotti (2013), desafiam as fronteiras entre humano, máquina e natureza, sugerindo ontologias relacionais e híbridas que se conectam com as cosmovisões indígenas e não ocidentais. Da mesma forma, as epistemologias feministas e queer fornecem bases para refletir sobre o conhecimento como algo situado e influenciado por relações de poder. Isso ecoa com tradições antigas de sabedoria que enfatizam a importância do cuidado mútuo, da oralidade e da interdependência [Harding 1991] [Lugones 2010].

O diálogo e as tensões entre essas correntes ampliam o horizonte de transformação paradigmática dos Sistemas de Informação. A abertura à pluralidade epistêmica não apenas enriquece a diversidade de formas de conhecer, mas também amplia as possibilidades de inovação tecnológica comprometida com justiça cognitiva, social e ecológica.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 305436/2021-0), pela FAPERJ (Proc. E-26/210.792/2024), pela CAPES (PADICT, Portal de Periódicos, e

Bolsa Código de Financiamento 001) e pela UNIRIO. A revisão do texto foi realizada com o apoio do ChatGPT.

Referências

- BAUMAN, Zygmunt. Modernidade Líquida. Rio de Janeiro: Zahar, 2021.
- BRAIDOTTI, Rosi. The Posthuman. Cambridge: Polity Press, 2013.
- CARR, Nicholas. Geração Superficial: O que a Internet está fazendo com os nossos cérebros. São Paulo: Editora Agir, 2019.
- CARRASCO, Laís B. Decolonizing Information Systems: A Literature Review on Indigenous Data. In: CAPSI 2024 Proceedings. <https://aisel.aisnet.org/capsi2024/8>
- DEIBERT, Ronald. Reset: Reclaiming the Internet for Civil Society. Toronto: House of Anansi, 2020.
- ESCOBAR, Arturo. Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds. Durham: Duke University Press, 2018.
- FEENBERG, Andrew. Critical Theory of Technology. New York: Oxford University Press, 1991.
- FOUCAULT, Michel. A Arqueologia do Saber. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.
- GUERRERO MILLAN, C.; NISSEN, B.; PSCHETZ, L. Cosmovision of Data: An Indigenous Approach to Technologies for Self-Determination. In: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2024.
- HAN, Byung-Chul. A Sociedade do Cansaço. Petrópolis: Vozes, 2018.
- HAN, Byung-Chul. Infocracia: Digitalização e a Crise da Democracia. Petrópolis: Vozes, 2021.
- HARAWAY, Donna. A Cyborg Manifesto. Socialist Review, v. 80, p. 65–108, 1985.
- HARDING, Sandra. Whose Science? Whose Knowledge? Thinking from Women's Lives. Ithaca: Cornell University Press, 1991.
- KRENAK, Ailton. Ideias para adiar o fim do mundo. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- KROEZE, Jan H. Building Blocks for Ubuntu Information Systems Ethics. UnisaRxiv, 2024.
- KUKUTAI, Tahu; TAYLOR, John. Indigenous Data Sovereignty: Toward an Agenda. Canberra: ANU Press, 2016.
- KWET, Michael. Digital colonialism: US empire and the new imperialism in the Global South. Race & Class, v. 60, n. 4, p. 3–26, 2019.
- LATOUR, Bruno. Jamais Fomos Modernos. São Paulo: Editora 34, 2013.
- LITTLETTREE, Sandra; ANDREWS, Naomi; LOYER, Joy. Information as a Relation: Defining Indigenous Information Literacy. Journal of Information Literacy, v. 17, n. 1, 2023.

- LUGONES, María. Toward a Decolonial Feminism. *Hypatia*, v. 25, n. 4, p. 742–759, 2010.
- LYOTARD, Jean-François. *A Condição Pós-Moderna*. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 2021.
- MASIERO, Silvia. Decolonising Critical Information Systems Research: A Subaltern Approach. *Information Systems Journal*, v. 33, n. 2, p. 299–323, 2023.
- MIGNOLO, Walter. *The Darker Side of Western Modernity: Global Futures, Decolonial Options*. Durham: Duke University Press, 2011.
- MONTAG, Christian; DIEFENBACH, Sarah. Towards Homo Digitalis: Important Research Issues for Psychology and the Neurosciences at the Dawn of the Internet of Things and the Digital Society. *Sustainability*, v. 10, n. 2, 2018. DOI: 10.3390/su10020415.
- MOROZOV, Evgeny. *To Save Everything, Click Here: The Folly of Technological Solutionism*. New York: PublicAffairs, 2013.
- O'NEIL, Cathy. *Algoritmos de Destruição em Massa: Como o Big Data aumenta a desigualdade e ameaça a democracia*. Santo André: Editora Rua do Sabão, 2021.
- PARISER, Eli. *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. New York: Penguin Press, 2012.
- SANTOS, Boaventura de Sousa. *A Crítica da Razão Indolente: Contra o Desperdício da Experiência*. 8^a edição. São Paulo: Cortez, 2017.
- VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo. *A Inconstância da Alma Selvagem*. São Paulo: Ubu Editora, 2017.
- WILLIAMS, D. H.; SHIPLEY, G. P. Enhancing Artificial Intelligence with Indigenous Wisdom. *Open Journal of Philosophy*, v. 11, n. 1, 2021.
- WEAVER, Kaja. Bridging Indigenous and Western knowledge-systems in knowledge co-production with Amazonian Indigenous communities: a systematic realist review. *Development Studies Research*, v. 10, n. 1, p. 41–53, 2023.
- ZUBOFF, Shoshana. *A era do capitalismo de vigilância*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2021.

Entendimento das Agências e Relações de Poder entre Humanos e Não Humanos e seus Desdobramentos em Sistemas de Informação

Sean Wolfgang Matsui Siqueira¹, Marcelo Soares Loutfi¹, Renata Mendes de Araujo^{2,3,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

²Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930 – 01302-907– São Paulo – SP – Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
São Paulo – SP - Brasil

⁴Escola Nacional de Administração Pública
Brasília – DF - Brasil

sean@uniriotec.br, marcelo.loutfi@edu.unirio.br, renata.araujo@mackenzie.br

Abstract: Os sistemas de informação desempenham um papel significativo na sociedade contemporânea ao influenciar não só os processos decisórios como também na formação de subjetividades e na percepção da realidade das pessoas. Deste modo, são levantadas questões importantes sobre transparência, ética, responsabilidade e desigualdades sociotécnicas envolvidas no desenvolvimento e uso desses sistemas. O desafio proposto para os próximos dez anos está em compreender a complexidade das interações dos sistemas de informação (considerando a agência de humanos e não humanos), bem como as relações de poder envolvidas. Os efeitos dos algoritmos e da inteligência artificial no dia a dia requerem uma visão integrada que considere os aspectos técnicos, culturais, sociais, ambientais, políticos e econômicos.

Palavras-chave: agência em SI; desdobramentos de SI; relações de poder em SI; transparéncia em SI.

1. O Desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos

As relações de poder fazem parte das redes sociotécnicas que constituem os SI, contemplando interações complexas e em constante mudança entre pessoas, tecnologias, instituições e ambientes. Essas redes atravessam dimensões políticas, econômicas,

sociais, culturais e ambientais, seja por meio de relações explícitas ou implícitas. Embora frequentemente associados à inovação e à eficiência, os SI também estão relacionados à falta de transparência algorítmica, à reprodução de desigualdades sociais e à concentração de poder [Latour 2005] [Zuboff 2021], mesmo que tais aspectos sejam dissimulados. Ao mediar experiências cotidianas, essas tecnologias operam sobre a constituição das subjetividades e percepção da realidade, influenciando como as pessoas se relacionam e compreendem o mundo ao seu redor.

Diante disso, é necessário ir além da visão instrumental dos SI como soluções técnicas para atender a determinado objetivo e questões relacionadas a sua adoção e uso. Compreender os sistemas de forma ampla exige mapear as interações entre agentes e actantes (humanos e não humanos), os interesses, decisões e ações envolvidas e os desdobramentos das relações. Isso permite entender as relações de poder que atravessam sua concepção, implementação e uso.

É essencial repensarmos a ideia de agência dentro deste contexto específico. Em vez de limitá-la apenas à vontade ou à racionalidade humanas conforme a tradição moderna faz, devemos reconhecê-la como o resultado de diferentes forças complexas que se influenciam. De acordo com Bowden (2015) e sua visão inspirada por Deleuze, agência é descrita como a habilidade de causar impactos e ser impactado por uma variedade de forças, tanto humanas quanto não humanas que cooperam para gerar efeitos no mundo. A partir dessa perspectiva específica surge a atividade como resultado da interação de elementos tangíveis e intangíveis interligados uns aos outros e com a tecnologia, enredados; criando assim uma relação inseparável das circunstâncias que as viabilizam. Essas concepções são amplificadas por Cafezeiro e Fornazin (2020) ao mostrarem a computação como uma prática intrinsecamente conectada a outros campos do conhecimento e por Cafezeiro et al. (2021) ao sugerirem uma visão na qual a área de Informática é interpretada como a própria sociedade com suas atuações e conexões.

É no domínio das interações complexas, dos enredamentos, onde sujeitos, artefatos, discursos e práticas se coproduzem; que os SIs devem ser analisados. Essa perspectiva oferece uma nova maneira de compreender os sistemas: mais do que focar apenas em seu funcionamento técnico, é necessário investigar como eles contribuem para a configuração de modos de vida, decisões e relações sociais.

O grande desafio que propomos para Sistemas de Informação de 2026 a 2036 está em compreender as agências envolvidas nos SI e seus desdobramentos, para além de uma visão de tecnologia neutra ou que atende a determinados interesses. Vivemos em um mundo complexo onde as relações podem se desdobrar de maneiras imprevistas ou além do esperado. Portanto, é essencial mantermos um constante mapeamento do enredamento para garantir que os SI promovam equidade, confiabilidade e alinhamento com valores fundamentais negociados. Isto envolve mapear as relações de poder envolvidas, os desdobramentos das relações dos agentes e actantes, e garantir uma transparência dos componentes envolvidos no sistema.

Enfrentar esse desafio requer uma abordagem interdisciplinar, que integre aspectos técnicos, filosóficos, sociológicos, econômicos e políticos. Compreender os mecanismos de controle, os diferentes graus de autonomia e as estruturas que sustentam os SI é um passo necessário para construir tecnologias mais justas, transparentes e comprometidas com o bem comum [Winner 1980] [Noble 2018].

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

A importância desse desafio está no fato de que os SI estão se tornando cada vez mais ubíquos, incorporados no cotidiano e direcionando nossas ações e decisões, mas também nossa visão de mundo e nossas percepções, que são construídas culturalmente. Isto ocorre desde os sistemas de recomendação até decisões judiciais e médicas assistidas por inteligência artificial, ou a simples construção de conteúdo, como nas interações com sistemas como ChatGPT. A falta de um entendimento crítico sobre como esses sistemas funcionam e o que está por trás de certos direcionamentos de discursos pode reforçar desigualdades, ampliar vieses e tornar as estruturas de poder menos responsivas às necessidades sociais [O'Neil 2016] [Benjamin 2019]. Além disso, a falta de transparência de muitos desses sistemas torna suas decisões difíceis de serem auditadas ou contestadas, tornando as estruturas de poder que os sustentam ainda menos responsivas às necessidades sociais.

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

O fato de não estarmos lidando com esse desafio está nos conduzindo a situações complicadas, como:

- Manipulação da opinião pública e distorções nos processos democráticos: Algoritmos de recomendação presentes nas redes sociais têm o poder de manipular informações e intensificar divisões (polarização) na sociedade, afetando processos democráticos [Pariser 2012] [O'Neil 2021].
- Falta de *accountability*: Sem mecanismos claros de responsabilidade e controle, a disseminação de conteúdos em ferramentas sociais e as decisões tomadas por IA podem ser prejudiciais, pouco transparentes ou rastreáveis, dificultando seu entendimento e contestação por indivíduos afetados.
- Concentração de poder: O monopólio de dados e algoritmos por grandes corporações ou estados pode comprometer a soberania digital [Zuboff 2021] e impactar as ações globais, bem como ampliar as distorções cognitivas.
- Aumento de desigualdades: Sistemas de informação mal projetados, ou que atendem a interesses de determinados grupos e sem regulação e supervisão adequada, podem reforçar disparidades sociais, econômicas e políticas [Noble 2018].
- Risco de desumanização: A crescente perturbação dos mecanismos de estímulos cerebrais, juntamente com a autonomia dos sistemas pode reduzir a capacidade

de crítica e de decisão humana e desvalorizar aspectos relacionais da interação social.

Se os SI não forem projetados levando em consideração as questões epistemológicas, sociotécnicas e éticas, corre-se o risco de um mundo onde as pessoas se tornam cada vez mais sujeitas a mecanismos invisíveis de controle e influência.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc. o desafio se relaciona?

Este desafio está intimamente relacionado a várias áreas de conhecimento e esforços tecnológicos e sociais importantes como a Filosofia da Tecnologia [Winner 1980] e a Sociologia dos Algoritmos [Latour 2005], bem como questões de Ética da Computação e Ética da Inteligência Artificial [Floridi & Cowls 2019]. Além de contemplar áreas como economia, ecologia, política, sociologia, psicologia e filosofia, também envolve diferentes subáreas da Computação, como Interação Humano-Computador, Computação e Sociedade, Sistemas Colaborativos, Engenharia de Software, Inteligência Artificial, entre outros.

Este desafio requer a colaboração entre acadêmicos, profissionais da tecnologia, criadores de políticas públicas e membros da sociedade civil para assegurar que os Sistemas de Informação sejam desenvolvidos e empregados com transparência, equidade e respeito pela comunidade global.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 305436/2021-0 e 305645/2022-6), pela FAPERJ (Proc. E-26/210.792/2024), pela CAPES (PADICT, Portal de Periódicos, e Bolsa Código de Financiamento 001) e pela UNIRIO. A revisão do texto foi realizada com o apoio do ChatGPT.

Referências

- BENJAMIN, Ruha. *Race after Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Cambridge: Polity, 2019.
- BOWDEN, Sean. Human and nonhuman agency in Deleuze. In Deleuze and the non/human, pp. 60-80. London: Palgrave Macmillan UK, 2015.
- CAFEZEIRO, Isabel; FORNAZIN, Marcelo. Computação e interdisciplinaridade: estágio atual e possibilidades de diálogo. In: MACIEL, Cristiano; VITERBO, José (Org.). *Computação & Sociedade*, v. 1. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
- CAFEZEIRO, Isabel; MARQUES, Ivan da Costa; GONÇALVES, Fernando; CUKIERMAN, Henrique. Informática é Sociedade. In: SANTOS, Edmá O.; SAMPAIO, Fábio F.; PIMENTEL, Mariano (Org.). *Informática na Educação: sociedade e políticas*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. (Série

Informática na Educação, v. 4) Disponível em:
<https://ceie.sbc.org.br/livrodidatico/informatica-sociedade>

FEENBERG, Andrew. Critical Theory of Technology. New York: Oxford University Press, 1991.

FLORIDI, Luciano; COWLS, Josh. A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. Harvard Data Science Review, v. 1, n. 1, 2019. DOI: 10.1162/99608f92.8cd550d1.

LATOUR, Bruno. Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory. Oxford: Oxford University Press, 2005.

NOBLE, Safiya Umoja. Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism. New York: NYU Press, 2018.

O'NEIL, Cathy. Algoritmos de Destrução em Massa: Como o Big Data aumenta a desigualdade e ameaça a democracia. Santo André: Editora Rua do Sabão, 2021.

PARISER, Eli. The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You. New York: Penguin Press, 2012.

WINNER, Langdon. Do Artifacts Have Politics? Daedalus, v. 109, n. 1, p. 121-136, 1980.

ZUBOFF, Shoshana. A era do capitalismo de vigilância. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2021.

Futuros Desejáveis Com Design Especulativo: Um Novo Olhar Para Os Sistemas De Informação

Marcelo Soares Loutfi e Sean Wolfgang Matsui Siqueira

¹Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

marcelo.loutfi@edu.unirio.br, sean@uniriotec.br

Abstract: Este artigo de reflexão explora o desafio de incorporar valores pós-antropocêntricos na área de Sistemas de Informação (SI) para ampliar a visão crítica sobre tecnologia e sociedade. Como solução, propõe três premissas não prescritivas que convergem no Design Especulativo: superar a dicotomia entre o natural e o artificial; compreender que ética e responsabilidade emergem das relações sociotécnicas; e reorientar o avanço tecnológico para uma inovação responsável.

Palavras-chave: Design Especulativo, Futuros Desejáveis, Pós-antropocentrismo, Sistemas de Informação, ‘Ciência, Tecnologia e Sociedade’ (CTS), Inovação Responsável.

1. Introdução

As crises do Antropoceno [Biswas Mellamphy e Vangeest 2024] impõem desafios cada vez mais complexos para a sociedade. O esgotamento de recursos naturais, a intensificação de eventos climáticos extremos, o enfraquecimento das instituições democráticas, a crescente subordinacão dos Estados a conglomerados tecnológicos, são alguns dos fenômenos que caracterizam esse cenário. Mais recentemente, os debates suscitados pelo pós-humanismo e trans-humanismo ampliam essas questões, levantando preocupações sobre a crescente fusão entre humanos e tecnologias, podendo aprofundar desigualdades sociais, exacerbar assimetrias de acesso e autonomia [Öngören 2024].

Embora esses fenômenos possam parecer isolados, eles estão profundamente interconectados em uma complexa teia de relações entre humanos e não humanos, dando origem a novas formas de interação, valores sociais e relações de poder [Latour 2005],[Barad 2007]. Por isso, são analisadas sob diferentes perspectivas, abrangendo ecologia [Perrin e Dorrell 2024], política [Anthias e Asher 2024], ciências sociais [Latour 2018], filosofia [Biswas Mellamphy e Vangeest 2024] e tecnologia [Verbeek 2005], deixando evidente que nenhuma disciplina, isoladamente, pode oferecer respostas completas para esses desafios.

A área de Sistemas de Informação (SI), no entanto, ainda lida de forma fragmentada com essas questões. Embora discussões sobre computação sustentável, ética algorítmica e responsabilidade tecnológica tenham ganhado espaço, elas ainda carecem de um direcionamento holístico e interdisciplinar que enrede teoria e prática para enfrentar as crises do Antropoceno de forma eficaz. É nesse contexto que apresento o seguinte desafio: “Como incorporar valores pós-antropocêntricos na área de SI para ampliar o entendimento de mundo, fortalecer a sinergia sociotécnica e considerar os impactos de longo prazo?”. O Design Especulativo surge como uma abordagem para responder a esse desafio.

2. Os Riscos e a Urgência de Ação da Comunidade de SI

A educação em computação está passando por uma transformação acelerada, impulsionada pela redução da carga horária presencial e pelo aumento do ensino híbrido. Isso é justificado pela flexibilização curricular e modernização pedagógica, como permitido pela Portaria MEC nº 2.117/2019¹, que autoriza até 40% da carga horária total a ser oferecida à distância. No entanto, muitas instituições estão utilizando essa flexibilidade para reduzir custos operacionais e maximizar a oferta de disciplinas teóricas em formatos remotos.

Enquanto isso, o setor de TI no Brasil projeta a criação de até 147 mil novas vagas formais até dezembro de 2025, de acordo com estimativas da Brasscom². No entanto, apesar do cenário promissor de expansão, há uma expressiva carência de profissionais qualificados para atender à demanda do mercado.

Esse cenário está levando à priorização da qualificação técnica imediata em detrimento de uma formação crítica e reflexiva, o que compromete, a longo prazo, a capacidade dos estudantes de avaliar os impactos sociais, éticos e ambientais da tecnologia. Paralelamente, a IA generativa está redefinindo valores sociais e a relação entre conhecimento e autoridade, levando estudantes a recorrerem mais a redes sociais e IA.

Dessa forma, a comunidade científica, outrora protagonista de debates sobre o futuro da sociedade, vê seu espaço sendo ocupado por IA e influenciadores digitais, com algoritmos de popularidade determinando a agenda pública. O pensamento crítico está cedendo lugar à viralização de discursos que favorecem interesses corporativos, convertendo o conhecimento em um produto de fácil consumo, projetado para engajamento e não para reflexão. Essa lógica está alinhada com o que Zuboff (2023) descreve como o “capitalismo de vigilância”, um novo regime econômico em que os dados extraídos da experiência humana são transformados em previsões comportamentais comercializáveis. Nesse cenário, a produção de conhecimento deixa de servir à emancipação e passa a atender à lógica do mercado, moldada por plataformas digitais que

priorizam a atenção e o controle sobre a compreensão e o pensamento crítico [Zuboff 2023].

Enquanto isso, no mercado de desenvolvimento de software, o imediatismo se torna o princípio orientador da inovação, e as decisões de design deixam de considerar impactos de longo prazo, criando sistemas que reforçam desigualdades, exploram indiscriminadamente os recursos computacionais e perpetuam dinâmicas excludentes. Nesse contexto, a tecnologia se desenvolve como um artefato moldado unicamente pelos imperativos do mercado, onde eficiência e velocidade se sobrepõem à responsabilidade e à sustentabilidade.

3. Superando o Desafio com Design Especulativo

Para enfrentar esse desafio, propomos três premissas não prescritivas que integram aspectos técnicos, sociais e ambientais, incorporando valores pós-antropocêntricos para redefinir a pesquisa, a prática profissional e o ensino na área:

- **Superar a dicotomia entre o natural e o artificial em SI:** A separação entre aspectos técnicos (como algoritmos e infraestrutura) e sociais (como governança e ética) restringe a compreensão integrada dos SIs [Cafezeiro et al.]. As tecnologias não são meros instrumentos passivos, mas agentes que coconstroem a realidade em interação com os humanos. Por exemplo, a IA deve ser vista como um agente político ativo, e não apenas sob o ponto de vista técnico ou oposto à sociedade [Kruger 2020]. Compreender a realidade a partir de uma abordagem relacional implica reconhecê-la como um tecido denso e dinâmico de interações entre humanos e não humanos [Latour 2005]. Para isso, é necessário superar modelos explicativos simplificadores, reabrindo as caixas-pretas que estabilizam os sistemas e naturalizam relações de poder. Essas caixas-pretas devem ser desfeitas para que possamos revelar os processos pelos quais os coletivos sociotécnicos são construídos, mantidos e transformados [Latour 1987]. Por isso, é importante integrar perspectivas da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no desenvolvimento de sistemas, permitindo uma abordagem mais crítica e contextualizada [Malik e Malik 2021].
- **Reconhecer que a ética e a responsabilidade emergem das relações sociotécnicas:** Questões éticas não são meras escolhas individuais, mas emergem das interações entre humanos, máquinas, dados e infraestruturas [Barad 2007]. Em tecnologias como carros autônomos, por exemplo, a ética não se resume à programação de decisões morais pré-determinadas, mas é constantemente negociada nas interações entre sistemas, usuários e ambiente [Liang e Weber 2024, p. 37]. Assim, torna-se essencial criar ambientes que simulem essas interações, permitindo que a responsabilidade seja coconstituída entre humanos e não humanos. Para isso, é necessário o desenvolvimento de frameworks,

metodologias e ferramentas que tornem visíveis os embates morais e os dilemas éticos que emergem dessas relações.

- **Reorientar o avanço tecnológico para uma inovação responsável:** É essencial adotar um processo mais reflexivo sem entrar em conflito com a lógica de inovação acelerada. A reflexão não deve ser vista como um obstáculo, mas como um catalisador para inovações mais conscientes e responsáveis. Para isso, a área de SI precisa desenvolver um arcabouço teórico e metodológico voltado para estudos de futuro, permitindo a análise tanto das implicações possíveis quanto das desejáveis da tecnologia [Johannessen 2017].

Tais premissas convergem no Design Especulativo (DE) [Dunne e Raby 2024], que já vem sendo aplicado em diversas áreas [Rafael et al. 2023], [Popova 2023], [Lin e Long 2023] e [Loutfi e Siqueira 2024]. Em SI, a integração entre CTS e DE permite romper com o tecnicismo reducionista da área, oferecendo uma abordagem prática e reflexiva, antecipando desafios, avaliando as repercussões das decisões tecnológicas e transformando o aceleracionismo em um impulsor de um progresso mais responsável e orientado para futuros desejáveis.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq (Proc. 305436/2021-0), pela FAPERJ (Proc. E-26/210.792/2024), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do Programa de Apoio à Disseminação de Informação Científica e Tecnológica (PADICT) e do Portal de Periódicos da CAPES, Código de Financiamento 001 e pela UNIRIO. A revisão do texto foi realizada com o apoio do ChatGPT.

Referências

- Anthias, P. and Asher, K. (2024). Indigenous natures and the anthropocene: Racial capitalism, violent materialities, and the colonial politics of representation. *Antipode*.
- Barad, K. (2007). Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning. Duke University Press.
- Biswas Mellamphy, N. and Vangeest, J. (2024). Human, all too human? anthropocene narratives, posthumanisms, and the problem of “post-anthropocentrism”. *The Anthropocene Review*, 11(3):599–613.
- Cafezeiro, I., da Costa Marques, I., Severo, F., and Cukierman, H. Informática e sociedade. In *Informática na Educação: sociedade e políticas*. EO Santos, FF Sampaio and M. Pimentel. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Computação Série Informática na Educação, 4.
- Dunne, A. and Raby, F. (2024). *Speculative Everything*, With a new preface by the authors: Design, Fiction, and Social Dreaming. MIT Press.

- Johannessen, L. K. (2017). The young designer's guide to speculative and critical design. Norwegian University of Science and Technology, 12.
- 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, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
- Latour, B. (2018). *Down to earth: Politics in the new climatic regime*. John Wiley & Sons.
- Liang, T.-P. and Weber, R. A. (2024). A beginner's guide to agential realism. *Communications of the Association for Information Systems*, 55(1):38.
- 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, 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.
- Malik, M. and Malik, M. M. (2021). Critical technical awakenings. *Journal of Social Computing*, 2(4):365–384.
- Öngören, H. (2024). Critique of transhumanism, artificial intelligence, and digital society in terms of social values. *Journal of Interdisciplinary Education: Theory and Practice*, 6(1):51–65.
- Perrin, A. J. and Dorrell, R. G. (2024). Protists and protistology in the anthropocene: challenges for a climate and ecological crisis. *BMC Biology*, 22(1):279.
- Popova, V. (2023). Co-creating futures for integrating generative AI into the designers' workflow.
- 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.
- Verbeek, P.-P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. Penn State Press.
- Zuboff, S. (2023). The age of surveillance capitalism. In *Social theory re-wired*, pages 203–213. Routledge.

Sistemas de Informação e as Macrotendências Nacionais e Mundiais

Renata Mendes de Araujo^{1,2,3}

¹Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação 930 – 01302-907– São Paulo – SP – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
São Paulo – SP - Brasil

³Escola Nacional de Administração Pública
Brasília – DF - Brasil

renata.araujo@mackenzie.br

Abstract: Este artigo de reflexão apresenta uma visão de desafio para a área de Sistemas de Informação, que diz respeito a como intencionalmente alinhar suas estratégias, atividades e resultados às macrotendências mundiais e nacionais.

Palavras-chave: macrotendências tecnológicas, econômicas e sociais; pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação em Sistemas de Informação.

1. Desafio

Como a área científica de Sistemas de Informação acompanha as tendências nacionais e mundiais e pauta sua pesquisa e prática a partir dessas tendências?

É muito frequente que instituições mundiais e nacionais identifiquem, dentro de um horizonte de tempo, grandes questões e visões estratégicas para abordá-las. Essas visões influenciam e terminam por pautar as ações de governos, instituições e do setor produtivo.

Um exemplo bastante conhecido desse tipo de indução foram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para 2030 [Nações Unidas Brasil], amplamente divulgados internacionalmente. Outros exemplos são os diversos relatórios elaborados pelo Fórum Econômico Mundial [WFO] que abordam desafios, riscos e tendências globais a serem enfrentados pela sociedade civil, empresas e governos de todas as regiões do globo. Há, ainda, diversos outros relatórios emitidos por organizações transnacionais como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

[OECD], a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura [UNESCO], entre tantas outras, apontando para questões altamente relevantes a serem debatidas e abordadas em todo o mundo.

No contexto empresarial, os relatórios de grandes empresas de consultoria, como Gartner [Gartner 2025], Deloitte [Deloitte 2025], Forbes [Forbes 2025], entre outros, preveem tendências tecnológicas que impulsionarão os negócios, o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Podemos apontar também documentos nacionais, emitidos pelo governo, instituições não-governamentais, indústria e empresas, como o Plano Nacional de Inteligência Artificial do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação [MCTI 2024], a Estratégia Nacional de Governo Digital do Ministério da Gestão e Inovação dos Serviços Públicos [MGISP 2024], o Relatório de Macrotendências Mundiais da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo [FIESP 2021], entre muitas outras.

Para a área de conhecimento em Sistemas de Informação, o desafio está em como intencionalmente alinhar suas estratégias, atividades e resultados a essas tendências, sem abrir mão, evidentemente, de uma crítica a essas tendências.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superar o desafio

Nas comunidades de conhecimento acadêmico, e isso não é diferente para a área de Sistemas de Informação, a definição das temáticas de estudo, em grande medida, se dão a partir da trajetória e dos interesses de seus pesquisadores. Sem dúvida que elas são impactadas por tendências tecnológicas que abrem novos espaços de estudos em determinados pontos do tempo, e podem ser impactadas por tendências de interesse sobretudo de instituições de fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação via chamadas e editais. No entanto, em certa medida, a comunidade acadêmica tende a ser surpreendida com essas temáticas, alterando a rota de suas atividades, mesmo que temporariamente, para atender a demandas em pauta.

Podemos identificar, também, projetos e publicações que mencionam macrotendências como forma de contextualização e motivação para os objetivos da pesquisa, o que é muito bem-vindo. No entanto, com frequência, o alinhamento para aí, na contextualização, e não se retoma as contribuições e implicações dos resultados da pesquisa para o endereçamento dessas macrotendências.

Buscar um alinhamento mais próximo com macrotendências nacionais e mundiais implica em que a comunidade acadêmica possa protagonizar e pautar a definição de editais e chamadas, promover debates mais focados, estimular a produção científica, tecnológica e de inovação de forma alinhada à indústria, instituições e

governos, facilitar parcerias, aumentar o engajamento de recursos humanos às atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação.

Como formas de avançar na abordagem desse desafio, podemos elencar as seguintes ações:

- Identificar macrotendências relevantes para a comunidade de SI e posicioná-las como macrotendências chave para a área, instituindo espaços de debate, e espaços para a elaboração de ações e projetos;
- Promover a submissão de publicações envolvendo as macrotendências identificadas como relevantes para a área tanto no SBSI como na iSys, com especial atenção à contextualização dessas publicações no tema e de resultados relevantes para o acompanhamento da macrotendência;
- Elaborar propostas de projetos estratégicos alinhados a macrotendências nacionais ou internacionais que possam ser submetidas a editais nacionais e internacionais;
- Articular megaprojetos em temas associados a macrotendências nacionais e internacionais que possam abrigar projetos de pesquisadores da área de SI ou reunir colaborativamente pesquisadores da área para sua execução; e
- Ampliar a visibilidade de pesquisadores da comunidade de SI que possam participar de processos de construção de macrotendências nacionais ou internacionais.

3. Riscos se não avançarmos em sua resolução

O risco de não avançarmos em direção a este desafio está, principalmente, no distanciamento da área em relação às grandes questões que estão na pauta estratégica mundial e nacional. Esse distanciamento pode levar à perda de oportunidades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação que possam contribuir para essas pautas e, consequentemente, para o desenvolvimento tecnológico, econômico e social do Brasil e do mundo. Outro risco é aumentar o fosso entre os espaços acadêmicos, industriais, de mercado e a sociedade, dificultando ações conjuntas e direcionadas.

4. Áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias que o desafio se relaciona

Entendo que o desafio de acompanhar as macrotendências nacionais e mundiais é multidisciplinar e multitecnológico, envolvendo diferentes áreas de conhecimento e diferentes tecnologias. Além disso, se relaciona com a iniciativa dos Grandes Desafios de Sistemas de Informação no Brasil (GranDSI-BR), haja vista que, esta iniciativa se propõe a identificar as tendências de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, inovação e ensino-aprendizagem para a área de conhecimento e prática em Sistemas de Informação no horizonte de 10 anos.

O desafio também abre oportunidades para que a comunidade de Sistemas de Informação possa se colocar como protagonista no processo de definição de macrotendências, participando dos grupos que trabalham nessas definições a partir de sua perspectiva específica para o que seriam tendências para o país ou para o mundo.

Agradecimentos

A autora é beneficiária de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq, processo 305645/2022-6.

Referências

- Deloitte. Tech Trends 2025 Report. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html> Acesso em: 20/02/2025.
- FIESP. “Macrotendências Mundiais até 2040” (2021). Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/mobile/noticias/?id=280973> Acesso em: 20/02/2025.
- Forbes. The 5 Biggest Technology Trends for 2025 Everyone Must Be Ready For Now. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2024/09/23/the-5-biggest-technology-trends-for-2025-everyone-must-be-ready-for-now/> Acesso em: 20/02/2025.
- Gartner. (2025) “Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2025”. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/articles/top-technology-trends-2025> Acesso em: 20/02/2025.
- MCTI. “Plano Brasileiro de Inteligência Artificial 2024-2028”. (2024). Disponível em: <https://www.gov.br/lncc/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias-1/plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-pbia-2024-2028> Acesso em: 20/02/2025.
- MGISP. “Estratégia Nacional de Governo Digital” (2024). Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/estrategianacional> Acesso em: 20/02/2025.
- Nações Unidas Brasil. “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> Acesso em: 12/02/2025.
- OECD. “Organização para Cooperação dos Estados em Desenvolvimento”. Disponível em: <http://www.oecd.org> Acesso em: 20/02/2025.
- WFO. “World Economic Forum”. Disponível em: <https://www.weforum.org/> Acesso em: 20/02/2025.
- UNESCO. “Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Disponível em: <https://www.unesco.org> Acesso em: 20/02/2025.

Pela Criação De Uma Comunidade Forte De Estudo E Prática Sociotécnica Em Sistemas De Informação

Renata Mendes de Araujo^{1,2,3,4} e Sean Wolfgang Matsui Siqueira⁴

¹Faculdade de Computação e Informática

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Rua da Consolação 930 – 01302-907– São Paulo – SP – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação

Escola de Artes, Ciências e Humanidades

São Paulo – SP - Brasil

³Escola Nacional de Administração Pública

Brasília – DF - Brasil

⁴Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Abstract: Este resumo apresenta uma ideia, visão ou reflexão de desafio em Sistemas de Informação no Brasil para os próximos 10 anos, que aborda a definitiva urgência de consolidarmos o estudo e a prática sociotécnica em todas as áreas de atuação em Sistemas de Informação pesquisa, ensino-aprendizagem e atuação profissional..

Palavras-chave: estudos sociotécnicos, desafios da pesquisa e prática em SI.

1. Desafio

A construção, no escopo da área de conhecimento de Sistemas de Informação, de uma comunidade forte e atuante de geração e disseminação de conhecimento sobre estudos e práticas sociotécnicas. Uma comunidade multidisciplinar, que reúna pesquisadores interessados em: definir estratégias de estudos avançados e consolidação da comunidade; gerar conhecimento de forma coletiva; articular ações político-estratégicas para a construção de visões sociotécnicas para a pesquisa, o ensino e a prática profissional em SI.

A importância de estudos sociotécnicos tem estado em pauta em diversas iniciativas, discussões e documentos estratégicos de referência para a área de SI, incluindo os Grandes Desafios em Sistemas de Informação anterior [Boscarioli et. al. 2017][Pereira e Baranauskas 2017][Cafezeiro et. al. 2017]. Entretanto, os avanços na geração de conhecimento e da prática de estudos sociotécnicos em nossa comunidade não têm sido

expressivos, nossa comunidade possui forte características tecnocêntricas, refletidas principalmente nas publicações geradas em seus principais veículos de disseminação: a iSys [Araujo et. al. 2017] e o SBSI.

Estamos em um ponto da trajetória da área de conhecimento em SI em que se torna necessária a ampliação de nossas crenças e visões sobre o que é gerar conhecimento e atuar na prática em SI [Araujo e Siqueira 2023]. A partir desta constatação, propomos que avançar no sentido de desenvolver efetivamente a prática sociotécnica envolve o desafio de criação de um núcleo de referência em estudos desta natureza, pautando caminhos e mostrando resultados reais neste desenvolvimento, engajando progressivamente pessoas neste processo.

Porque não avançamos, como comunidade, na visão sociotécnica? Porque não temos caminhos claros para atuar neste tema, e as comunidades científicas atuam, invariavelmente, por indução. Apesar de termos a visão sociotécnica como desafio, não há um reconhecimento evidente dos benefícios de investir nesta área em termos de produção científica, produção tecnológica, de educação e de empregabilidade. Trouxemos palestrantes, publicamos manifestos, estabelecemos um desafio, mas a comunidade permaneceu apática. Essa forma de indução não foi suficiente e a comunidade não respondeu ao chamado.

No entanto, se considerarmos esta visão como realmente importante, precisamos organizar pessoas e ações que mostrem os seguintes caminhos para os pesquisadores em SI associados à área da Computação: Como desenvolver pesquisa desta natureza? Como defender a importância deste tipo de pesquisa perante o sistema científico que estamos envolvidos? Como e onde publicar pesquisas desta natureza? Como criar fóruns de debate específicos para o desenvolvimento de pesquisas desta natureza? Como promover a mudança curricular necessária para a formação de novos profissionais e pesquisadores com competência para estudos sociotécnicos? Como debater a importância de um profissional com essa competência para o mercado e para a academia?

São desafios amplos, mas que requerem ação direcionada. Não basta simplesmente dizermos que a visão sociotécnica é importante. Precisamos mostrar como construí-la. Portanto, a proposta de desafio é a de como criarmos um grupo capaz de definir uma agenda de ações nesta direção. Definir esta agenda de ações é o próprio desafio, mas poderíamos citar, entre outras:

- A identificação e articulação de pesquisadores dentro da área de SI com potencial para compor um núcleo inicial desta comunidade;
- A organização e elaboração de material de referência, apostilas, livros, minicursos etc voltados a pesquisadores e profissionais;
- O estabelecimento de um fórum específico para o tema no contexto do SBSI;
- A identificação e divulgação de projetos de pesquisa nacionais que atuem neste tema;

- A organização e identificação de alvos para publicações no tema;
- Promover o debate e organizar propostas de conteúdos e de metodologias pedagógicas junto a professores e coordenadores de curso;
- Promover o debate junto à SBC em relação às necessidades curriculares e pedagógicas em relação ao tema; e
- Promover o debate junto a empresas em relação à formação de profissionais com visão sociotécnica.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superar o desafio

Porque discutimos a necessidade de uma visão sociotécnica pela área há pelo menos 10 anos, sem grandes avanços. Porque SI vem perdendo o protagonismo na interface Computação e Negócios/Sociedade. Porque o mundo contemporâneo apresenta gritantes evidências desta necessidade e as estamos ignorando em prol de atender exclusivamente a demandas impostas pelos sistemas científicos nacionais e de mercado (indicadores de produção, empregabilidade etc) e/ou a interesses individuais de pesquisa.

3. Riscos se não avançarmos em sua resolução

Como área científica, ficaremos para trás na discussão das principais questões e problemas (sistêmicos, complexos, multidisciplinares) que afligem a sociedade contemporânea; nos manteremos como a área que simplesmente constrói artefatos sob a demanda de problemas fictícios criados por nós mesmos ou identificados por outras áreas e não assumiremos o papel de protagonismo na discussão dos problemas e soluções que afligem a indústria e a sociedade.

Como área de formação, continuaremos formando egressos para atender demandas do mercado, altamente focados na técnica, mas sem competências para compreender a complexidade das realidades organizacionais e sociais e para criticar e mudar com efetividade essas realidades e o processo de desenvolvimento de tecnologias.

Como área profissional de prática, seguiremos como “os caras da TI”, isolados e criticados, em um mundo onde humanos, tecnologia, organizações e processos se fundem com velocidade, e a tecnologia da informação deixa de ser suporte, para se tornar agente do processo de transformação.

4. Áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias com os quais o desafio se relaciona

Todas as áreas de conhecimento e tecnologias de qualquer natureza se relacionam com esse desafio. Só fará sentido criar esse espaço de discussão se ele for realmente multidisciplinar. Com isso, vem também os desafios da multi/transdisciplinaridade, conseguir criar as

devidas traduções, conciliar entendimentos e convergir em ações conjuntas com foco bem definido.

Agradecimentos

A autora é beneficiária de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq, processo 305645/2022-6.

Referências

- Araujo, R., Fornazin, M., Pimentel, M. (2017). “An Analysis of the Production of Scientific Knowledge in Research Published in the First 10 years of iSys (2008-2017)”. *iSys - Brazilian Journal of Information Systems*, 10(4), 45–65.
- Araujo, R., Siqueira, S. (2023). “Vamos ampliar nossa visão sobre Sistemas de Informação?”. *SBC Horizontes*. Disponível em: <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2023/06/vamos-ampliar-nossa-visao-sobre-sistemas-de-informacao/>
- Boscarioli, C.; Araujo, R. M.; Maciel, R. S. P. (2017) “I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026”. Special Committee on Information Systems (CE-SI). Brazilian Computer Society (SBC). ISBN: [978-85-7669-384-0]. 184p.
- Cafezeiro, I., Viterbo, J., Costa, L. C., Salgado, L., Rocha, M., Monteiro, R. S. (2017) “Strengthening of the Sociotechnical Approach in Information Systems Research”. Em: I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026. Boscarioli, C.; Araujo, R. M.; Maciel, R. S. P. (eds.). Special Committee on Information Systems (CE-SI). Brazilian Computer Society (SBC). ISBN: [978-85-7669-384-0]. pp. 133-147.
- Pereira, R., Baranauskas, M. C. C. (2017) “Systemic and Socially Aware Perspective for Information Systems”. Em: I GranDSI-BR – Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026. Boscarioli, C.; Araujo, R. M.; Maciel, R. S. P. (eds.). Special Committee on Information Systems (CE-SI). Brazilian Computer Society (SBC). ISBN: [978-85-7669-384-0]. pp. 148-160.

Desafios e Oportunidades para a Valorização do Curso de Sistemas de Informação no Brasil

**Rafaela Otemaier, Joselaine Valaski, Cristina de Souza, Vinícius de Mendonça,
Evandro Zatti**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
Imaculada Conceição, 1155 – 80215-901 – Curitiba – PR – Brasil

{kelly.rafaela, joselaine.valaski, cristina.souza, vinicius.mendonca,
evandro.zatti}@pucpr.br

Abstract: Este artigo propõe um grande desafio para a área de Sistemas de Informação (SI) no Brasil entre 2026 e 2036: reposicionar o curso de SI como protagonista na construção da Inteligência Artificial Responsável (IAR). Diante da queda nas matrículas e da crise de identidade da área, argumenta-se que SI pode liderar a mediação entre tecnologia, sociedade e valores públicos. A proposta envolve transformações epistemológicas, metodológicas e tecnológicas, visando formar profissionais preparados para lidar com justiça de dados, governança algorítmica e sustentabilidade digital. A superação deste desafio é estratégica para garantir soberania tecnológica, inclusão social e relevância institucional da área.

Palavras-chave: Sistemas de Informação (SI), Inteligência Artificial Responsável (IAR), Justiça de dados, Governança algorítmica, Sustentabilidade digital.

1. Ideia, visão ou reflexão de desafio em SI no Brasil para os próximos 10 anos.

Entre 2014 e 2024, o número de matrículas no Bacharelado em Sistemas de Informação (SI) caiu 32% [INEP 2025], enquanto a quantidade de abertura de novos cursos de Engenharia de Software cresceu 390% [MEC 2025]. Esses dados revelam não apenas uma crise de identidade, mas também um ponto de inflexão: ou a área se reinventa, ou corre o risco de desaparecer. Esse fenômeno reflete tendências globais de desvalorização de formações com escopo mais amplo e interdisciplinar frente a cursos com identidade técnico-produtiva mais clara [Mashingaidze and Mayayise 2025].

Propõe-se, como Grande Desafio para o período de 2026 a 2036, reposicionar a área de SI como protagonista na construção da Inteligência Artificial Responsável (IAR) no Brasil. Trata-se de assumir um papel estruturante na mediação entre tecnologia, sociedade e valores públicos, contribuindo com formação crítica, infraestrutura digital confiável, e conhecimento aplicado à governança de dados e algoritmos. Esse papel é

compatível com a tradição da área, cujo foco sempre esteve na interação entre pessoas, processos e tecnologias [Alter 2008, Mashingaidze and Mayayise 2025].

Essa transformação exige um deslocamento epistemológico: SI deixa de ser apenas o elo entre tecnologia e organizações, para atuar como campo articulador de justiça de dados, rastreabilidade, sustentabilidade e impacto social de sistemas algorítmicos [D'Ignazio and Klein 2020]. Exige também uma reestruturação metodológica: da formação inicial à educação continuada, a área deve promover currículos orientados por problemas reais, integração entre ensino, pesquisa e sociedade, e produção de artefatos abertos e auditáveis. A abordagem de aprendizagem baseada em projetos (PBL), associada ao uso de Living Labs, fortalece o vínculo com a realidade social e tecnológica [Leminen et al. 2017].

Esse desafio não se limita ao âmbito acadêmico: tem implicações diretas para a soberania tecnológica do país, para a qualidade dos serviços públicos baseados em IA, para a prevenção de injustiças algorítmicas e para a sustentabilidade do ecossistema digital nacional. Trata-se de uma mudança paradigmática, cujos efeitos extrapolam a formação profissional e incidem sobre o próprio papel social da computação.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

A urgência em enfrentar esse desafio decorre de quatro forças estruturantes:

- **Regulação iminente:** A LGPD [Brasil 2018] e o Projeto de Lei nº 2338/2023 demandam soluções de IA que sejam éticas, transparentes e auditáveis. Sem especialistas nacionais com formação adequada, o país dependerá de soluções e consultorias externas, comprometendo sua soberania digital. Como aponta Mittelstadt (2019), accountability algorítmica exige capacidade técnica local para auditar e regular sistemas automatizados.
- **Demanda do mercado:** Segundo a Brasscom (2023), serão abertas 500 mil vagas em IA até 2030. Há escassez de perfis híbridos, que articulem competências técnicas, regulatórias e éticas — exatamente o espaço que SI pode (e deve) ocupar. Estudos recentes apontam que soft skills, pensamento crítico e visão sociotécnica são diferenciais estratégicos para profissionais da área [Robinson et al. 2020].
- **Injustiças algorítmicas:** Modelos de IA mal desenhados reforçam desigualdades. Whittaker et al. (2021) mostram como a ausência de accountability aprofunda vieses contra populações vulnerabilizadas. A tradição sociotécnica de SI permite que a área lidere práticas de análise de impacto e design orientado a valores, apoiando-se em abordagens como a IA explicável e a auditoria algorítmica [Wieringa 2020].
- **Sustentação institucional:** Sem reposicionamento, SI perde relevância institucional, linhas de pesquisa se dissolvem e docentes migram para cursos com

maior visibilidade. Reagir é garantir o futuro da área. Além disso, o declínio compromete a produção de conhecimento sobre mediação tecnológica em contextos organizacionais e públicos (foco histórico de SI no Brasil) [Marcolino et al. 2021].

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

A não superação do desafio aqui proposto pode desencadear uma série de efeitos estruturais para a área de Sistemas de Informação e para a sociedade brasileira em geral:

- **Desmantelamento da formação em SI:** A continuidade da queda nas matrículas pode levar à descontinuidade de cursos, redução de investimentos e comprometimento da diversidade epistemológica da Computação no país. Isso enfraquece uma área historicamente voltada à mediação entre tecnologia e contexto organizacional, esvaziando sua capacidade de formar profissionais com visão sistêmica [INEP 2025].
- **Importação tecnológica acrítica:** Sem quadros locais qualificados para projetar, avaliar e governar sistemas algorítmicos, o Brasil se tornará dependente de soluções estrangeiras, muitas vezes desenvolvidas a partir de valores, objetivos e estruturas jurídicas incompatíveis com o contexto nacional. Essa dependência compromete a autonomia regulatória e a soberania digital [Dignum 2019].
- **Ampliação de desigualdades sociais:** Sistemas de IA implantados sem avaliação de impacto tendem a reproduzir ou intensificar vieses históricos, afetando desproporcionalmente grupos vulnerabilizados. Como alertam [Eubanks 2018] e [Whittaker et al. 2021], algoritmos opacos podem comprometer o acesso a serviços públicos, oportunidades educacionais e direitos fundamentais.
- **Fuga de cérebros e desmobilização institucional:** A ausência de uma agenda mobilizadora capaz de reposicionar SI frente às transformações digitais pode levar docentes e pesquisadores a migrarem para subáreas mais valorizadas (como Engenharia de Software, Ciência de Dados ou a própria IA), com maior projeção acadêmica e empregabilidade. Isso enfraquece não apenas os cursos, mas a capacidade da área de dialogar com políticas públicas, inovação social e tecnologias inclusivas [Marcolino et al. 2021].

Esses riscos são interdependentes e cumulativos. Ignorá-los significa não apenas comprometer o futuro da formação em SI, mas abdicar de um campo estratégico para o desenvolvimento de uma sociedade digital justa, sustentável e soberana.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc. o desafio se relaciona?

O desafio proposto é transversal e dialoga com múltiplas agendas estratégicas e áreas de conhecimento:

- **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial [MCTI 2021]:** alinha-se à diretriz 3 da EBIA, que trata da promoção de sistemas de IA baseados em ética, transparência, auditabilidade e segurança.
- **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 9 e 12):** contribui para inovação responsável, infraestrutura resiliente, produção sustentável e uso ético de recursos digitais [ONU 2015].
- **GovTech e transformação digital no setor público:** a adoção de IA em governos demanda capacidade institucional para construir sistemas explicáveis, auditáveis e confiáveis, o que implica formar profissionais capazes de atuar nesses contextos [OECD 2022].
- **Educação superior em transição:** conecta-se a tendências de flexibilização curricular, reconhecimento de saberes por meio de microcredenciais, uso de learning analytics para feedback formativo, e integração entre ensino, pesquisa e extensão com base em problemas reais [Yousef et al. 2015, Mashingaidze and Mayayise 2025]. Essas conexões reforçam a natureza sistêmica do desafio, que não se limita à área de SI, mas envolve campos como ciência de dados, políticas públicas, engenharia de software, direito digital e sustentabilidade tecnológica.

Referências

- Alter, S. (2008). Defining information systems as work systems: implications for the IS field. *European Journal of Information Systems*, 17(5):448–469.
- Brasil (2018). Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/lei/L13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm). Acessado em 13 abr. 2025.
- Dignum, V. (2019). Responsible Artificial Intelligence: How to Develop and Use AI in a Responsible Way. Springer.
- D'Ignazio, C. and Klein, L. F. (2020). Data Feminism. MIT Press.
- Eubanks, V. (2018). Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. St. Martin's Press.
- INEP (2025). Censo da educação superior – séries históricas. <https://www.gov.br/inep>.
- Leminen, S., Westerlund, M., and Nystrōm, A.-G. (2017). Living labs as open-innovation networks. *Technology Innovation Management Review*, 7(12):17–25.
- Marcolino, J., Valaski, J., Becker, J. L., et al. (2021). A pesquisa em sistemas de informação no Brasil: temas, métodos e contribuições. *Revista Ibero-Americana de Sistemas de Informação*, 18(1):1–23.

- Mashingaidze, K. and Mayayise, T. (2025). Redefining relevance in information systems curriculum: insights for IS educators from a systematic literature review. *Cogent Education*, 12.
- MCTI (2021). Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA). https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-documento_referencia_4-979_2021.pdf. Acessado em 13 abr. 2025.
- MEC (2025). Cadastro nacional de cursos (e-MEC). <https://emeec.mec.gov.br>.
- OECD (2022). The Strategic and Responsible Use of Artificial Intelligence in the Public Sector of Latin America and the Caribbean. OECD Publishing. Acessado em 13 abr. 2025.
- ONU (2015). Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acessado em 13 abr. 2025.
- Robinson, H., Stubberud, S., and Rani, D. (2020). Soft skills and the employability of IT graduates: A review of the literature. *ACM Transactions on Computing Education*, 20(4):1–17.
- Whittaker, M., Alston, R. R., Angwin, J., Crawford, K., Dobbe, R., Green, B., Jenkins, S. M. W., Kaziunas, E., Klutzz, D., Larson, J., Metcalf, J., Pasquale, F., Raji, I. D., Shapiro, A., Sloane, M., Stark, L., Viljoen, S., and Wong, J. (2021). AI Now Report 2021. <https://ainowinstitute.org/reports.html>. AI Now Institute. Acessado em 13 abr. 2025.
- Wieringa, M. (2020). What to account for when accounting for algorithms: A systematic literature review on algorithmic accountability. In Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, pages 1–18.
- Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., and Schroeder, U. (2015). The state of MOOCs from 2012 to 2014: A critical analysis and future vision. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(5):133–159.

Inteligência Artificial e Sociedade: Repensando o Impacto da IA na Formação do Pensamento Crítico

Ana Alice Pinto, Angélica Munhoz, Filipe Moreno, Karolayne Teixeira, Nicksson Freitas, Thais Murer, Weld Lucas Cunha

SiDi – Intelligence & Innovation Center
Brasil

a.alice@sidi.org.br; admunhoz@gmail.com; filipemorenoprogramador@gmail.com;
karo.txs@gmail.com; nickssonarrais@gmail.com; t.murer@sidi.org.br;
weld.c@sidi.org.br

Abstract: Este texto apresenta uma reflexão crítica e provocativa sobre o desafio emergente da integração responsável e ética da Inteligência Artificial (IA) nos Sistemas de Informação (SI) no Brasil para os próximos dez anos. Diante da rápida evolução tecnológica, propõe-se uma análise sobre como a adoção dessas ferramentas impactará significativamente as dinâmicas sociais, culturais e educacionais do país, com especial atenção para as implicações relacionadas à desigualdade digital, autonomia pedagógica e desenvolvimento intelectual das futuras gerações. Argumenta-se que, se não forem adotadas abordagens críticas e conscientes, os riscos de aprofundar disparidades sociais, precarizar profissões e desvalorizar o pensamento crítico são reais e já observáveis no cenário atual brasileiro. Nesse sentido, convoca-se a comunidade acadêmica e profissional da área de Sistemas de Informação a engajar-se ativamente na construção de caminhos que garantam uma integração ética e responsável dessas tecnologias, visando beneficiar amplamente a sociedade brasileira.

Palavras-chave: IA Generativa, Sistemas de Informação, Transformação Social, Ética, Educação, Desigualdade Digital, Autonomia Intelectual.

1. Motivação e Justificativa

A adoção crescente de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) Generativa representa um marco crucial e inevitável para a evolução dos Sistemas de Informação (SI) no Brasil ao longo dos próximos dez anos. Este avanço traz consigo uma reflexão essencial e provocativa: estamos preparados para lidar com as profundas transformações sociais, culturais e educacionais que essas tecnologias inevitavelmente provocarão? Conforme discutido por [Giannakos et al. 2024], a IA generativa possui grande potencial para transformar radicalmente processos educacionais, mas também traz desafios éticos consideráveis, especialmente quando adotada apressadamente, sem considerações profundas sobre suas implicações sociais e pedagógicas.

Nos próximos anos, será vital compreender não apenas como a Inteligência Artificial modifica as dinâmicas da comunicação, do aprendizado e da construção do conhecimento, mas também como pode alterar profundamente as relações humanas e a produção cultural e intelectual. Vivemos em um contexto marcado por disparidades regionais, sociais e econômicas, e a implementação dessas tecnologias pode tanto abrir caminhos para maior inclusão quanto aprofundar desigualdades existentes. [Holmes 2019] destaca que a aplicação dessas tecnologias na educação exige abordagens pedagógicas críticas, e [Eubanks 2018] reforça o alerta sobre como sistemas tecnológicos podem inadvertidamente intensificar desigualdades sociais, desumanizando ou marginalizando indivíduos e grupos já vulneráveis.

Além disso, precisamos refletir profundamente sobre o impacto dessas ferramentas no desenvolvimento intelectual e cultural das futuras gerações. Autores como [Frischmann e Selinger 2018, O’Neil 2016] argumentam que a substituição excessiva de processos humanos criativos e críticos por soluções automatizadas pode levar à perda de autonomia, habilidades críticas e conformismo social, enquanto [Broussard 2019] enfatiza que a confiança exagerada em decisões automatizadas pode causar danos sociais e psicológicos consideráveis. Portanto, o desafio central dos próximos anos será justamente desenvolver uma visão crítica, informada e ética sobre a integração da IA generativa, garantindo que seu uso fortaleça, e não fragilize, o tecido social brasileiro.

A rápida evolução da IA generativa está mudando profundamente os processos educacionais e tecnológicos. Um dos pontos que ganhou destaque é como a utilização de modelos de linguagem generativos (como o ChatGPT) pode impactar no pensamento crítico, uma vez que muitos usuários acabam simplesmente tratando as respostas dadas pelo modelo como uma verdade absoluta sem fazer uma análise crítica, de forma a não estimular o aprendizado [Lee et al. 2025]. Como alternativa, há exemplos de professores que passaram a estimular seus alunos a utilizarem o ChatGPT, porém exigindo que seus alunos façam uma avaliação da qualidade dos "prompts" e de como são elaboradas as perguntas (ou comandos) ao invés de focarem apenas nas respostas dadas pelo sistema [Lemos 2023]. Apesar de ser uma solução, essa abordagem ainda se mostra isolada. Muitos profissionais da área ainda precisam do preparo para lidar com o uso desse tipo de ferramenta.

A integração generalizada da IA generativa em plataformas, serviços e fluxos de trabalho representa um desafio único para o engajamento cognitivo — não apenas para usuários finais, mas também para as próprias estruturas de tomada de decisão, aprendizado e criatividade. Embora essa preocupação seja frequentemente enquadradada no nível individual, os profissionais na área de Sistemas de Informação (SI) ocupam uma interseção crítica entre tecnologia, comportamento humano e resultados sociais. Isso posiciona o setor de SI não apenas como um facilitador da adoção de IA, mas como um potencial administrador da integridade cognitiva em um mundo mediado por IA.

Devido às preocupações com a perda de autonomia intelectual e pensamento crítico na adoção de IA Generativa, a comunidade de pesquisa vem propondo arquiteturas híbridas que integram os humanos e a IA de forma transparente e complementar. Nesse sentido, [Pareek et al. 2024, Ha e Kim 2023] demonstram que fornecer explicações e evidências junto às respostas da IA auxilia os usuários a calibrar a sua confiança e reduz o viés de automação. Enquanto [Li et al. 2024] reforçam a importância de manter as pessoas no processo decisório, atribuindo à IA apenas a função de suporte e sugestão. Embora essa abordagem human-in-the-loop seja considerada uma das principais linhas de defesa contra os efeitos adversos da IA, ainda não há um consenso sobre como implementar completamente tais soluções em todos os contextos, de modo que a comunidade científica segue investigando modelos que garantam a transparência, controle humano e mitigação de vieses de forma satisfatória.

2. Principais Riscos Associados à Não Resolução desse Desafio

A incorporação da IA na sociedade é um grande marco do nosso tempo, o impacto das inovações e transformações proporcionadas pela IA já refletem em diversos setores da sociedade. Dessa forma, torna-se crítico que a comunidade de SI direcione esforços para compreender e orientar esse fenômeno, garantindo o uso da tecnologia em prol da qualidade educacional e inovação tecnológica responsável.

Caso não haja incentivo para a criação de uma cultura de uso crítico das ferramentas de Inteligência Artificial, a sociedade estará sujeita a riscos relevantes que poderão ter consequências ruins para o país. Um dos principais é o aprofundamento das desigualdades sociais, educacionais e tecnológicas, já perceptível atualmente na disparidade de acesso à infraestrutura digital entre escolas públicas e privadas e entre regiões mais e menos desenvolvidas do país. Além disso, há um risco evidente de perda da autonomia intelectual, exemplificado pela crescente adoção de ferramentas automatizadas que impõem conteúdos e metodologias, limitando a liberdade intelectual e criativa dos educadores.

Outro risco importante é a potencial desvalorização do pensamento crítico e criativo entre estudantes e profissionais. A utilização superficial de IA generativa já é observada em casos onde alunos utilizam ferramentas de geração de texto para elaborar trabalhos acadêmicos sem o desenvolvimento efetivo do raciocínio crítico, resultando em uma educação mais passiva e menos profunda. Na área de desenvolvimento, profissionais recorrem cada vez mais a assistentes de codificação de IA que podem autocompletar funções, depurar lógica ou gerar blocos de código inteiros a partir de prompts simples. Embora isso acelere drasticamente os fluxos de trabalho, também pode reduzir a compreensão profunda de paradigmas de programação, tomada de decisão arquitetônica ou raciocínio algorítmico. O perigo não está em usar essas ferramentas, mas em terceirizar muito do pensamento por trás da tarefa, levando a desenvolvedores que podem montar o

código, mas não o entendem mais. Consequentemente, há uma ameaça real de precarização profissional, exemplificada por situações onde trabalhadores são substituídos por sistemas automatizados sem estratégias adequadas para sua reintegração ou requalificação, ampliando assim vulnerabilidades econômicas e sociais.

3. Interfaces e Conexões com Outras Áreas e Iniciativas

Este desafio não é isolado, ele se conecta diretamente às áreas de Ética em IA, Inclusão Digital, Educação 4.0, Design Instrucional, Governança de TI, Gestão do Conhecimento, Formação Docente Continuada, Ciência de Dados Educacional e Regulação Tecnológica. A iniciativa também dialoga com projetos já existentes no âmbito da educação tecnológica, políticas públicas de digitalização e estratégias nacionais para adoção segura e eficaz da IA no contexto educacional e corporativo.

Os profissionais de SI, como desenvolvedores e promotores da adesão da sociedade às novas tecnologias, devem priorizar sistemas que incorporem reflexão humana, interação e tomada de decisão em pontos de contato importantes. Isso significa projetar fluxos de trabalho onde as saídas de IA são tratadas como sugestões, não soluções. As interfaces podem levar os usuários a criticar, ajustar ou interpretar saídas de IA — envolvendo seu julgamento em vez de ignorá-lo. Os sistemas devem ser projetados para aumentar o esforço humano, não substituí-lo. Por exemplo, assistentes de código podem ser configurados para oferecer vários caminhos de solução e pedir ao desenvolvedor para escolher e justificar um, encorajando o engajamento ativo em vez da aceitação passiva.

Os SI atuais geralmente priorizam eficiência, velocidade ou engajamento como indicadores-chave de desempenho. Uma mudança estratégica envolveria a incorporação de métricas cognitivas qualitativas, como originalidade da entrada do usuário, grau de modificação do usuário na saída da IA ou progressão do aprendizado ao longo do tempo. Essas métricas podem orientar o design do sistema para preservar o intelecto humano em vez de substituí-lo e transformar o consumo passivo em cocriação ativa.

4. Considerações Finais

A reflexão aqui apresentada destaca a necessidade urgente de posicionar o debate sobre IA generativa além das fronteiras tecnológicas, incorporando dimensões éticas, sociais e educacionais. Ressalta-se a importância da participação ativa da comunidade de Sistemas de Informação em ações coordenadas que promovam práticas responsáveis e inclusivas, garantindo que a evolução tecnológica contribua efetivamente para o desenvolvimento equitativo e sustentável da sociedade.

Referências

- Broussard, M. (2019). Artificial Unintelligence: How Computers Misunderstand the World. The MIT Press.
- Eubanks, V. (2018). Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. St. Martin's Press.
- Frischmann, B. e Selinger, E. (2018). Re-Engineering Humanity. Cambridge University Press.
- Giannakos, M. N., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y. A., Hernández-Leo, D., Järvelä, S., Mavrikis, M., e Rienties, B. (2024). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology*.
- Ha, T. e Kim, S. (2023). Improving trust in AI with mitigating confirmation bias: Effects of explanation type and debiasing strategy for decision-making with explainable AI. *International Journal of Human-Computer Interaction*, páginas 1–12.
- Holmes, W. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. The Center For Curriculum Redesign.
- Lee, H.-P. H., Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., e Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers.
- Lemos, R. (2023). ChatGPT e a arte de fazer perguntas. Accessed on 03 14, 2025.
- Li, Y., Wu, B., Huang, Y., e Luan, S. (2024). Developing trustworthy artificial intelligence: Insights from research on interpersonal, human-automation, and human-AI trust. *Frontiers in Psychology*, 15.
- O’Neil, C. (2016). Weapons of Math Destruction. Penguin Books.
- Pareek, S., Berkel, N. v., Velloso, E., e Gonçalves, J. (2024). Effect of explanation conceptualisations on trust in AI-assisted credibility assessment. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 8:1–31.

Methodological and Educational Foundations for Information Systems in the Age of Generative Artificial Intelligence

Sarajane Marques Peres, Marcelo Fantinato, Enio Alterman Blay, Ana Rocio Cardenas Maita, Anna Helena Reali Costa, Fabio Gagliardi Cozman

Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo - SP - Brasil

{sarajane, m.fantinato, enio.alterman.blay, ar.cardenasmaita, anna.reali,
fgcozman}@usp.br

Abstract: Large generative models have transformed automated interaction with information by enabling the production of high-quality content, encompassing descriptive, pictorial, auditory, and argumentative elements. Their increasing application across various domains imposes both epistemological and practical challenges on information systems, demanding special attention to process and project management, requirements engineering, ethics and regulation, and professional training. The insufficient formalization of these demands harms the evolution of generative systemic solutions and suggests a key challenge for the field of information systems: establishing new methodological foundations for research and practice, alongside educational foundations for training and professional development, by adapting processes and techniques for information system development, to effectively equip organizations and professionals to responsibly adopt the paradigm of generative artificial intelligence.

Palavras-chave: large generative models, methodological foundations in information systems, educational foundations in information systems.

1. Reflection on a Key Challenge in Information Systems in Brazil for the Next 10 Years

Large generative models are artificial intelligence (AI) tools that, when exposed to vast datasets and combined with vector representation techniques [Goodfellow et al. 2016, Vaswani et al. 2017, Mikolov et al. 2013, Johnson et al. 2019] and sophisticated retrieval procedures [Lewis et al. 2020], can produce images and natural language that revolutionize automated information interaction. The high quality of generative AI outputs often meets problem-solving demands, prompting changes in information systems. This includes adapting requirements engineering, personnel and process certification, and implementing stricter evaluation, monitoring, ethical, and regulatory frameworks. While these models boost efficiency and productivity, they also require an epistemological shift in how information systems are conceived, applied, and understood, across conceptual, technical, ethical, and cultural dimensions.

Today, in Brazil, the adoption of generative AI is underway; however, it faces significant obstacles that must be overcome for this movement to thrive and keep pace with global trends in the coming years. A study commissioned by SAS: Data and AI Solutions and conducted by the B2B market research agency Coleman Parkes [SAS Institute Inc. and Parkes 2024] highlights points that deserve close attention. This study ranks Brazil in 11th place globally in terms of generative AI adoption among companies (46% of Brazilian companies are engaging in this movement, compared to 54% worldwide), and identifies factors that hinder progress in Brazil, including:

- the difficulty of transitioning from the conceptual phase to practical application, and the challenge of establishing secure governance frameworks to ensure both value maximization and risk minimization — highlighting that generative AI creates value only when embedded within information systems that support business processes and enable services; and
- the lack of internal expertise, coupled with organizational leaders' acknowledgment that they do not possess full knowledge in this domain — underscoring the urgent need to develop mechanisms for training and upskilling information technology professionals in generative AI across all stages of the information system development lifecycle.

The Challenge for the Next Decade and Its Urgency and Criticality

The challenge is to create solid methodological and educational foundations to support the management and development of information systems with generative solutions, and to prepare Brazilian information technology professionals for this new way of interacting with information. This requires continuous attention over the next decade to ensure lasting solutions, but it must begin immediately. The urgency comes from the rapid growth of this field and the aggressive spread of foreign technologies in our country, bringing not only technology but also methods and values, imposing ways of life and work that undermine national autonomy and strengthen a form of colonialism.

2. The Criticality of Directing Community Efforts Toward Overcoming This Challenge

The transition to generative model-based information systems marks a conceptual and methodological milestone. It drives the development of more intelligent systems and demands technical progress, ethical rigor, creative engagement, and alignment with global players to secure Brazil's position in the field through effective use of generative AI. Nonetheless, while certifying bodies advance risk and accountability protocols [Jobin et al. 2019], core areas such as professional training and information system management evolve slowly. Implementation aspects of generative AI remain largely confined to discussions within the AI field, which often overlook the specificities of information systems and fail to address them with sufficient depth and sociotechnical responsibility [Bommasani et al. 2021].

The remainder of this section explores key aspects of the proposed challenge and presents examples of actions that can help overcome it, considering two fundamental dimensions: methodological and educational.

Methodological Foundations

The primary concern regarding generative models is that they employ statistical reasoning, inherently prone to errors manifesting as imprecise or incorrect information.

Specifically, in natural language generation, such inaccuracies may be obscured by the high linguistic quality of the output, causing both experts and nonexperts to accept falsehoods as truths [Zellers et al. 2019]. This issue has been mitigated through information retrieval procedures; however, these remain unreliable, as they also are based on inductive principles. The second concern pertains to the degree of autonomy imposed by generative models. These models are minimally, if at all, verifiable formally; i.e., even with a well-formulated task, there is no formal guarantee that the model's output will meet the specified requirements and constraints. Efforts to measure compliance have demanded substantial effort in AI [Bommasani et al. 2021], without producing satisfactory procedures for practical assurance.

Considering this uncertainty, the field of information systems needs to adopt mechanisms aware of the presence of generative AI in information systems, to associate confidence levels with the deployment of these systems [Mitchell et al. 2019, Floridi and Cowls 2022], taking into account their sociotechnical position, in which people, businesses, and organizations are impacted by their performance. This entails, for example, the explicitly indicating the presence of a generative model in the business management lifecycle, as an artifact or agent; the incorporation of the evaluation of generative AI's capabilities and limitations into the system's risk matrix; reformulating and formalizing the non-functional requirements of an information system, given the generative model's implicit functionalities; devising strategies to translate the outputs of a generative model into tangible elements for process monitoring; and establishing guidelines and regulations for generative models that consider the sociotechnical characteristics of an information system, thereby ensuring transparency regarding their use and assigned responsibilities.

Changes in the spectrum of concerns among process and project managers, as well as across the various roles assumed by Information Technology (IT) professionals throughout the information systems lifecycle, include, but are certainly not limited to, the following:

- Strategic planning with greater emphasis on infrastructure feasibility, accounting for direct costs (e.g., hardware) and indirect ones (e.g., sustainable energy). Alternatively, organizations may rely on third-party infrastructure, which introduces additional concerns regarding the delegation of information management responsibilities to external providers.
- Requirements and quality management must consider changes in system interactions with users and external systems. This will require defining minimum confidence thresholds, and embedding transparency and fairness issues into service level agreements.

- Development and maintenance phase will involve simulation and real-time monitoring (e.g., digital twins), telemetry for continuous output analysis, and the design of automated alerts against non-deterministic or adversarial behavior.
- Evolution and decommissioning phases will demand practices such as auditable reuse of interaction histories and the concept of ethical deactivation (e.g., the secure disposal of models or training data that may contain sensitive or proprietary content) as part of a broader governance framework.
- Transversally, human-AI collaboration reshapes roles in IT projects and in business process, requiring revised human resources strategies and accountability policies for AI-influenced decisions.

Educational Foundations

The rapid evolution of large generative models requires a shift in the knowledge and practices of IT professionals. Generative AI concepts should extend beyond those professionals directly involved in generative AI-model development [Rahwan 2018]. Other professionals in the information systems life cycle need training to understand the advantages, limitations, costs, and ethical, regulatory, and social risks of these models, enabling informed application decisions.

To address the complexities and opportunities introduced by generative models, it is necessary to reformulate curricula in the field of Information Systems, taking into account emerging roles for IT professionals. This calls for action from government agencies responsible for defining core curricula for technical and university-level programs, as well as from professional societies that guide the field's development in a national level, including processes related to certification and the training of auditors. However, given the urgency of the topic and the speed at which it is permeating society, targeted and feasible actions are required in the short term, particularly through the revision of course syllabi in subjects such as "Introduction to Information Systems", "Programming" (to incorporate prompt engineering concepts and practices), "Software Engineering", "Project Management", and "Process Management". It is therefore essential to integrate generative model conceptualization and practice with transversal topics such as ethics and law. In addition, to ensure the effectiveness of these courses, priority must be given to faculty training and the development of updated teaching materials.

3. The Risks of Not Making Progress in Solving This Challenge

Brazil faces organizational challenges that hinder the broader adoption of generative AI, the most critical of which is the lack of internal expertise. The aforementioned study [SAS Institute Inc. and Parkes 2024] also reveals a perception among IT professionals that the key lies in integrating generative AI into decision-making processes, supported by orchestration and governance layers. In other words, without adequate efforts to develop specialized knowledge in generative AI and information systems, to integrate generative models into educational curricula, and to raise both professional and organizational awareness, the national information systems sector may become inefficient and ineffective, jeopardizing any opportunity to position the Brazilian software and services industry as a sovereign technological innovator.

4. Related Problems, Fields, Knowledge, Actions, Initiatives, and Technologies Associated With This Challenge

The proposed challenge involves methodological and educational actions in information systems, linked to initiatives in AI and high-performance computing. It also addresses transversal issues like legal regulation, international relations, market positioning, and sustainability, given the environmental impact of generative models. Positioning the information systems field in the era of generative models demands an interdisciplinary approach within computing and administration fields, alongside a multi- and transdisciplinary perspective on the other fields mentioned and potential new ones.

Acknowledgments

The authors of this work would like to thank the Center for Artificial Intelligence (C4AI-USP) and the support from the São Paulo Research Foundation (FAPESP grant #2019/07665-4) and from the IBM Corporation. The authors would also like to thank the Programa de Bolsas Itau' (PBI) of the Centro de Ciéncia de Dados (C2D), supported by Itau Unibanco S.A. The last author is partially supported by CNPq grant Pq #305753/2022-3.

References

- Bommasani, R., Hudson, D. A., Adeli, E., Altman, R., Arora, S., von Arx, S., Bernstein, M. S., Bohg, J., Bosselut, A., Brunskill, E., et al. (2021). On the opportunities and risks of foundation models. arXiv preprint arXiv:2108.07258.
- Floridi, L. and Cowls, J. (2022). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society, chapter 22, pages 535–545. John Wiley Sons, Ltd.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
- Jobin, A., Ienca, M., and Vayena, E. (2019). The global landscape of ai ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, 1:389–399.
- Johnson, J., Douze, M., and Je'gou, H. (2019). Billion-scale similarity search with gpus. IEEE Transactions on Big Data, 7(3):535–547.
- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., et al. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks. In Advances in Neural Information Processing Systems, volume 33.
- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Advances in Neural Information Processing Systems, volume 26.
- Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., Raji, I. D., and Gebru, T. (2019). Model cards for model reporting. In Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, page 220–229. Association for Computing Machinery.
- Rahwan, I. (2018). Society-in-the-loop: Programming the algorithmic social contract. Ethics and Information Technology, 20(1):5–14.

SAS Institute Inc. and Parkes, C. (2024). Desafios e os potenciais da ia generativa no brasil: Como ter vantagem competitiva.

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., and Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In Advances in Neural Information Processing Systems, volume 30.

Zellers, R., Holtzman, A., Rashkin, H., Bisk, Y., Farhadi, A., and Choi, Y. (2019). Defend- ing against neural fake news. In Advances in Neural Information Processing Systems, pages 671–681.

Para Além do Tecnocentrismo: Transformando a Formação dos Profissionais de SI para a Próxima Década

Beronalda Messias da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Campus Suzano
Suzano - SP – Brasil

beronalda.silva@ifsp.edu.br

Abstract: A rápida mudança digital e da inteligência artificial traz desafios crescentes para a formação de profissionais Tecnologia da Informação (TI), historicamente baseada na educação tecnicista. Para superar o centrismo técnico, é essencial reformulação da cultura curricular que junte habilidades técnicas, críticas e interdisciplinares, capacitando profissionais para os desafios da próxima década.

Palavras-chave: Ensino, Tecnocentrismo, Interdisciplinaridade, Computação Crítica.

1. Uma Visão Crítica da Formação em TI: Desafios e Possibilidades

A rápida transformação digital dos últimos anos, sobretudo no campo da Inteligência Artificial (IA), traz desafios crescentes à formação de profissionais em Tecnologia da Informação (TI). Historicamente, essa formação tem sido moldada por um modelo tecnocentrista e predominantemente instrumental.

Para Patrício e Magnoni (2024), o tecnocentrismo se baseia na crença na superioridade da tecnologia e na sua capacidade de solucionar todos os problemas sociais, tornando-se o centro da realidade. Essa ideia, apesar de otimista, simplifica questões sociais, culturais, econômicas e políticas complexas que envolvem o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

Segundo Flores (2022), a abordagem tecnicista na educação busca racionalidade e eficiência para melhorar a qualidade e a eficácia do sistema educacional. Com origens no Fordismo, Taylorismo e Toyotismo, essa visão guia a formação para a inserção no mercado de trabalho, transformando o aluno em capital humano, limitado ao papel de executor técnico.

Assim, a próxima década exige uma reformulação profunda na formação de profissionais de TI, integrando não só habilidades técnicas avançadas, mas também habilidades críticas, éticas e interdisciplinares. O foco é capacitar esses profissionais para enfrentar desafios cada vez mais complexos e em constante transformação.

De acordo Cukierman, Teixeira e Prikladnicki (2007), um olhar sociotécnico permite compreender que a tecnologia não apenas modifica o ambiente social, mas também é mudada por ele. Isso exige abordagens interdisciplinares para lidar com os problemas contemporâneos da computação.

2. Por que é crítico que a comunidade direcione esforços para superá-lo?

A formação em TI precisa transcender o tecnocentrismo e mudar para um modelo de ensino que integre habilidades técnicas, sociais e críticas. Isso significa formar profissionais não só capacitados no uso de ferramentas tecnológicas, mas também preparados para avaliar seus efeitos, tomar decisões éticas e atuar no desenvolvimento de um ecossistema digital mais ético, justo e sustentável.

3. Quais os riscos se não avançarmos em sua resolução?

A imposição de modelos tecnológicos universalistas, que nem sempre se conectam com as realidades locais, pode limitar a criatividade e o potencial das tecnologias em promover um futuro digital justo, inclusivo, ético, socialmente responsável e sustentável.

4. Com quais outros problemas, áreas, conhecimentos, ações, iniciativas, tecnologias etc o desafio se relaciona?

O futuro digital exige profissionais que compreendam não só como a tecnologia funciona, mas também seus impactos sociais, culturais, econômicos e políticos. Para isso, é essencial um ensino que dialogue com áreas como História, Política, Antropologia, Filosofia e Sociologia, permitindo uma compreensão ampla das relações entre tecnologia e sociedade.

Entre os desafios mais urgentes e estratégicos para o futuro da tecnologia, esse tema se relaciona diretamente com ética no desenvolvimento da inteligência artificial, governança de dados e regulamentação, segurança e privacidade de dados, viés algorítmico e discriminação, explicabilidade e transparência da IA, eficiência computacional e sustentabilidade, além da soberania tecnológica e da crescente dependência de Big Techs.

Além disso, essa questão está profundamente conectada à educação e curricularização do ensino na área de TI. Para novos problemas são necessários novos paradigmas epistemológicos computacionais.

5. Outros desafios: contribuição dos avaliadores

As reflexões a seguir foram totalmente incorporadas a partir das contribuições recebidas na primeira fase de discussão e avaliação desta proposta. Trata-se de um acréscimo fundamental que amplia a abordagem inicial ao dar ênfase aos aspectos estruturais, institucionais e políticos a prevalência tecnicista na formação em Sistemas de

Informação. As ideias aqui apresentadas são de autoria exclusiva dos avaliadores e foram mantidas em sua essência para enriquecer o debate e fortalecer o escopo crítico da proposta.

Segundo os avaliadores, o desafio de superar o tecnocentrismo não se configura como inovação conceitual na área, pois as diretrizes curriculares de Sistemas de Informação já incluem abordagens sociotécnicas, interdisciplinares e o desenvolvimento de habilidade competências críticas e éticas. O problema estaria, portanto, menos nas formulações teóricas e mais na distância entre essas diretrizes e as práticas institucionais cotidianas.

Essa dissociação revela que o verdadeiro obstáculo reside nas estruturas institucionais, políticas e econômicas que mantêm o tecnicismo como orientação dominante. Logo, Trata-se de uma disputa epistemológica e política que vai além da simples mudança de conteúdos e exige um enfrentamento direto à cultura acadêmica moldada por valores neoliberais e voltadas para o mercado.

Nesse sentido, a sugestão ganha força se reformulada como um chamado à ação frente a essas estruturas, reconhecendo também o cenário atual de avanço de forças conservadoras que impossibilitam, atacam ou deslegitimam propostas formativas críticas. Redes como a Teia de Saberes e iniciativas voltadas à soberania tecnológica podem ser importantes aliadas nesse processo.

O presente texto busca manter viva a tensão entre o que está previsto nas diretrizes da área e o que de fato se realiza nos cursos de Sistemas de Informação, reconhecendo que superar o tecnocentrismo é um esforço que exige não apenas transformação curricular, mas a desestabilização ativa das forças que o sustentam, inclusive dentro da própria academia.

Referências

- Cukierman, H. L., Teixeira, C., & Prikladnicki, R. (2007). “Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software”. Revista De Informática Teórica E Aplicada, 14(2), 199–219. <https://doi.org/10.22456/2175-2745.5696> Acesso em: 10 de jan. 2025.
- Flores, R., y Espinal, J. (2022). “La pedagogía tecnicista fundamentos y concepciones”. Revista EDUCA UMCH, (20), 129-144. <https://doi.org/10.35756/educaumch.202220.23> Acesso em: 10 de jan. 2025.
- Patrício, Thiago Seti; Magnoni, Maria da Graça Mello. “Análisis de la Inteligencia Artificial basado en la Visión del Tecnocentrismo”. Revista Internacional de la Imagen, v. 9, n. 2, p. 81-95, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18848/2474-5197/CGP/v09i02/81-95>. Acesso em: 10 de jan. 2025