

TECNOCOMP-LTI: PLATAFORMA INTEROPERÁVEL PARA DISTRIBUIÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS

TECNOCOMP-LTI: INTEROPERABLE PLATFORM FOR DISTRIBUTION OF EDUCATIONAL MODULES

TECNOCOMP-LTI: PLATAFORMA INTEROPERABLE PARA LA DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS EDUCATIVOS

João da Mata Libório Filho¹
Henrique dos Santos Galvim²
Kauê Wallace Coelho Olímpo³
Andriw Santos de Souza⁴
Adriene Chaves dos Santos⁵
Natália dos Santos Marinho⁶
Elisângela Silva de Oliveira⁷

RESUMO: Este artigo apresenta a plataforma Tecno-comp-LTI, desenvolvida para viabilizar a interoperabilidade de módulos educacionais em sistemas de gerenciamento de aprendizagem (LMS) por meio do padrão LTI 1.3. A arquitetura proposta permite o uso descentralizado e o versionamento de conteúdos digitais, integrando-se a diferentes LMS. O estudo envolve o desenvolvimento técnico da plataforma e a avaliação de sua aceitação com base no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). Os resultados indicam alta aceitação por parte dos usuários, destacando a contribuição da solução para o compartilhamento eficiente de conteúdos educacionais.

Palavras-chave: Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM). Módulos Educacionais. Sistema de Gestão de Aprendizagem (LMS).

1

ABSTRACT: This article presents the Tecno-comp-LTI platform, developed to enable the interoperability of educational modules in Learning Management Systems (LMS) through the LTI 1.3 standard. The proposed architecture allows decentralized use and versioning of digital content, integrating with different LMSs. The study includes the technical development of the platform and an evaluation of its acceptance based on the Technology Acceptance Model (TAM). The results indicate high user acceptance, highlighting the platform's contribution to the efficient sharing of educational content.

Keywords: Technology Acceptance Model (TAM). Educational Modules. Learning Management System (LMS).

¹ Doutor em Informática pelo Instituto de Computação (ICOMP/UFAM), docente Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

² Licenciado em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

³ Discente do curso de Licenciatura em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁴ Discente do curso de Licenciatura em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁵ Discente do curso de Licenciatura em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁶ Discente do curso de Licenciatura em Computação pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

⁷ Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências (REAMEC), da Universidade Federal do Mato Grosso (2016). Mestre em Ensino de Ciências na Amazônia pela Universidade do Estado do Amazonas (2010). Licenciada em Pedagogia pela Universidade Federal do Amazonas (1994). Docente Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT).

RESUMEN: Este artículo presenta la plataforma Tecnocomp-LTI, desarrollada para facilitar la interoperabilidad de módulos educativos en sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) que utilizan el estándar LTI 1.3. La arquitectura propuesta permite el uso descentralizado y el control de versiones del contenido digital, integrándose con diferentes LMS. El estudio comprende el desarrollo técnico de la plataforma y la evaluación de su aceptación según el Modelo de Aceptación de Tecnología (MAT). Los resultados indican una alta aceptación por parte de los usuarios, lo que destaca la contribución de la solución a la compartición eficiente de contenido educativo.

Palabras clave: Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM). Módulos Educativos. Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS).

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observou-se um crescimento significativo na oferta de cursos online apoiados por sistema de gestão de aprendizagem (LMS, do inglês *Learning Management System*), movimento que foi intensificado durante a pandemia da COVID-19 (MACLIN, 2022). Instituições de Ensino Superior (IES) passaram a adotar modelos de ensino a distância (EaD) e híbridos, organizados frequentemente em redes de colaboração (MSAMBA e LYIMO, 2024). Nessas redes, é comum que os objetos de aprendizagem — como videoaulas, textos, quizzes e outros recursos — sejam produzidos por uma das instituições participantes e, posteriormente, compartilhados com as demais, geralmente por meio da exportação e restauração de *backups* de cursos. Esse modelo é adotado, por exemplo, em programas como a Universidade Aberta do Brasil (UAB) (BRASIL, 2025) e em Mestrados Profissionais em Rede, como o ProfSaúde (PROSAÚDE, 2016).

Apesar de funcionais, os LMSs tradicionais apresentam limitações quanto à personalização da aparência e da estrutura dos módulos educacionais. Mesmo com o uso de *templates*, muitas vezes não é possível oferecer uma experiência de navegação moderna, responsiva e centrada na experiência do usuário. Além disso, o modelo de replicação por *backups* compromete a escalabilidade e a manutenção dos conteúdos em redes interinstitucionais.

Diante desse cenário, este trabalho parte da seguinte problemática: como elaborar uma plataforma interoperável entre LMS que permita a produção e distribuição de módulos educacionais com visual moderno, progresso avaliativo e conteúdo multimídia, mantendo a centralização dos recursos e evitando a replicação por *backups*?

Como resposta a essa questão, propomos a arquitetura e implementamos uma plataforma, denominada Tecnocomp-LTI, concebida para permitir a autoria de módulos educacionais com design moderno, integrados a LMS por meio do padrão *Learning Tools*

Interoperability (LTI). A proposta visa ampliar as possibilidades pedagógicas e técnicas de instituições que atuam em rede, promovendo uma experiência mais flexível e atraente para os estudantes.

A metodologia adotada envolveu: (i) uma revisão de literatura sobre LMS, suas arquiteturas e tecnologias de integração; (ii) um estudo aprofundado sobre o padrão LTI e sua implementação; (iii) o projeto da arquitetura da plataforma Tecnocomp-LTI; (iv) o desenvolvimento da ferramenta seguindo um ciclo de vida interativo e incremental; e (v) a criação e oferta de dois cursos de extensão autoinstrucionais, cujos módulos foram integrados ao LMS Moodle via LTI. Por fim, a aceitação da ferramenta foi avaliada com estudantes utilizando uma adaptação do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM, do inglês *Technology Acceptance Model*).

Este artigo está organizado em sete seções, além desta introdução. A Seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando os LMS e suas limitações, o padrão LTI, a interoperabilidade entre plataformas e os trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve a arquitetura da plataforma Tecnocomp-LTI. A Seção 4 apresenta dois cenários de aplicação da ferramenta em contextos educacionais distintos. A Seção 5 detalha a metodologia adotada na pesquisa, enquanto a Seção 6 trata da avaliação da ferramenta com base no TAM. A Seção 7 discute os principais achados do estudo, e a Seção 8 apresenta as considerações finais e as perspectivas para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o referencial teórico essencial para o entendimento dos fundamentos deste trabalho.

2.1. Sistemas de Gestão de Aprendizagem e suas Limitações

Sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) são sistemas amplamente utilizados por instituições educacionais para organizar e gerenciar cursos online. Ferramentas tradicionais, e amplamente utilizadas, como Moodle, Canvas e Blackboard oferecem funcionalidades essenciais como publicação de conteúdos, avaliação de desempenho, gerenciamento de cursos e turmas, e comunicação entre participantes (AMUTHA e PRASATH, 2023). No entanto, a maioria desses sistemas apresenta restrições quando se trata de personalização da experiência do usuário e modernização do *layout* visual dos módulos educacionais. A customização visual muitas vezes depende do conhecimento técnico em temas e *plugins* específicos da plataforma, o

que limita a adoção de experiências pedagógicas mais imersivas e centradas no estudante (STOESZ e NIKNAM, 2022).

Esses LMSs tradicionais foram desenvolvidos com foco na gestão da aprendizagem, não necessariamente na experiência imersiva do usuário. Isso significa que sua arquitetura prioriza funcionalidades administrativas (como controle de notas, presença, e entrega de atividades), enquanto deixa de lado flexibilidade estética, interatividade e adaptação pedagógica (KHATSER e KHATSER, 2022) (MASLOV, NIKOU e HANSEN, 2021).

Além disso, em contextos colaborativos, como programas em rede, por exemplo UAB e ProfSaúde, é comum a prática de compartilhamento de cursos via *backups*, o que compromete a integridade, a consistência e a atualização dos conteúdos distribuídos, dificultando a manutenção e a rastreabilidade das versões dos objetos de aprendizagem.

2.2. Padrão LTI e Interoperabilidade entre Plataformas

O padrão *Learning Tools Interoperability* (LTI), desenvolvido pela IMS *Global Learning Consortium*, permite que ferramentas externas sejam integradas de forma transparente a diferentes LMSs, assegurando interoperabilidade, reuso e centralização dos conteúdos (IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM, 2023). Por meio de LTI, é possível que um conteúdo hospedado em uma plataforma própria seja “consumido” dentro de um curso em um LMS, preservando identidade, progresso do estudante e comunicação bidirecional entre os ambientes.

A versão mais recente, o LTI 1.3, introduziu melhorias significativas em segurança, utilizando o protocolo OAuth 2.0 e tokens JWT para autenticação e autorização. Isso facilita a criação de arquiteturas distribuídas, nas quais conteúdos educacionais são centralizados em um repositório único e acessados sob demanda por diferentes instituições sem necessidade de replicação de cursos ou reconfiguração local (IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM, 2019).

2.3. Trabalhos Relacionados

A integração de ferramentas educacionais aos LMSs é um tema recorrente na literatura, com diversas abordagens propostas para melhorar a interoperabilidade e a experiência de aprendizagem. Os trabalhos a seguir são agrupados conforme suas abordagens de integração e tipos de ferramentas ou conteúdos integrados.

2.3.1. Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos propõem integrações com LMSs utilizando APIs (*Application Programming Interface*) proprietárias, adaptadores ou *plugins* específicos, o que pode limitar a interoperabilidade e a escalabilidade das soluções.

Veiga et al. (2016) propõem uma abordagem de ecossistemas de *software* para o domínio de *e-learning*, visando permitir o desenvolvimento, compartilhamento e reuso de serviços educacionais por meio da extensão dos sistemas de informação existentes nos LMSs. A proposta busca transformar os LMSs em plataformas que permitam a colaboração interorganizacional. No entanto, a ausência do uso de padrões amplamente adotados, como o LTI, pode dificultar a integração com diferentes sistemas e limitar a reutilização dos serviços desenvolvidos.

Mattos et al. (2022) apresentam o desenvolvimento de um Agente Pedagógico Conversacional (APC) para o domínio de Introdução à Programação e sua integração ao ambiente virtual Moodle. A integração é realizada por meio de *plugins* específicos, o que pode restringir a compatibilidade com outros LMSs e dificultar a manutenção e atualização da ferramenta.

2.3.2. Integrações Utilizando o padrão LTI

O padrão LTI tem sido amplamente adotado para facilitar a integração de ferramentas educacionais com LMSs, promovendo maior interoperabilidade e segurança.

Díaz-Redondo et al. (2023) propõem a adição de conteúdo de microaprendizagem a ambientes de aprendizagem a distância mais formais (LMSs tradicionais), com o objetivo de aproveitar ambas as filosofias de aprendizagem. A abordagem é baseada em uma Arquitetura Orientada a Serviços (SOA, do inglês *Service-Oriented Architecture*) implantada na nuvem, utilizando os padrões LTI e LIS (*Learning Information Service*). A utilização do LTI permite a integração eficiente dos conteúdos de microaprendizagem aos LMSs existentes, facilitando o acesso e o monitoramento do progresso dos alunos.

Mzwri e Turcsányi-szabo (2025) introduzem o mecanismo de Integração Dinâmica de Conteúdo do Curso (DCCI, do inglês *Dynamic Course Content Integration*), que recupera e integra dinamicamente o conteúdo do curso e o currículo do LMS Canvas no assistente Ask ME, alimentado por LLM (do inglês, *Large Language Models*). Ao empregar engenharia de *prompt* para estruturar o conteúdo recuperado dentro da janela de contexto do LLM, o DCCI garante precisão, relevância e alinhamento contextual, mitigando informações imprecisas. A integração

com o LMS é realizada por meio do padrão LTI, assegurando a interoperabilidade e a segurança na troca de informações.

Khosravi, Kitto e Williams (2019) apresentam a plataforma RiPPLE, uma plataforma adaptativa baseada em *crowdsourcing* que recomenda atividades de aprendizagem personalizadas aos estudantes com base em seu estado de conhecimento, a partir de um conjunto de atividades geradas por educadores e pelos próprios estudantes. A plataforma pode ser utilizada como uma ferramenta autônoma ou integrada a qualquer LMS que suporte o padrão LTI. A funcionalidade de recomendação adaptativa e a possibilidade de co-criação de conteúdo pelos alunos destacam-se como diferenciais da plataforma.

A proposta da Tecnocomp-LTI se distingue das abordagens mencionadas por integrar o padrão LTI 1.3 à entrega de módulos educacionais completos, com foco na modernização visual, acompanhamento do progresso avaliativo e centralização dos conteúdos para uso em rede institucional. Diferentemente de soluções que priorizam apenas a mediação por meio de assistentes baseados em LLMs ou a integração pontual de objetos de aprendizagem, a Tecnocomp-LTI responde diretamente às limitações observadas nos LMSs tradicionais quanto à reutilização, curadoria e interoperabilidade de conteúdo. Ao adotar uma arquitetura escalável e centrada na experiência do usuário, a plataforma oferece uma solução sustentável e replicável, especialmente adequada a instituições públicas que demandam autonomia na gestão de seus recursos educacionais digitais.

6

3. ARQUITETURA DA PLATAFORMA TECNOCOMP-LTI

A arquitetura da plataforma Tecnocomp-LTI foi desenhada para estruturar a criação, o gerenciamento e a distribuição de módulos educacionais padronizados e reutilizáveis, mantendo independência em relação aos LMSs que os consomem. A solução é orientada à interoperabilidade, ao desacoplamento funcional e à atualização centralizada, apoiando diferentes LMSs via o padrão LTI 1.3, sem necessidade de replicação de cursos ou conteúdos por meio de backups.

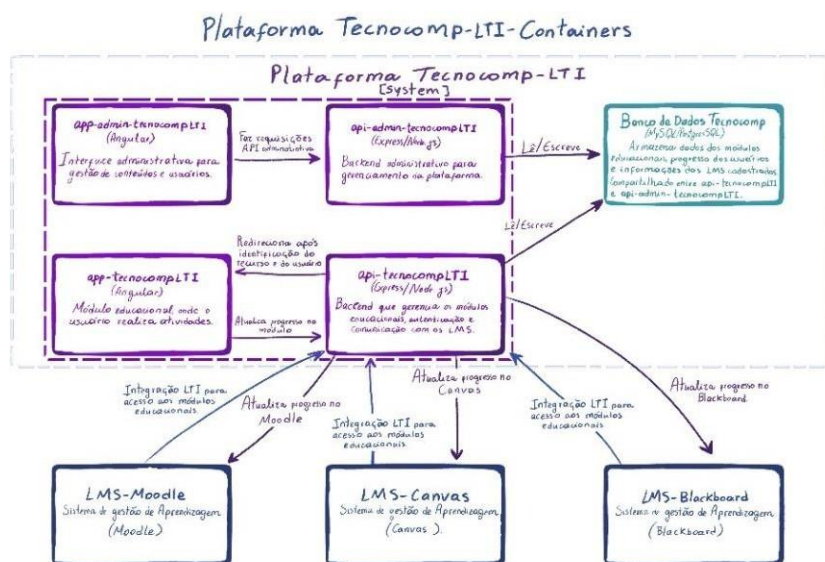
Cada módulo funciona como um objeto educacional encapsulado, composto por múltiplos tópicos, com videoaulas, texto de apoio, estilo slide, materiais complementares, atividades formativas e *ebook* em pdf para *download*. A navegação dentro do módulo é condicional: os tópicos são desbloqueados progressivamente à medida que o estudante assiste às videoaulas e realiza as atividades formativas.

A arquitetura foi projetada para que os módulos possam ser criados e atualizados em um sistema administrativo independente, enquanto o *backend* responsável pela entrega via LTI é capaz de lidar com múltiplos módulos e múltiplos LMSs conectados simultaneamente, atuando como uma camada de integração comum.

3.1. Visão Geral da Arquitetura

A plataforma está estruturada em quatro blocos funcionais principais, conforme ilustrado na Figura 1. Embora desacoplados em sua implementação, esses componentes compartilham um banco de dados comum, o que permite a integração entre os serviços mantendo a modularidade e a independência funcional de cada módulo.

Figura 1. Diagrama de Contêineres da plataforma Tecnocomp-LTI.



API-Admin-Tecnocomp-LTI: serviço responsável pela implementação do modelo de dados e da lógica de negócio do módulo administrativo da plataforma, desenvolvido em Node.js com os frameworks Express e Sequelize. Atua como backend da aplicação App-Admin-Tecnocomp-LTI, fornecendo as interfaces RESTful para gerenciamento dos módulos educacionais.

App-Admin-Tecnocomp-LTI: aplicação web desenvolvida em Angular 16 com Angular Material, dedicada à criação, organização e curadoria dos módulos educacionais. Embora não integre diretamente a camada de entrega LTI, compartilha a mesma base de dados com os demais serviços da plataforma. Permite autonomia na curadoria de conteúdos e no controle de

versionamento dos módulos. A comunicação com a API- Admin-Tecnocomp-LTI é realizada por meio de chamadas RESTful.

API-Tecnocomp-LTI: serviço central da plataforma, também implementado em Node.js (Express + Sequelize), que opera como ferramenta provedora de módulos educacionais conforme o padrão LTI 1.3. É responsável pela autenticação segura com os LMSs consumidores (utilizando OAuth 2.0 e JWT), rastreamento do progresso dos usuários, armazenamento de dados e envio de notas de desempenho para o LMS. Trata-se de uma API padronizada e genérica, capaz de servir qualquer módulo educacional ativo sem necessidade de modificações em sua lógica.

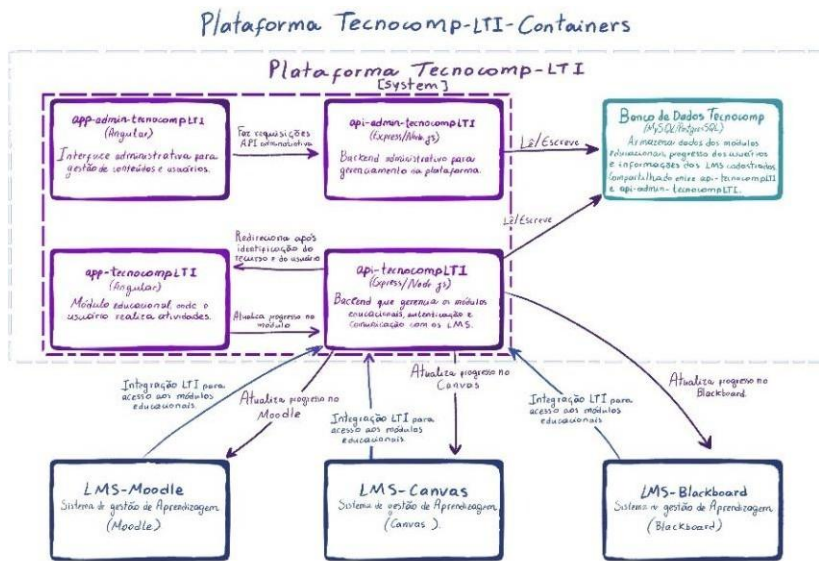
App-Tecnocomp-LTI: aplicação web desenvolvida em Angular 16 com Angular Material, projetada com foco em responsividade e experiência do usuário. É responsável pela apresentação dos módulos educacionais aos estudantes. Cada módulo é carregado dinamicamente com base no identificador recebido durante o lançamento via LTI, exibindo o conteúdo conforme o progresso individual registrado. A comunicação com a API-Tecnocomp-LTI também é realizada via chamadas RESTful.

LMSs Consumidores: qualquer Ambiente Virtual de Aprendizagem compatível com o padrão LTI 1.3 pode ser configurado como consumidor da plataforma Tecnocomp- LTI, integrando um ou mais módulos educacionais em suas ofertas formativas.

3.2. Comunicação e Fluxo de Acesso

A Figura 2 ilustra, de forma abstrata, a comunicação entre o LMS e a plataforma Tecnocomp-LTI. Essa comunicação é iniciada quando o usuário acessa o LMS e seleciona a atividade correspondente ao módulo educacional integrado. Nesse momento, o LMS atua como consumidor LTI, a API-Tecnocomp-LTI registra os dados de autenticação no banco de dados e redireciona o usuário para o *endpoint* de lançamento LTI fornecido por ela, conforme especificado no padrão LTI 1.3.

Figura 2. Comunicação entre o LMS e a plataforma Tecnocomp-LTI



Ao receber a requisição, a API-Tecnocomp-LTI valida os dados transmitidos pelo LMS, os quais incluem informações de autenticação, identificação do usuário, contexto do curso e perfil de acesso, como aluno ou professor. Essa validação é realizada com base no protocolo OAuth 2.0 e no uso de tokens JWT, assegurando a segurança e a integridade do processo de autenticação. Estando os dados corretos, a API-Tecnocomp-LTI registra as informações recebidas e cria uma nova sessão de usuário na plataforma.

Em seguida, o usuário é automaticamente redirecionado para o App-Tecnocomp-LTI correspondente ao módulo educacional solicitado. Esse aplicativo acessa, por meio da API-Tecnocomp-LTI, dados como o progresso anterior do estudante, seu nome e a estrutura do módulo. Com base nessas informações, o módulo é iniciado a partir do ponto apropriado.

Durante a execução do módulo, o App-Tecnocomp-LTI comunica-se continuamente com a API-Tecnocomp-LTI por meio de requisições REST para registrar eventos relevantes, como o progresso do estudante, respostas às atividades, comentários e outras interações. Esses dados são armazenados na base de dados da plataforma, permitindo a preservação do histórico de uso e a retomada do conteúdo a qualquer momento.

Ao concluir atividades avaliativas do módulo, a plataforma calcula a nota e a envia de volta ao LMS, utilizando os parâmetros estabelecidos na sessão LTI. Somente após a finalização de todas as etapas internas, a atividade correspondente no LMS é marcada como concluída, com a atribuição automática da nota máxima.

4. CENÁRIOS DE USO

Para demonstrar a aplicabilidade da plataforma Tecnocomp-LTI em contextos reais de ensino, são apresentados a seguir cenários representativos que evidenciam desafios enfrentados em iniciativas educacionais em rede, bem como o potencial da ferramenta para enfrentá-los de forma eficaz.

4.1. Cursos em Rede

Em cursos ofertados em rede, como os da Universidade Aberta do Brasil (UAB/CAPES) e os Mestrados/Doutorado Profissionais em Rede, é comum que cada instituição participante mantenha seu próprio LMS, geralmente baseado na plataforma Moodle. Nesse modelo, as universidades são responsáveis tanto pela gestão de seus próprios alunos e professores quanto pela gestão da oferta das disciplinas. Frequentemente, os módulos didáticos são elaborados por uma universidade ou consórcio responsável e posteriormente distribuídos às demais por meio de backups ou pacotes de restauração do Moodle.

Esse processo, embora funcional, apresenta limitações consideráveis: incompatibilidades entre versões do LMS, redundância de esforços e dificuldade na atualização e manutenção dos materiais. Caso alguma instituição utilize uma versão diferente do Moodle ou outro LMS, a

10

integração dos conteúdos pode se tornar inviável ou exigir adaptações técnicas complexas. A plataforma Tecnocomp-LTI propõe uma solução para esse cenário ao permitir que os módulos educacionais sejam desenvolvidos e mantidos externamente ao LMS. Esses módulos podem ser incorporados aos ambientes institucionais por meio do padrão LTI, bastando para isso o registro da plataforma no LMS e o uso de chaves de integração. Com isso, todas as atualizações e revisões de conteúdo dos módulos são centralizadas na instância da Tecnocomp-LTI, eliminando a necessidade de replicação por backup e garantindo consistência na entrega dos materiais.

Além disso, a ferramenta funciona como um repositório centralizado de módulos educacionais reutilizáveis, o que possibilita sua recombinação para a criação de diferentes cursos, de acordo com as demandas pedagógicas locais. Dessa forma, um curso pode ser estruturado em um LMS institucional a partir da seleção de um ou mais módulos integrados via Tecnocomp-LTI, promovendo flexibilidade, padronização e escalabilidade no ensino em rede.

4.2. Comercialização de Módulos Educacionais para Cursos EaD

Um cenário cada vez mais comum no contexto da educação a distância (EaD) é a comercialização de módulos educacionais por instituições especializadas em produção de conteúdo digital. Muitas instituições de ensino superior, redes de ensino e entidades de formação continuada desejam ofertar cursos em formato EaD, mas não dispõem de equipes docentes, conteudistas ou equipes multidisciplinares especializadas em design instrucional e produção de materiais didáticos digitais. Nesses casos, é comum que optem por adquirir conteúdos prontos, que serão utilizados na composição de disciplinas e cursos sob sua própria gestão acadêmica e administrativa.

Nesse modelo, a instituição produtora atua como provedora de módulos educacionais licenciáveis, enquanto as instituições contratantes mantêm a gestão dos cursos, integrando os conteúdos adquiridos em seus próprios LMS. A plataforma Tecnocomp-LTI se insere nesse cenário como uma infraestrutura tecnológica de apoio à distribuição e interoperabilidade de conteúdos educacionais, permitindo que os módulos produzidos sejam integrados diretamente aos LMS das instituições licenciadas por meio do padrão LTI, sem a necessidade de transferir arquivos, realizar backups ou executar processos manuais de instalação.

Além de simplificar a logística de entrega dos conteúdos, o uso da Tecnocomp-LTI garante que atualizações e correções realizadas nos módulos pelo fornecedor sejam automaticamente refletidas nas instâncias conectadas, assegurando consistência e economia de tempo para ambas as partes. Esse modelo também favorece o controle de licenciamento, pois a ferramenta pode registrar quais instituições estão autorizadas a acessar determinados módulos, promovendo segurança, escalabilidade e reusabilidade na comercialização de conteúdos educacionais digitais.

11

5. MÉTODOS DE PESQUISA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza qualitativa e quantitativa, com abordagem metodológica mista, contemplando o desenvolvimento tecnológico e a avaliação empírica de uma solução para integração de conteúdos educacionais a LMSs. O estudo adota uma perspectiva exploratória e descritiva, uma vez que investiga as possibilidades de aplicação do padrão LTI no contexto educacional e descreve a arquitetura e o funcionamento da plataforma Tecnocomp-LTI. Além disso, incorpora um componente experimental por meio da oferta de cursos reais em que a ferramenta foi utilizada, e sua aceitação foi avaliada com base

em uma adaptação do TAM, permitindo triangulação entre aspectos técnicos, pedagógicos e perceptivos.

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada em etapas complementares que buscaram assegurar o embasamento teórico, a viabilidade técnica e a avaliação empírica da ferramenta desenvolvida. Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura sobre LMSs, com foco em suas arquiteturas e mecanismos de integração, de modo a compreender os principais desafios e possibilidades existentes. Em seguida, conduziu-se um estudo aprofundado sobre o padrão LTI, com ênfase em sua especificação técnica e nas formas de implementação prática em sistemas educacionais. A partir dessas investigações, foi projetada a arquitetura da plataforma Tecnocomp-LTI, concebida para permitir a interoperabilidade entre objetos educacionais e plataformas LMSs.

O desenvolvimento da plataforma Tecnocomp-LTI foi realizado ao longo de 18 meses, seguindo um ciclo de vida iterativo e incremental, o que possibilitou aprimoramentos contínuos em sua arquitetura e funcionalidades. Para validar sua aceitação junto aos estudantes, foi inicialmente elaborada e ofertada uma turma piloto de um curso de extensão autoinstrucional sobre Introdução ao Pensamento Computacional, com carga horária de 10 horas. Os módulos desse curso foram integrados ao ambiente Moodle por meio do padrão LTI.

12

Com base no feedback obtido na turma piloto, foram realizados ajustes técnicos na plataforma Tecnocomp-LTI, com foco na melhoria de sua performance e usabilidade. Paralelamente, visando alcançar um público mais amplo, a equipe desenvolveu um segundo curso de extensão autoinstrucional, também com carga horária de 10 horas, voltado ao tema Mídias Digitais e igualmente integrado ao ambiente Moodle por meio do padrão LTI. Na sequência, novas turmas foram abertas para ambos os cursos, com ampla divulgação por meio dos canais institucionais, o que possibilitou a participação de um número expressivo de estudantes.

A aceitação da ferramenta foi avaliada por meio da aplicação de uma versão adaptada do TAM. O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos, com a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por parte de todos os participantes. Estes foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos adotados e sua liberdade de participação. Ressalta-se que nenhum dado pessoal, sensível ou identificável foi coletado, resguardando-se integralmente a privacidade e a integridade dos respondentes.

6. MÉTODOS DE PESQUISA

A ferramenta foi avaliada com base em uma adaptação do TAM, por meio de três questões voltadas a dimensões fundamentais da experiência do usuário: (P₁) facilidade de navegação na plataforma, (P₂) design e organização visual da interface e (P₃) estabilidade e desempenho técnico do sistema.

Para esse fim, foram elaborados dois cursos de extensão autoinstrucionais — Introdução ao Pensamento Computacional (PC) e Mídias Digitais (MD) —, ambos utilizando a plataforma Tecnocomp-LTI integrada ao ambiente Moodle por meio do padrão LTI. Cada módulo educacional foi estruturado com videoaulas, materiais de apoio em formato textual, leituras complementares e atividades avaliativas de múltipla escolha. As ofertas foram amplamente divulgadas à comunidade acadêmica e ao público externo por meio dos canais institucionais da universidade.

Ao final das atividades, aplicou-se um questionário estruturado com o objetivo de avaliar a percepção dos participantes quanto ao uso da ferramenta. O instrumento foi composto por três itens avaliados em escala Likert de 5 pontos (1 = discordo totalmente; 5 = concordo totalmente), conforme a proposta original de Likert (1932).

Concluíram o curso PC 76 alunos e o curso MD 84. Para verificar a consistência interna do instrumento de avaliação da aceitação da plataforma Tecnocomp-LTI, foi calculado o coeficiente Alfa de Cronbach [Cronbach 1951] com base nas três questões aplicadas aos participantes. O resultado obtido foi de $\alpha = 0,845$, indicando um nível elevado de confiabilidade da escala, conforme os critérios estabelecidos na literatura [Hair et al. 2009]. Esse valor sugere que os itens utilizados para avaliar as percepções de usabilidade e desempenho da plataforma apresentam uma forte coerência interna, reforçando a validade das interpretações feitas com base nas respostas dos participantes. Assim, o instrumento pode ser considerado estatisticamente confiável para mensurar a aceitação da ferramenta no contexto investigado.

A Tabela 1 apresenta os resultados da estatística descritiva referente à avaliação da plataforma Tecnocomp-LTI, com base nas três dimensões adaptadas do TAM. Os dados foram analisados separadamente para os dois cursos ofertados: Mídias Digitais (MD) e Pensamento Computacional (PC).

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis de avaliação da plataforma Tecnocomp-LTI.

	Curso	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Shapiro-Wilk	
						W	p
P ₁	MD	8	4,19	4,00	1,024	0,749	< 0,001
	PC	4					
P ₂	MD	7	3,93	4,00	1,124	0,791	< 0,001
	PC	6					
P ₃	MD	8	4,14	4,00	0,843	0,677	< 0,001
	PC	3					
M(P ₁ ,P ₂ ,P ₃)	MD	7	3,97	4,00	1,119	0,750	< 0,001
	PC	6					
	MD	8	3,96	4,00	0,987	0,793	< 0,001
	PC	4					
	MD	7	3,96	4,00	1,096	0,749	< 0,001
	PC	5					
	MD	8	0,41	4,17	0,823	0,862	< 0,001
	PC	4					
	MD	7	3,95	4,00	1,011	0,832	< 0,001
	PC	7					

No curso de Mídias Digitais, os participantes atribuíram médias relativamente altas às três dimensões: 4,19 para P₁, 4,14 para P₂ e 3,96 para P₃, em uma escala de 1 a 5. O desvio-padrão variou de 0,843 a 1,024, indicando boa consistência nas respostas. De forma semelhante, os participantes do curso de Pensamento Computacional apresentaram médias ligeiramente inferiores para P₁ (3,93) e valores praticamente equivalentes para P₂ (3,97) e P₃ (3,96), com desvios-padrão variando entre 1,096 e 1,124.

De modo geral, os resultados indicam uma percepção positiva da ferramenta em ambos os cursos, com maior destaque para a experiência de navegação no curso de Mídias Digitais. As medianas iguais a 4,0 em todas as dimensões sugerem consenso entre os participantes quanto à avaliação satisfatória da plataforma. Esses achados reforçam a aceitabilidade da ferramenta sob os aspectos de usabilidade e desempenho técnico.

Para verificar a existência de diferenças significativas na percepção dos estudantes entre os cursos de MD e PC, realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO e WILK, 1965). Como todos os valores de p foram inferiores a 0,05, rejeitou-se a hipótese nula de normalidade, indicando que os dados não seguem distribuição normal.

Diante disso, foi aplicado o teste não paramétrico de Brunner-Munzel (KARCH, 2023), adequado para a comparação entre dois grupos independentes em contextos de não normalidade. O teste teve como objetivo comparar as percepções dos participantes em relação aos aspectos avaliados pela escala adaptada do TAM. Os resultados indicaram ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nas três variáveis analisadas. Para P₁ (facilidade de navegação), o valor de p foi 0,091 (estatística = -1,701; df = 157), situando-se próximo ao limiar convencional de significância, mas ainda insuficiente para rejeitar a hipótese nula. Em P₂ (design e organização visual), obteve-se p = 0,616 (estatística = -0,503; df = 141), e em P₃ (estabilidade e desempenho técnico), p = 0,833 (estatística = 0,211; df = 153).

Esses resultados sugerem que, independentemente do tema do curso, os participantes atribuíram avaliações semelhantes à plataforma Tecnocomp-LTI, especialmente quanto aos aspectos de usabilidade e desempenho técnico, reforçando sua aceitação de forma consistente entre diferentes públicos.

A fim de sintetizar a percepção dos participantes em uma medida única, foi calculado um escore composto de aceitação, obtido pela média das três variáveis avaliadas (P₁, P₂ e P₃), representando a aceitação global da plataforma Tecnocomp-LTI. A análise descritiva revelou médias de 4,10 (DP = 0,823) para o curso de Mídias Digitais (MD) e 3,95 (DP = 1,011) para o curso de Pensamento Computacional (PC), com medianas de 4,17 e 4,00, respectivamente. Apesar da diferença numérica, o teste de Brunner-Munzel indicou que a diferença entre os grupos não é estatisticamente significativa (p = 0,493; estatística = -0,687; df = 155). Esse resultado reforça as evidências anteriores de que a aceitação da ferramenta foi semelhante entre os dois cursos, independentemente do conteúdo temático abordado, indicando consistência na experiência dos usuários em diferentes contextos formativos.

7. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da avaliação da plataforma Tecnocomp-LTI, com base no TAM, demonstram uma percepção positiva por parte dos estudantes, sobretudo em relação à usabilidade e ao desempenho técnico da solução. As médias superiores a 3,9 nas três dimensões avaliadas — facilidade de navegação (P₁), design e organização visual (P₂) e estabilidade técnica (P₃) — indicam uma aceitação consistente da ferramenta em dois contextos formativos distintos. Esses achados estão em consonância com os resultados de Mzwri e Turcsányi-Szabo (2025), que, ao integrarem um assistente virtual com o LMS Canvas por meio de LTI,

observaram elevados níveis de satisfação (4,652/5), associados à percepção de ganho em acessibilidade, engajamento e compreensão do conteúdo.

A semelhança entre os cursos quanto à aceitação da Tecnocomp-LTI corrobora a tese de que ferramentas educacionais interoperáveis, quando bem integradas a LMSs, tendem a oferecer experiências de uso homogêneas e satisfatórias para públicos diversos. No estudo de Mzwri e Turcsányi-Szabo (2025), a integração de conteúdos via LTI e a usabilidade foram fatores centrais na aceitação do bot Ask ME — evidência que reforça a relevância de estratégias de integração como as implementadas no projeto Tecnocomp-LTI.

Além disso, o escore composto de aceitação revelou não haver diferenças estatísticas entre os cursos analisados, sugerindo que a percepção positiva da ferramenta independe do conteúdo temático abordado, o que se alinha à conclusão de que a personalização do acesso, a estabilidade do sistema e a consistência visual são determinantes na experiência de aprendizagem mediada por tecnologia (MZWRI e TURCSÁNYI-SZABO, 2025). Tais resultados reforçam que a combinação entre arquitetura bem projetada e integração via padrões abertos como LTI pode representar um caminho promissor para soluções educacionais interoperáveis, escaláveis e com alta aceitabilidade.

No entanto, algumas limitações do estudo devem ser consideradas. Em primeiro lugar, o instrumento de avaliação foi composto por apenas três variáveis quantitativas, o que se justifica pela opção de não adotar um questionário extenso. Essa decisão, embora prática, pode ter limitado a abrangência das percepções captadas. Ainda que o coeficiente de confiabilidade obtido ($\alpha = 0,845$) seja considerado satisfatório, a inclusão de outras dimensões do TAM, como atitude em relação ao uso ou intenção comportamental, poderia ter enriquecido as análises e ampliado a compreensão dos fatores que influenciam a aceitação da ferramenta. Ademais, os dados foram obtidos exclusivamente por meio de autodeclaração dos participantes, o que pode ter introduzido vieses relacionados à desejabilidade social ou à interpretação subjetiva das questões.

Por fim, destaca-se que a investigação se centrou em um recorte pontual da experiência dos estudantes, ao final dos cursos. Estudos longitudinais que avaliem a evolução da aceitação ao longo do tempo, bem como a relação entre uso da ferramenta e desempenho acadêmico, representam oportunidades relevantes de aprofundamento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este estudo apresentou o desenvolvimento e a avaliação da plataforma Tecnocomp-LTI, criada para integrar objetos educacionais a LMSs por meio do padrão LTI. Dois cursos autoinstrucionais foram ofertados e avaliados com base em um questionário TAM. Os resultados revelaram boa aceitação da ferramenta, especialmente quanto à usabilidade e estabilidade técnica. A percepção positiva foi consistente entre os cursos, evidenciando o potencial da Tecnocomp-LTI para apoiar diferentes contextos educacionais e promover o uso eficiente de conteúdos digitais.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar a avaliação da versão móvel da Tecnocomp-LTI, atualmente em desenvolvimento, com o objetivo de ampliar o acesso a partir de dispositivos móveis e oferecer uma experiência mais adaptada a diferentes perfis de usuários. Também está prevista uma etapa de avaliação voltada para professores, em relação ao módulo administrativo da ferramenta, responsável pela elaboração e gerenciamento dos módulos educacionais. A coleta de *feedback* docente permitirá avaliar a usabilidade e a eficiência do sistema do ponto de vista da autoria e gestão dos conteúdos.

Adicionalmente, está em desenvolvimento um assistente virtual baseado em inteligência artificial, que será integrado à plataforma com a finalidade de apoiar a aplicação e a correção automática de questões discursivas. Essa nova funcionalidade visa ampliar o potencial da Tecnocomp-LTI, incorporando mecanismos de avaliação formativa com o uso de IA generativa, contribuindo para a personalização do *feedback* e a redução da carga de trabalho docente. Tais avanços abrem novas possibilidades para o uso da ferramenta em diferentes formatos educacionais e fortalecem seu papel como uma solução tecnológica interoperável e escalável.

REFERÊNCIAS

AMUTHA, N.; PRASATH, N. G. Learning management system. In: *Advances in Educational Technologies and Instructional Design Book Series*. [S.l.]: IGI Global, 2023. p. 121-141. DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3132-3.ch007>.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Programa Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/carta-de-servicos-ao-usuario/programa-sistema-universidade-aberta-do-brasil-uab>. Acesso em: 30 maio 2025.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, v. 16, n. 3, p. 297–334, 1951. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02310555>.

DÍAZ-REDONDO, R. P. et al. Integrating micro-learning content in traditional e-learning platforms. *arXiv*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.06500>.

HAIR, J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM. Basic overview of how LTI works. 2023. Disponível em: <https://www.msglobal.org/basic-overview-how-lti-works>. Acesso em: 30 maio 2025.

IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM. Learning tools interoperability (LTI) core specification v1.3. 2019. Disponível em: <https://www.msglobal.org/spec/lti/v1p3>. Acesso em: 30 maio 2025.

KARCH, J. D. *bmtest: A Jamovi module for Brunner–Munzel’s test—A robust alternative to Wilcoxon–Mann–Whitney’s test*. *Psych*, v. 5, p. 127–141, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/psych5010009>.

KHATSER, G.; KHATSER, M. Online learning through LMSs: Comparative assessment of Canvas and Moodle. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 17, n. 12, p. 184–200, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i12.30999>.

KHOSRAVI, H.; KITTO, K.; WILLIAMS, J. J. *RiPPLE: A crowdsourced adaptive platform for recommendation of learning activities*. *arXiv*, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1910.05522>. Acesso em: 30 maio 2025.

18

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, n. 140, p. 1–55, 1932.

MACLIN, E. M. Learning management systems as anti-convivial tools. *Fast Capitalism*, p. 113–121, 2022. DOI: <https://doi.org/10.32855/fcapital.202201.010>.

MASLOV, I.; NIKOU, S.; HANSEN, P. Exploring user experience of learning management system. *International Journal of Information and Learning Technology*, v. 38, n. 4, p. 344–363, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJILT-03-2021-0046>.

MATTOS, L. et al. Contribuições para o desenvolvimento de agentes pedagógicos conversacionais e sua integração a ambientes virtuais de aprendizagem. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE)*, 33., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 1028–1039. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225088>.

MSAMBA, O.; LYIMO, N. Post-pandemic hybrid learning trends in higher education and its implications in students’ academic performance. *East African Journal of Education and Social Sciences*, v. 5, n. 2, 2024.

MZWRI, K.; TURCSÁNYI-SZABO, M. Bridging LMS and generative AI: Dynamic course content integration (DCCI) for connecting LLMs to course content – The Ask ME Assistant. arXiv, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.03966>.

PROFSAÚDE. Mestrado Profissional em Saúde da Família. 2016. Disponível em: <https://profsaude-abrasco.fiocruz.br/>. Acesso em: 30 maio 2025.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965. DOI: <https://doi.org/10.2307/2333709>.

STOESZ, B. M.; NIKNAM, M. Student perceptions of the visual design of learning management systems. *Canadian Journal of Learning and Technology*, v. 48, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21432/cjlt28154>.

VEIGA, W. et al. Uma abordagem de ecossistemas de software para o domínio de e-learning. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 12., 2016. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 574-581.