Habilitando Educadores Maker na Era Digital: Desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem para os Profissionais dos Espaços Inovadores do IFAL

Jefferson S. de Farias[1], José Arthur da S. Teles[1], José Davi E. L. V. Cavalcante[1], Cassiano H. de Albuquerque[2], Líllian F. S. Ferreira[3]

[1]Campus Arapiraca – Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Arapiraca, AL – Brasil
[2]Campus Maragogi – Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Maragogi, AL – Brasil
[3]Centro de Educação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Maceió, AL – Brasil

{jsf25, jast1, jdelvvc1}@aluno.ifal.edu.br,
cassiano.henrique@ifal.edu.br, lillian.ferreira@cedu.ufal.br

Abstract. *This paper presents the development, implementation, and preliminary evaluation of a Virtual Learning Environment (VLE) for the continuing education of professionals at the Espaços 4.0 of the Federal Institute of Alagoas (IFAL). The study is part of a final-phase undergraduate research project that transposes the TPACK Maker model [Ferreira 2025] to an online setting, following Design-Based Research (DBR). A needs assessment with 28 professionals (14 coordinators, 6 instructors, and 8 monitors) revealed operational difficulties, problems of didactic transposition, and a lack of contextualized materials. These findings guided the system requirements and the organization of the training pathways in the institutional Moodle of IFAL. Owing to operational difficulties, the scope was reduced to two pathways: one already completed and running in the pilot course with 16 coordinators, and another under development. The contribution is a contextualized and scalable VLE model for training in public maker environments.*

Resumo. *Este artigo apresenta o desenvolvimento, a implementação e a avaliação preliminar de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para a formação continuada dos profissionais dos Espaços 4.0 do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). O trabalho integra um projeto de iniciação científica de Ensino Superior, em fase final, que transpõe o modelo TPACK Maker [Ferreira 2025] para a modalidade on-line, conduzido por ciclos de Pesquisa Baseada em Design (DBR). Um diagnóstico com 28 profissionais (14 coordenadores, 6 instrutores e 8 monitores) revelou dificuldades operacionais, problemas de transposição didática e ausência de materiais contextualizados. Esses achados orientaram os requisitos do sistema e a organização das trilhas formativas no Moodle institucional do IFAL. Diante de dificuldades operacionais, o escopo foi reduzido a duas trilhas: uma já concluída, em execução no curso piloto com 16 coordenadores, e outra em desenvolvimento. A contribuição é um modelo de AVA contextualizado e escalável para a formação em ambientes maker públicos.*

1. Introdução

A cultura maker tem sido adotada em instituições públicas de ensino como estratégia para aproximar os estudantes de práticas de criação, prototipagem e resolução de problemas. No Instituto Federal de Alagoas (IFAL), essa agenda se concretizou nos Espaços 4.0, laboratórios maker institucionalizados, instalados em contêineres adaptados e equipados com recursos de fabricação digital, robótica e outras tecnologias associadas à Indústria 4.0. Neste artigo, o termo Espaços Inovadores designa esse conjunto de laboratórios do IFAL. A instalação da infraestrutura, porém, não garante por si só a transformação pedagógica: o uso educacional desses ambientes depende da formação dos profissionais que planejam, mediam e avaliam as experiências de aprendizagem.

A tese de Ferreira [Ferreira 2025] mostrou que a formação de instrutores para espaços maker não pode se limitar à operação técnica dos equipamentos. É preciso articular conhecimentos tecnológicos, pedagógicos, curriculares e culturais, de modo que os participantes compreendam a cultura maker como prática educativa. A autora propôs o TPACK Maker como extensão do TPACK de Mishra e Koehler [Mishra and Koehler 2006], incorporando dimensões próprias da cultura maker, como colaboração, autoria compartilhada, abertura ao erro e aprendizagem pela experimentação [Blikstein 2013]. Esse modelo, no entanto, foi validado apenas em ciclos presenciais, o que limita seu alcance em uma instituição multicampi.

Este artigo apresenta resultados de um projeto de iniciação científica de Ensino Superior (PIBIC-ES) desenvolvido no IFAL, em fase final, cujo objetivo foi transpor o modelo formativo TPACK Maker, proposto por Ferreira [Ferreira 2025], para um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) voltado à formação continuada dos profissionais dos Espaços Inovadores. A contribuição não está em reapresentar a tese, e sim na virtualização, na implementação e na avaliação preliminar de um AVA derivado dela. O trabalho se organiza em três frentes: a sistematização de requisitos formativos a partir de um diagnóstico institucional; a organização de trilhas articuladas ao TPACK Maker no Moodle; e a implantação de um curso piloto com dados iniciais de uso.

O texto está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a contextualização; a Seção 3 descreve o método; a Seção 4 detalha o desenvolvimento e a implementação do AVA; a Seção 5 discute os resultados preliminares; e a Seção 6 traz as considerações finais.

2. Contextualização

A capacitação de instrutores e monitores para atuar em ambientes inovadores enfrenta desafios relevantes. As competências digitais necessárias vão além do uso básico de ferramentas: envolvem integrá-las de maneira pedagógica e inventiva para sustentar ambientes colaborativos. A Cultura Maker exige uma nova postura do educador, que precisa atuar em contextos de fabricação digital, como espaços maker e Fab Labs. É com base nesse referencial que o AVA do IFAL foi organizado, com foco em criatividade, pensamento crítico e trabalho colaborativo. Na própria instituição, a iniciativa EduMaker já buscou desenvolver qualificações técnicas alinhadas à Indústria 4.0 [Ferreira et al. 2022].

A implementação desses ambientes exige a mediação de uma tensão histórica: o contraste entre a cultura acadêmica tradicional, pautada por currículos estruturados e formais, e a cultura maker, de caráter iterativo e fundamentada na experimentação. O

AVA atua como ponte metodológica para essa transição. Sob a ótica da Classificação FE (Finalidade e Estrutura) [Albuquerque 2025], os Espaços 4.0 do IFAL transitam entre Espaços Maker Educacionais (EMED) e Comunitários (EMCO), o que exige que a formação do educador contemple tanto o rigor pedagógico quanto a sensibilidade para atuar com comunidades vulneráveis.

O AVA foca no desenvolvimento de cinco competências essenciais para a prática educativa maker, fundamentadas em Perrenoud [Perrenoud 1999] e Freire [Freire 1996]: ensinar pela aprendizagem prática, mantendo o rigor metódico em um contexto significativo; letrar-se em tecnologia, humanizando-a como recurso para a construção do conhecimento; planejar o tempo, proporcionando segurança, motivação, espaço para erros e pensamento crítico; estabelecer relações dialógicas baseadas no respeito e na troca de saberes; e comprometer-se com a formação contínua para transformar realidades. Sem formação adequada, os docentes costumam realizar atividades maker de maneira superficial e raramente as integram ao currículo.

Plataformas externas, como a LEGO Education Academy, a parceria Arduino Education com a Google for Education e iniciativas nacionais como o AVAMEC, ajudam na alfabetização tecnológica, mas não atendem à demanda por uma qualificação contextualizada para os instrutores do IFAL. A exigência institucional requer uma plataforma que desenvolva sistematicamente as competências maker na realidade dos Espaços 4.0, conectando a prática à inovação pedagógica e à disseminação de conhecimento entre universidade, escola e sociedade.

3. Método

O estudo adota a Pesquisa Baseada em Design (DBR), organizada em ciclos iterativos de análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação para tratar problemas educacionais em contextos reais [Wang and Hannafin 2005]. A escolha se justifica porque o AVA não é apenas um produto tecnológico, mas uma intervenção formativa situada, cujo valor depende da adequação ao contexto e da capacidade de ser refinada com evidências de uso. A proposta dá continuidade à tese de Ferreira [Ferreira 2025], que validou o modelo TPACK Maker nos Espaços 4.0 em ciclos presenciais, transpondo agora essa validação para um ambiente virtual.

No desenho instrucional, utiliza-se o framework TPACK Maker [Ferreira 2025], que expande o TPACK de Mishra e Koehler [Mishra and Koehler 2006] ao incorporar o Conhecimento da Cultura Maker. A Figura 1 ilustra o modelo TPACK e suas interseções: o Conhecimento Tecnológico (TK), o Pedagógico (PK) e o de Conteúdo (CK), com as zonas TPK, TCK e PCK e o núcleo TPACK, aplicados dentro de contextos de ensino. O TPACK Maker acrescenta a esse núcleo a dimensão da cultura maker.

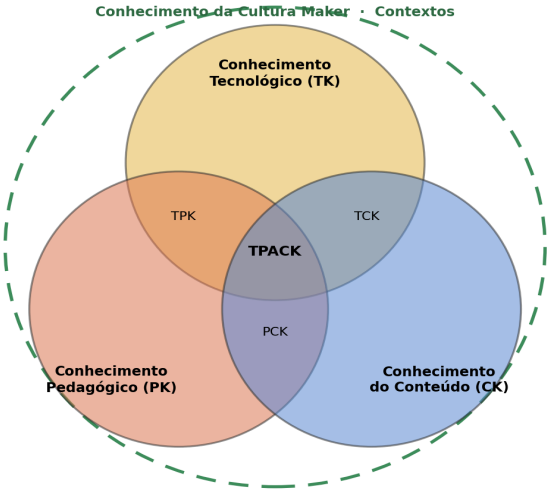


Figura 1. Modelo TPACK e suas interseções, base teórica do TPACK Maker e do desenho instrucional do AVA. O anel externo representa a Cultura Maker e os contextos de ensino. Elaborado pelos autores a partir de Mishra e Koehler (2006).

A fase de análise reuniu dados de 28 profissionais vinculados aos Espaços Inovadores do IFAL: 14 coordenadores, 6 instrutores e 8 monitores de diversos campi. Foram aplicados questionários estruturados e entrevistas semiestruturadas, seguindo as recomendações de Creswell [Creswell 2014]. Os dados foram tratados de forma agregada, sem identificação dos participantes, com o objetivo de mapear necessidades formativas, dificuldades operacionais e demandas de conteúdo. Os achados desse diagnóstico são apresentados na Seção 5.

4. Desenvolvimento e Implementação do AVA

Para subsidiar a construção da plataforma, a equipe analisou AVAs existentes, como o Ápice/FEBRACE e o ambiente da Fundação Bradesco, em busca de boas práticas de navegabilidade. Optou-se pelo Moodle, um sistema de gestão de aprendizagem (LMS) de código aberto que permite alta personalização e garante escalabilidade para todos os campi. Shattuck e Anderson [Shattuck and Anderson 2013] indicam que ambientes formativos estruturados por DBR ampliam o engajamento e a retenção dos cursistas, sobretudo quando refinados por iterações piloto.



Figura 2. Interface inicial do AVA (Moodle) para a formação de educadores, com o menu de navegação e os módulos estruturados, incluindo indicadores de progresso. Fonte: os autores.

A equipe dividiu o trabalho em frentes: parte dos pesquisadores aprofundou os modelos TPACK Maker e DBR para fundamentar o desenho instrucional, enquanto outra parte cuidou dos instrumentos de coleta e da arquitetura da interface. Como mostra a Figura 2, o ambiente adota uma arquitetura modular que facilita a progressão do estudante. O menu lateral apresenta o sequenciamento do curso, e a área central exibe os módulos com seus recursos e ferramentas de acompanhamento. Para favorecer a retenção e deslocar o foco do produto final para o processo investigativo, o percurso mistura textos, recursos multimídia, quizzes e simulações.

O ambiente integra a abordagem TPACK Maker, que ressignifica o erro técnico como ferramenta pedagógica, o modelo avaliativo TMI-E (Think, Make, Improve, Explore) e metodologias como STEAM e Design Thinking. A construção do desenho instrucional seguiu o framework ADDIE. O AVA foi concebido para oferecer cinco trilhas formativas; no entanto, diante das dificuldades operacionais descritas na Subseção 4.1, o escopo desta fase foi reduzido a duas trilhas:

- Introdução à Cultura Maker e Metodologias Ativas, já concluída e em execução no curso piloto;
- Desenvolvimento de Soft Skills em Ambientes Maker, voltada à mentoria de monitores, em desenvolvimento.

As demais trilhas previstas no projeto original — Prototipagem Digital e Impressão 3D, Robótica Educacional Virtual, Design de Projetos Maker com TPACK e Avaliação Formativa na Indústria 4.0 — foram adiadas para iterações futuras.

O AVA foi inicialmente desenvolvido em uma instância local do Moodle (v4.3.2) e, diante das limitações de hospedagem, migrado para o Moodle institucional do IFAL (moodle.ifal.edu.br), mantido pela Diretoria de Educação a Distância (Diread). A plataforma foi planejada para o uso de objetos de aprendizagem SCORM e para a futura integração com registros compatíveis com xAPI, mediante recursos específicos, além de integração LTI com simuladores e ferramentas H5P. A interface foi orientada pelas heurísticas de usabilidade de Nielsen [Nielsen 1994] e pelas diretrizes de acessibilidade WCAG 2.1 nível AA [W3C 2018].

4.1. Superação de desafios técnicos e implementação ágil

Durante a construção do AVA, o projeto precisou contornar restrições financeiras e técnicas. Inicialmente, a ausência de um serviço de hospedagem externa gratuito que suportasse a plataforma de forma estável levou a equipe a converter uma máquina local em servidor próprio, solução adotada como medida provisória. Diante das limitações dessa abordagem, optou-se por adaptar a proposta original e migrar o AVA para o Moodle institucional do IFAL, mantido pela Diretoria de Educação a Distância (Diread). Essa decisão garantiu hospedagem estável, integração com a infraestrutura da instituição e maior sustentabilidade, alinhando o ambiente à plataforma já consolidada no IFAL.

A migração, porém, trouxe novos condicionantes. Como este foi o primeiro contato dos pesquisadores com a administração avançada do Moodle, houve uma curva de aprendizado acentuada, e a configuração de conteúdos, os testes de usabilidade e a

adequação à acessibilidade dependeram dos fluxos e das permissões do ambiente institucional. Diante desses fatores, a equipe adotou metodologias ágeis de desenvolvimento e, de forma realista, reduziu o escopo desta fase a duas trilhas formativas, priorizando a entrega e a validação de uma trilha completa antes da expansão. Essa flexibilidade permitiu que o teste piloto ocorresse de forma integrada à formação da equipe e ao refinamento do sistema.

5. Resultados Preliminares e Discussão

Esta seção apresenta os resultados preliminares do projeto, ainda em sua fase final. Embora os dados consolidados do piloto só sejam fechados ao término do projeto, os achados já permitem discutir o desenho e a implementação do AVA.

5.1. Diagnóstico das necessidades formativas

O diagnóstico com os 28 profissionais (Figura 3) mostrou que todos relataram dificuldades operacionais no cotidiano dos laboratórios. Os achados se organizam em três categorias. A primeira, de infraestrutura, refere-se à manutenção e ao acesso contínuo aos equipamentos de fabricação digital. A segunda, de transposição didática, revela que o domínio técnico de uma ferramenta não se traduz automaticamente em estratégias de ensino: muitos profissionais sabem operar os equipamentos, mas têm dificuldade de integrá-los a atividades pedagógicas. A terceira, de materiais didáticos, aponta a carência de recursos contextualizados à realidade dos Espaços 4.0. Os participantes também manifestaram interesse prioritário em temas como inteligência artificial, impressão 3D, metodologia SCRUM e robótica educacional. Esses achados conversam com Ferreira [Ferreira 2025], que já havia identificado, nas formações presenciais, a predominância do foco técnico em detrimento da mediação pedagógica.

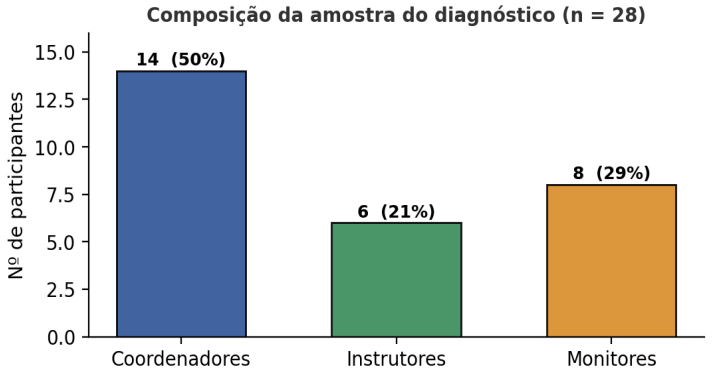


Figura 3. Composição da amostra do diagnóstico de necessidades (n = 28).

5.2. Requisitos derivados do diagnóstico

A etapa de design converteu cada necessidade identificada em requisitos concretos para o AVA. A Tabela 1 sintetiza essa relação.

Tabela 1. Necessidades do diagnóstico e requisitos incorporados ao AVA.

Necessidade identificada	Requisito incorporado ao AVA
Dificuldade de manutenção e acesso a equipamentos	Materiais assíncronos e tutoriais de apoio
Dificuldade de transposição didática	Trilhas com foco pedagógico e rubricas

Necessidade identificada	Requisito incorporado ao AVA
Carência de recursos contextualizados	Conteúdos voltados aos Espaços 4.0 do IFAL
Interesse em IA, impressão 3D, SCRUM e robótica	Trilhas temáticas e módulos específicos

Essa correspondência orientou a priorização dos conteúdos e o desenho das trilhas, e evitou que a plataforma se tornasse um repositório genérico de materiais.

5.3. Implementação do curso piloto

A implementação atual concentra-se na primeira das duas trilhas, o curso piloto de Educação Maker (trilha Introdução à Cultura Maker e Metodologias Ativas), voltado a uma turma de 16 coordenadores. No Moodle institucional do IFAL, já estão configurados a estrutura modular do curso, os vídeos e tutoriais, os quizzes adaptativos e os fóruns de discussão, com um banco de logs que registra acessos, duração das sessões e participação. A avaliação combina questionários em escala Likert, entrevistas e análise desses logs. A Figura 4 mostra um exemplo de questão do instrumento, usada para medir a compreensão conceitual e a mudança de percepção dos educadores. Os dados coletados nessa etapa orientam ajustes imediatos de usabilidade e de linguagem, antes da expansão para instrutores e monitores.

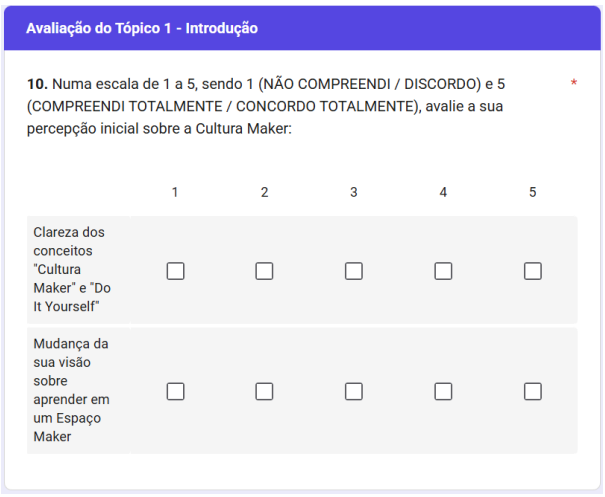


Figura 4. Exemplo de questão do instrumento de avaliação do curso piloto, em escala Likert, para medir a compreensão conceitual e a mudança de percepção dos educadores. Fonte: os autores.

5.4. Limitações e próximos passos

Os resultados aqui apresentados são preliminares: a avaliação final do piloto só será consolidada ao término do projeto, em agosto de 2026. Outra limitação é o escopo, restrito ao contexto do IFAL e reduzido a duas trilhas em razão das dificuldades operacionais, o que é coerente com a DBR, voltada a problemas situados e à geração de princípios de design transferíveis. Como próximos passos, está em desenvolvimento a segunda trilha, Desenvolvimento de Soft Skills em Ambientes Maker, que busca fortalecer a mentoria de monitores, a mediação de conflitos e a inteligência emocional, com previsão de participação de 32 monitores e instrutores. Na sequência, prevê-se a retomada das trilhas adiadas (Prototipagem Digital e Impressão 3D, Robótica Educacional Virtual, Design de Projetos Maker com TPACK e Avaliação Formativa na

Indústria 4.0) e a consolidação dos dados do piloto para orientar a institucionalização do AVA no Programa de Formação de Educadores Maker do IFAL.

6. Considerações Finais

Este estudo apresentou o desenvolvimento e a implementação preliminar de um AVA fundamentado no TPACK Maker para a formação dos profissionais dos Espaços Inovadores do IFAL. A adoção da Pesquisa Baseada em Design orientou o tratamento da complexidade do contexto maker e permitiu refinar a solução com base em dados empíricos. O diagnóstico com 28 profissionais, a definição de requisitos e a implantação do curso piloto formam a base sobre a qual a avaliação final será conduzida.

A efetividade da formação on-line dependerá da infraestrutura tecnológica dos campi e do apoio da gestão acadêmica. Para reduzir essas limitações, prevê-se a expansão gradual do AVA com parcerias institucionais, a garantia de equipamentos e a ampliação da coleta de dados de usabilidade. O ambiente e o desenho instrucional foram estruturados para que outras instituições públicas com espaços maker possam adotá-los e adaptá-los.

Os Espaços 4.0 atendem, em sua maioria, jovens de escolas públicas (92%), de baixa renda (78,5%) e autodeclarados pretos ou pardos (70,3%) [Albuquerque 2025]. Ao qualificar os educadores que mediam esses ambientes, a iniciativa dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, em especial os ODS 4, 9 e 10 [UNESCO 2017], e pode contribuir para ampliar a participação de grupos sub-representados nas áreas de STEAM, tema a ser investigado nas próximas etapas.

Agradecimentos. À PRPPI/IFAL pelo apoio institucional ao projeto e aos profissionais dos Espaços Inovadores que participaram do diagnóstico.

Referências

Albuquerque, C. H. de (2025) “Espaço 4.0: contribuições para a aprendizagem dos discentes no ambiente Maker do Instituto Federal de Alagoas”, Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Blikstein, P. (2013) “Digital fabrication and making in education: the democratization of invention”, In: FabLearn Proceedings, p. 1-21.

Creswell, J. W. (2014) Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens, 3. ed., Penso, Porto Alegre.

Ferreira, L. F. S. et al. (2022) “Formação EduMaker: mapeamento do perfil docente para atuar em cursos de qualificação tecnológica”, In: Tecnologias e Educação (GP 19), Realize Eventos Científicos & Editora, v. 19, p. 1-1052.

Ferreira, L. F. S. (2025) “Espaços maker em instituições públicas de ensino: a formação de instrutores para o Espaço 4.0 do IFAL”, Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Freire, P. (1996) Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa, Paz e Terra, São Paulo.

Mishra, P. and Koehler, M. J. (2006) “Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge”, Teachers College Record, v. 108, n. 6, p. 1017-1054.

Nielsen, J. (1994) Usability engineering, Academic Press, San Diego.

Perrenoud, P. (1999) Construir as competências desde a escola, Artmed, Porto Alegre.

Shattuck, J. and Anderson, T. (2013) “Using a design-based research study to identify principles for training instructors to teach online”, The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 14, n. 5, p. 186-210.

UNESCO (2017) Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem, UNESCO, Paris.

Wang, F. and Hannafin, M. J. (2005) “Design-based research and technology-enhanced learning environments”, Educational Technology Research and Development, v. 53, n. 4, p. 5-23.

W3C (2018) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, World Wide Web Consortium, Genebra.