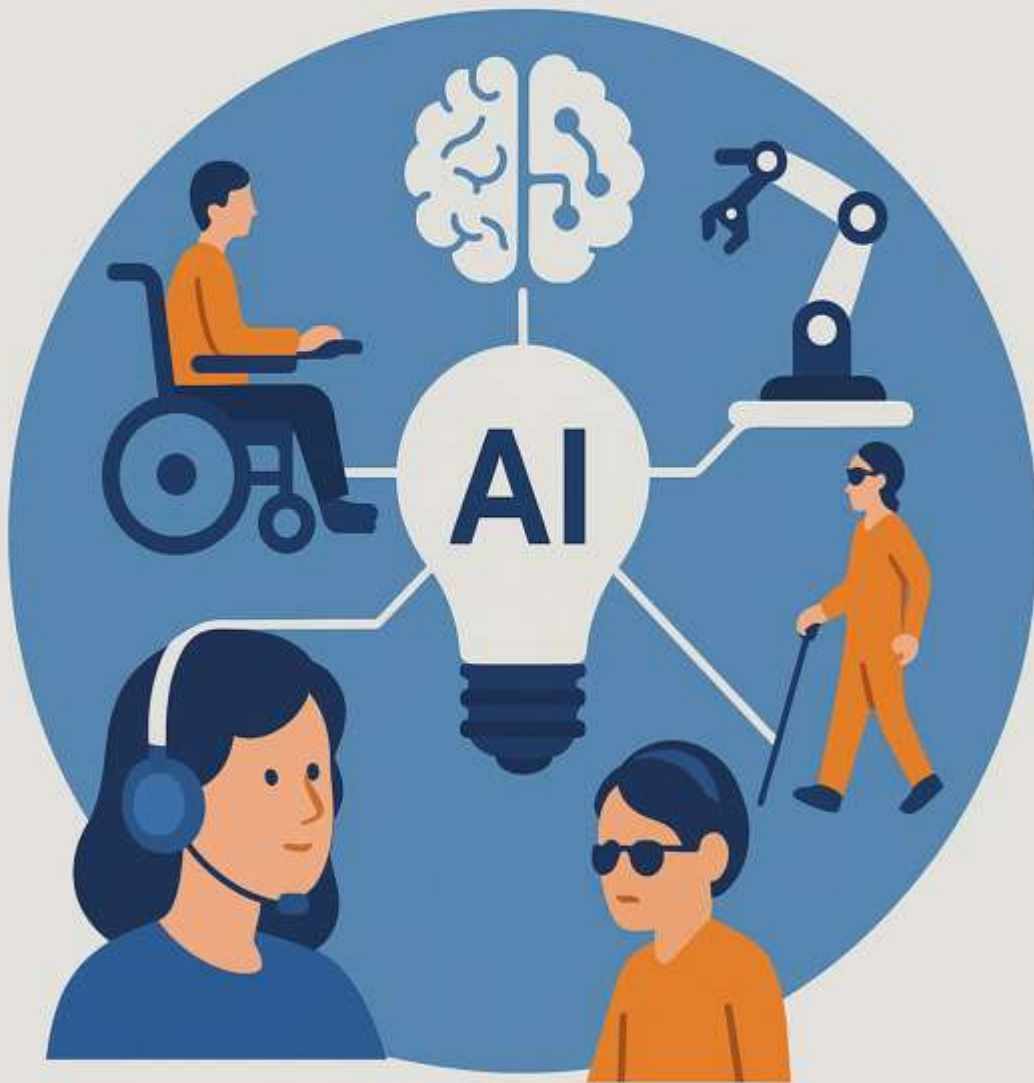


Metodologia de Automação Inclusiva Assistiva A(IA)²:

Desenvolvendo Soluções Tecnológicas
para uma Sociedade Equitativa



Julho-2025

Autor: Luiz Francisco Garavello

Instituição: Escola Nacional de Administração Pública (Enap)

E-mail: luiz.garavello@enap.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7459-3312>

Autor: Ulisses de Araújo

Instituição: Associação Centro de Treinamento de Educação Física Especial (CETEFÉ)

E-mail: cetefe@cetefe.org

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7421-1874>

Resumo

Automação Inclusiva Assistiva e Inteligência Artificial, denominado A(IA)², que propõe uma **metodologia** inovadora para o desenvolvimento de ambientes, produtos e serviços universalmente acessíveis.

O **projeto** foca no uso da tecnologia para eliminar sistematicamente as barreiras que afetam pessoas com deficiência e promover a inclusão social. São explorados os pilares conceituais do projeto — Empatia, Pessoas e diversidade funcional, Funcionalidades e Tecnologia — que culminam no conceito de "**Assistência Funcional**".

A **metodologia** A(IA)² integra design universal, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e robótica por meio de práticas de cocriação. Resultados concretos de protótipos, como o Mapa Tátil Sonoro, Quiosque Universal e Maquete 3D Acessível com Audiodescrição, são apresentados, com testes indicando melhorias significativas na usabilidade.

O objetivo central do projeto é mitigar barreiras, promover a participação ativa de todas as pessoas e, consequentemente, informar políticas públicas para um futuro mais equitativo.

Palavras-chave

Acessibilidade; automação inclusiva; design universal; inteligência artificial; Internet das Coisas; tecnologia assistiva; inclusão social; funcionalidade; cocriação; movimento maker.

1. Introdução

A Escola Nacional de Administração Pública (Enap), principal escola de governo do Brasil fundada em 1986 e vinculada ao Governo Federal, tem como foco a formação de servidores inovadores. Em 2021, a Enap foi o espaço adequado para o início do projeto de pesquisa experimental A(IA)² (Automação Inclusiva Assistiva e Inteligência Artificial) com o objetivo de tornar ambientes, produtos e serviços mais acessíveis.

A iniciativa busca identificar e solucionar barreiras à participação social, promovendo a plena inclusão por meio de práticas de codesign que integram **tecnologia, funcionalidade e empatia**.

Fundamentado na Lei Brasileira de Inclusão (**Lei nº 13.146/2015**), o projeto reconhece que a acessibilidade, um pilar dos direitos humanos, deve ser incorporada desde a concepção das soluções tecnológicas. Ao envolver pessoas com deficiência como protagonistas, o A(IA)² propõe uma **abordagem humanizada e transformadora** para o desenvolvimento de **soluções inclusivas**, enfrentando o desafio de muitas tecnologias que ainda não consideram as diferenças funcionais dos indivíduos.

2. Referencial Teórico

O projeto A(IA)² fundamenta-se em uma **visão humanística** que busca **promover autonomia e qualidade de vida**, pautando-se em pilares que valorizam a **diversidade humana e a personalização de soluções assistivas**. A eficácia dos protótipos depende não só da técnica, mas da

empatia, adequação e respeito à autonomia do usuário, sendo a IA uma ferramenta que potencializa a criação de sistemas adaptativos.

Os pilares conceituais são:

Empatia: A capacidade de discernir e compartilhar os sentimentos e perspectivas de outra pessoa em níveis cognitivo, emocional e comportamental. É um processo essencial para envolver usuários com deficiência no delineamento de tecnologias acessíveis e garantir sua voz ativa nos requisitos do projeto.

Pessoas e Diversidade Funcional: O conceito de "pessoas" abrange toda a diversidade humana. A deficiência não reside no indivíduo, mas na interação entre pessoas com deficiência (PCD) e as barreiras sociais que restringem sua participação, compreendendo-a como produto dessa interação e não como característica intrínseca.

Funcionalidades: Referem-se às capacidades **inerentes às pessoas para interagir com o mundo (sensorial, motora, intelectual)**. O projeto utiliza a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) para mapear barreiras e facilitadores, orientando os requisitos sensoriais e motores das soluções.

Ecossistemas Funcionais: Em vez de focar no déficit (modelo médico), o projeto adota o conceito de Ecossistemas Funcionais. Ao centrar a análise nos sentidos (visão, audição, tato), entende-se que **cada pessoa possui um conjunto singular de funcionalidades para interagir com o mundo**, mudando o foco da limitação para a diversidade de estratégias de pertencimento e substituindo o modelo biomédico.

Tecnologia como Assistência Funcional: A tecnologia é compreendida como conhecimento aplicado que, ao ser **combinado com o design universal, resulta na "Assistência Funcional"**. Este conceito refere-se a recursos e serviços **personalizados com base no padrão funcional de cada pessoa**, utilizando IoT, IA e robótica

como sua espinha dorsal, concebidos para atender ao padrão funcional específico de cada pessoa.

Na prática, isso significa que as soluções do A(IA)² não são concebidas como adaptações para um déficit, mas como sistemas nativamente flexíveis, capazes de oferecer respostas personalizadas aos padrões funcionais de cada indivíduo.

3. Metodologia

A metodologia do projeto é apoiada no **movimento maker**, com tecnologias que refletem o compromisso do projeto com a Assistência Funcional que é baseada em cinco pilares práticos:

- Criatividade,
- Funcionalidade,
- Colaboração,
- Sustentabilidade
- e Escalabilidade.

Neste contexto, a Sustentabilidade refere-se não apenas à viabilidade econômica, mas à manutenção e atualização contínua das soluções, enquanto a Escalabilidade visa garantir que os protótipos possam ser replicados e implementados em diferentes contextos e em larga escala, alinhados às políticas públicas.

3.1 Oficinas de Cocriação

O núcleo da metodologia são as oficinas de cocriação. Nelas, são reunidos de 5 a 8 participantes, incluindo pessoas com diferentes perfis funcionais, designers e engenheiros. Em ciclos ágeis e com o uso de ferramentas de prototipagem rápida, como impressão 3D e modelagem de IA, os participantes identificam problemas e esboçam soluções, garantindo que os usuários finais participem ativamente do processo desde a concepção.

3.2 Protótipos Desenvolvidos

Em parceria com a **Cetefe, Projeto Visão Inclusiva, Projeto Cidades Inteligentes Arquemes/RO, UnB/FT, Flex Modular e SesiLab**, foram desenvolvidos os seguintes protótipos multimodais:

- **Mapa Tátil Sonoro com tela em Libras:** Uma solução de orientação espacial que integra relevo 3D, braile e feedback auditivo, sincronizado com um painel em Libras, atendendo simultaneamente a um amplo espectro funcional.
- **Quiosque Universal:** Um totem interativo que oferece uma experiência inclusiva por meio de:
 - Tela sensível ao toque,
 - Mapa tátil com sensores de toque com audiodescrição,
 - Vídeos com descritor em libras,
 - A agente de Inteligência Artificial com informações sobre o espaço a ser visitado.
- **Maquete 3D Acessível com Audiodescrição:** Criada para pessoas cegas ou com baixa visão. A maquete integra sensores de presença e de toque que ativam áudio descrições detalhadas, permitindo a construção de uma imagem mental precisa do ambiente.

3.3 Imagens dos Protótipos



Primeira versão do Quiosque Universal – ENAP-2023.



Maquete 3D Acessível com sensores de toque do Congresso Nacional com Audiodescrição - Projeto Visão Inclusiva - 2024.



Segunda versão do Quiosque Universal – ENAP-2024.



Terceira versão do Quiosque Universal – UnB/FT-2025

4. Resultados e Discussão

Os testes de usabilidade demonstraram o impacto positivo da metodologia. Nos testes com o Quiosque Universal, com usuários deficientes visuais relataram uma redução no tempo para encontrar informações em

comparação com sistemas tradicionais, indicando maior eficiência. Uma usuária surda afirmou, ao interagir com o do descritor em Libras: "Senti que o totem estava conversando comigo", destacando o protagonismo do descritor em Libras.

O Mapa Tátil Sonoro também se mostrou eficaz, com participantes cegos e surdocegos validando a utilidade da integração de estímulos táteis, sonoros e visuais (Libras) para a orientação espacial, ressaltando o valor da multimodalidade.

4.1 Limitações e Desafios Éticos

O projeto demonstra plena consciência das limitações inerentes ao tamanho reduzido da amostra utilizada nos testes iniciais, um aspecto crucial para a validação estatística e generalização dos resultados. Em resposta a essa percepção, a equipe planeja meticulosamente a condução de estudos longitudinais abrangentes.

Essa abordagem permitirá não apenas observar a evolução e a sustentabilidade dos efeitos da intervenção ou tecnologia ao longo do tempo, mas também coletar um volume de dados significativamente maior e mais diversificado, essencial para a robustez das análises e a validação externa.

Paralelamente, o projeto enfrenta e reconhece os desafios éticos de grande envergadura que emergem do uso de inteligência artificial, especialmente no contexto de dados de saúde ou informações funcionalmente sensíveis dos usuários. A privacidade e a segurança desses dados são preocupações centrais, e o projeto está ativamente desenvolvendo e implementando protocolos rigorosos de proteção. Isso inclui a criptografia de ponta a ponta, a anonimização e pseudonimização de dados, além de políticas de acesso restrito e monitoramento contínuo para prevenir violações.

Outro desafio crítico abordado pelo projeto é a mitigação de vieses algorítmicos. O risco de que algoritmos possam inadvertidamente reforçar ou amplificar estereótipos existentes, ou gerar novas formas de

discriminação, é uma preocupação primordial.

Em suma, o projeto está profundamente comprometido com o desenvolvimento de diretrizes de governança de dados e um robusto framework de auditoria de algoritmos. Essas medidas não são apenas uma resposta aos desafios identificados, mas representam um pilar fundamental para garantir que a IA seja desenvolvida e utilizada de forma responsável, ética e benéfica para todos os usuários, promovendo a confiança e a aceitação pública da tecnologia.

4.2 Implicações para Políticas Públicas

Os resultados deste projeto inovador possuem implicações diretas e profundas para a formulação e implementação de políticas públicas. A integração dos princípios e requisitos do A(IA)2 em todos os editais de licitação destinados à aquisição de tecnologia representa uma estratégia poderosa para acelerar a universalização do acesso. Ao garantir que as soluções tecnológicas financiadas com recursos públicos sejam concebidas desde o início com acessibilidade em mente, otimiza-se o uso desses recursos, eliminando a necessidade de adaptações posteriores, que frequentemente são mais custosas e menos eficazes.

Essa abordagem proativa não apenas assegura que a tecnologia adquirida seja imediatamente utilizável por todos os cidadãos, independentemente de suas capacidades, mas também amplifica o impacto social em larga escala. Acessibilidade inerente significa maior inclusão, promovendo equidade digital e oportunidades para todos, fortalecendo a cidadania e o desenvolvimento social e econômico do país. Além disso, a adoção desses padrões pode fomentar a inovação no mercado, incentivando empresas a desenvolverem soluções mais inclusivas, beneficiando todo o ecossistema tecnológico.

5. Considerações Finais

O **A(IA)² vai além da tecnologia**: propõe um **novo paradigma de desenvolvimento inclusivo, centrado na empatia e na diversidade funcional**. A pesquisa demonstrou que a metodologia proposta permite o desenvolvimento de soluções tecnológicas que são robustas, adaptáveis e humanas. Ao colocar as pessoas e a empatia no centro do processo, o projeto busca dismantelar barreiras para a inclusão plena. Seus protótipos demonstram viabilidade e impacto, provando o potencial do A(IA)² para transformar a interação de pessoas com deficiência com o mundo. O projeto oferece contribuições relevantes para a construção de políticas públicas inclusivas, promovendo uma sociedade onde a tecnologia serve a todos. Conclui-se que este é um passo fundamental para um futuro mais justo, mas reconhece-se o desafio contínuo de expandir a visão, aprimorar continuamente as soluções e abordar proativamente as questões éticas emergentes.

6. Pesquisas Futuras

Pesquisas futuras devem se concentrar no desenvolvimento de modelos de negócio sustentáveis e na criação de mecanismos para a proteção de dados e a equidade algorítmica. Adicionalmente, recomenda-se explorar a aplicação da metodologia A(IA)² em outros domínios de alta relevância social, como em tecnologias educacionais e sistemas de saúde pública. Estudos comparativos sobre a eficácia de diferentes combinações de interfaces multimodais para perfis funcionais específicos também representam um campo fértil para investigações futuras.

Referências

BERTOLETI, Pedro. *Manual Maker: primeiros passos em Internet das Coisas*. 1. ed. São Paulo: Instituto Newton C. Braga (INCB), 2020. 176 p. ISBN 978-65-99034-63-3

BRASIL. Comunicação inclusiva. Brasília: Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência, Ministério dos Direitos Humanos, Governo Federal, [s.d.].

BRASIL. eMAG Conteudista – Módulo 1: introdução à acessibilidade na Web. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública – Enap, 2016.

BRASIL. eMAG Conteudista – Módulo 2: introdução à acessibilidade na Web. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública – Enap, 2016.

BRASIL. Lei n.º 13.146, de 6 de julho de 2015. Estatuto da Pessoa com Deficiência.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). *Estudos setoriais: acessibilidade e tecnologias assistivas*. Brasília: CGEE, 2022. 112 p.

BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. *Guia de boas práticas para acessibilidade digital*. Brasília: MDHC/SNDPD, 2023.

CONCEIÇÃO, Jacqueline Alves dos Santos da. Elaboração do Manual de Acessibilidade Urbana: proposta para o município de Seropédica/RJ. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública com ênfase em Governo Local) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2018.

DINIZ, Daniela; SASSAKI, Romeu Kazumi; SANTOS, Aderivaldo Ramos dos (Orgs.). *Levando a sério a acessibilidade*. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2007.

FERNANDES, Nelson da Cruz Monteiro. Cidades inovadoras: compras públicas como motor de inovação. Brasília: GNova – Diretoria de Inovação, Enap, 2025. 142 p. ISBN 978-65-87791-40-1. (Coleção Inovação na Prática).

GUIA – Grupo Português pelas Iniciativas em Acessibilidade; UNIVERSIDADE DE TRÁS- OS- MONTES E ALTO DOURO (UTAD). *Internet para Necessidades Especiais*. Vila Real: UTAD, 17 out. 1999.

MAGRANI, Eduardo. *A internet das coisas*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MOURÃO, Carolina Mota (edição revisada, atualizada e ampliada por Vítor Monteiro). Instrumentos jurídicos para inovação aberta. 2. ed. rev. atual. e ampl. Brasília: Enap, 2024. 124 p. ISBN 978-65-87791-41-8. (Coleção Inovação na Prática).

NIC.br – Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. *Guia prático de acessibilidade na web: inclusão digital*. São Paulo: NIC.br, 2016.

ONU. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. 2006.

PEREIRA DA SILVEIRA, João Leandro. *Movimento Maker: a prototipação das suas ideias – transformando criatividade em realidade*. 2025.

RESNA. Definitions of Assistive Technology. Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America, 1993.

SASSAKI, R. K. Inclusão: construindo uma sociedade para todos. Rio de Janeiro: WVA, 2006.

WHO. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). 2001.