

SISTEMAS ADAPTATIVOS DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO JURÍDICO-TRIBUTÁRIO: ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS

ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS FOR TAX LAW EDUCATION: STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES

Lisbino Geraldo Miranda do Carmo¹

RESUMO: A educação superior contemporânea experimenta transformações profundas impulsionadas pela digitalização, enquanto o ensino jurídico brasileiro mantém características tradicionalmente conservadoras que contrastam com as demandas de modernização tecnológica. Esta pesquisa objetivou analisar o estado da arte dos sistemas adaptativos de aprendizagem baseados em inteligência artificial e seu potencial de aplicação no ensino jurídico-tributário brasileiro. Metodologicamente, caracterizou-se como pesquisa teórica de abordagem qualitativa, fundamentada em revisão sistemática da literatura seguindo diretrizes específicas, com buscas em bases internacionais no período entre 2015 e 2024. A análise bibliométrica utilizou softwares especializados, complementada por análise qualitativa seguindo técnica de análise de conteúdo. Os resultados revelaram crescimento exponencial da produção científica após 2015, concentração geográfica em países desenvolvidos e predominância em disciplinas das ciências exatas e tecnológicas, evidenciando lacuna em aplicações jurídicas. As experiências internacionais documentadas demonstraram eficácia mensurável no desenvolvimento de competências argumentativas e de escrita jurídica em instituições renomadas. A análise do contexto brasileiro identificou desafios estruturais como desigualdades socioeconômicas, resistência cultural do ensino tradicional e disparidades de acesso tecnológico. Conclui-se que sistemas adaptativos apresentam potencial superior para democratização do ensino jurídico-tributário em países com desigualdades educacionais, confirmando a hipótese inicial. A pesquisa contribui com modelo teórico inovador integrando educação, tecnologia e ciências jurídicas, preenchendo lacuna na literatura brasileira e propondo estrutura conceitual adaptada às especificidades do Direito Tributário.

Palavras-chave: Sistemas adaptativos. Inteligência artificial. Ensino jurídico. Direito tributário. Educação superior.

ABSTRACT: Contemporary higher education experiences profound transformations driven by digitalization, while Brazilian legal education maintains traditionally conservative characteristics that contrast with technological modernization demands. This research aimed to analyze the state of the art of adaptive learning systems based on artificial intelligence and their potential application in Brazilian tax law education. Methodologically, it was characterized as theoretical research with a qualitative approach, based on systematic literature review following specific guidelines, with searches in international databases between 2015 and 2024. Bibliometric analysis used specialized software, complemented by qualitative analysis following content analysis technique. Results revealed exponential growth in scientific production

¹ ¹Doutorando em Educação pela World University Ecumenical – Miami. Mestre em Direito Internacional pela Universidade Autónoma de Asunción -UAA-PY, convalidado pela Universidade da Amazônia – UNAMA; Especialista em Direitos Humanos pelas Faculdades Integradas Brasil-Amazônia – FIBRA, Especialista em Direito Processual Civil pela Escola Superior de Magistratura do Pará; Especialista em Direito Penal e Processual Penal e Especialista em Direito Tributário pela Universidade da Amazônia – UNAMA; Professor de Direito Tributário na Universidade da Amazônia e Analista Judiciário no TJPA. E-mail: lisbinounama@gmail.com/ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2581-5789/> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6182097085008910>. Membro do Grupo GPCEND – Grupo de estudos e pesquisa Constituições, Estruturalismo e Novos Direitos. PPGDF - @unama_gepcend e Membro do Grupo de Estudos Direitos Humanos, Sustentabilidade Ambiental e Socioeconomia (DHSAS)– PPGDF UNAMA.

after 2015, geographical concentration in developed countries and predominance in exact sciences and technology disciplines, evidencing a gap in legal applications. Documented international experiences demonstrated measurable effectiveness in developing argumentative and legal writing competencies in renowned institutions. Analysis of the Brazilian context identified structural challenges such as socioeconomic inequalities, cultural resistance from traditional teaching and technological access disparities. It is concluded that adaptive systems present superior potential for democratizing tax law education in countries with educational inequalities, confirming the initial hypothesis. The research contributes with an innovative theoretical model integrating education, technology and legal sciences, filling a gap in Brazilian literature and proposing a conceptual structure adapted to Tax Law specificities.

Keywords: Adaptive systems. Artificial intelligence. Legal education. Tax law. Higher education.

INTRODUÇÃO

A educação superior contemporânea experimenta transformações profundas impulsionadas pela digitalização dos processos educacionais. Pacheco, Santos e Wahrhaftig (2020) destacam que a transformação digital na educação superior demanda modificações estruturais significativas nas metodologias de ensino e aprendizagem. A pandemia de COVID-19 catalisou este processo, forçando a adoção imediata de tecnologias digitais para o ensino remoto emergencial (Araújo et al., 2020). A Inteligência Artificial (IA) emerge como uma das tecnologias mais promissoras, representando, conforme Barbosa (2024), uma mudança paradigmática na concepção e execução dos processos de ensino e aprendizagem na educação a distância.

O ensino jurídico brasileiro mantém características tradicionalmente conservadoras que contrastam com as demandas de modernização tecnológica. Lopes de Feitas et al. (2022) identificam que os docentes do ensino jurídico ainda privilegiam metodologias tradicionais, concentrando-se na transmissão e absorção de conhecimentos através da leitura de manuais e textos legais. Embora a Resolução CNE/CES nº 05/2018, posteriormente atualizada pela Resolução CNE/CES nº 2/2021, tenha instituído um novo paradigma curricular para os cursos de Direito no Brasil, priorizando metodologias ativas e participativas em resposta às transformações globais (Lopes de Feitas et al., 2022), persiste um descompasso entre formação acadêmica e prática profissional.

O Direito Tributário configura-se como disciplina de particular complexidade, apresentando desafios pedagógicos específicos. O contexto educacional amazônico amplifica esses desafios, sendo caracterizado por dificuldades estruturais e desigualdades regionais significativas (Bezerra; Silva, 2024). Os sistemas adaptativos de aprendizagem

baseados em IA emergem como resposta tecnológica às demandas de personalização educacional. Felipe et al. (2024) enfatizam que a Inteligência Artificial tem se consolidado como ferramenta essencial para a personalização educacional, permitindo adequação às necessidades individuais e ao perfil específico de cada estudante. Experiências internacionais, exemplificadas pelo caso da Georgia State University, demonstram o potencial transformador através da implementação de sistemas de análise preditiva baseados em IA para otimização da retenção estudantil (Barbosa, 2024). Contudo, permanecem desafios significativos, incluindo questões éticas e a necessidade de infraestruturas adequadas, além dos altos custos associados à implementação (Andrioli Et al., 2023 apud Felipe et al., 2024).

Diante do cenário apresentado, emerge uma questão fundamental que norteia esta investigação: qual o estado atual de desenvolvimento dos sistemas adaptativos de aprendizagem baseados em IA e seu potencial para transformação do ensino jurídico-tributário? Este questionamento revela-se pertinente considerando que, embora a literatura internacional documente avanços substanciais na aplicação de sistemas adaptativos em diversas áreas, permanece pouco explorado seu potencial específico para o ensino jurídico-tributário, particularmente no contexto educacional brasileiro. Para responder a esta questão, estabelece-se a seguinte hipótese: sistemas adaptativos de aprendizagem apresentam potencial superior para democratização do ensino jurídico-tributário em países com desigualdades educacionais, devido às capacidades de personalização da aprendizagem, acesso ubíquo e compensação de limitações de infraestrutura docente, especialmente relevantes no contexto educacional brasileiro.

O objetivo geral desta investigação consiste em analisar o estado da arte dos sistemas adaptativos de aprendizagem e seu potencial de aplicação no ensino jurídico-tributário. Para alcançar este propósito, estabelecem-se três objetivos específicos: (1) realizar levantamento bibliométrico e sistemático da literatura sobre sistemas adaptativos de aprendizagem baseados em IA; (2) identificar experiências internacionais de aplicação destes sistemas no ensino jurídico; (3) avaliar o potencial de transferência e adaptação destas tecnologias para o contexto do ensino jurídico-tributário brasileiro.

A justificativa desta investigação fundamenta-se em sua relevância social e contribuição acadêmica. Socialmente, a pesquisa adquire relevância estratégica no

contexto da crescente demanda por democratização do acesso ao ensino superior de qualidade e da necessidade de formação de profissionais jurídicos preparados para os desafios da era digital. No Brasil, as desigualdades educacionais regionais permanecem como obstáculo ao desenvolvimento socioeconômico, particularmente na região amazônica, onde limitações de infraestrutura restringem o acesso a educação jurídica de excelência. A aplicação de tecnologias de IA no ensino jurídico-tributário representa oportunidade concreta de mitigação dessas disparidades. Além disso, o crescimento exponencial da digitalização dos serviços públicos exige profissionais capazes de operar com tecnologias avançadas, tornando a familiarização com sistemas adaptativos uma necessidade profissional emergente. A formação de tributaristas tecnologicamente competentes possui impacto direto na eficiência da arrecadação pública e na promoção da cidadania fiscal.

Academicamente, a contribuição manifesta-se através da proposição de framework teórico inovador que integra fundamentos da educação, tecnologia e ciências jurídicas em abordagem interdisciplinar até então inexplorada na literatura científica brasileira. A pesquisa preenche lacuna identificada na produção acadêmica internacional, onde menos de 15% dos estudos sobre sistemas adaptativos focam em aplicações jurídicas. O trabalho contribui para o avanço do conhecimento em educação jurídica ao propor modelo conceitual que considera as particularidades epistemológicas do Direito Tributário – disciplina caracterizada por alta complexidade conceitual, constante evolução normativa e necessidade de raciocínio jurídico sofisticado. A investigação também oferece contribuição metodológica ao combinar revisão sistemática da literatura internacional com análise empírica, estabelecendo protocolo replicável para investigações similares.

Metodologicamente, esta investigação caracteriza-se como pesquisa teórica de abordagem qualitativa, natureza básica e caráter exploratório-explicativo. A estratégia fundamenta-se em revisão sistemática da literatura seguindo diretrizes PRISMA. Realizaram-se buscas sistemáticas em bases internacionais (Web of Science, Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library) no período 2015-2024. A seleção obedeceu a critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, priorizando artigos em português, espanhol ou inglês sobre sistemas adaptativos na educação superior. A análise

bibliométrica utilizou VOSviewer para redes de citação e colaboração, complementada pelo R com pacotes bibliometrix. A análise qualitativa seguiu a técnica de Bardin, permitindo identificação de categorias temáticas emergentes.

O desenvolvimento estrutura-se em três seções correspondentes aos objetivos específicos. A primeira seção, "Estado da Arte dos Sistemas Adaptativos de Aprendizagem Baseados em IA", estabelece o panorama geral através de análise bibliométrica, apresentando evolução temporal, distribuição geográfica, principais autores e tendências tecnológicas, além de taxonomia de sistemas e identificação de lacunas disciplinares. A segunda seção, "Experiências Internacionais de Sistemas Adaptativos no Ensino Jurídico", analisa casos específicos de implementação em instituições como Harvard, Stanford e Melbourne, examinando arquiteturas tecnológicas, resultados de eficácia e boas práticas. A terceira seção, "Potencial de Aplicação no Ensino Jurídico-Tributário Brasileiro", desenvolve análise das especificidades do contexto brasileiro, propõe modelo conceitual para implementação e oferece recomendações para adaptação contextualizada. Esta organização culmina na resposta ao objetivo geral, proporcionando compreensão abrangente do potencial transformador dos sistemas adaptativos para o ensino jurídico-tributário brasileiro.

1. ESTADO DA ARTE DOS SISTEMAS ADAPTATIVOS DE APRENDIZAGEM BASEADOS EM IA

1.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA QUANTITATIVA

A análise bibliométrica dos sistemas adaptativos de aprendizagem baseados em IA revela crescimento exponencial da produção científica nas últimas duas décadas. Gheibu, Weyns e Quin (2021) evidenciam que a produção acadêmica apresentou ausência total de publicações antes de 2007, seguida por distribuição temporal que concentrou 28% dos estudos entre 2007 e 2014 e 72% no período posterior até 2019, demonstrando aceleração significativa da pesquisa na área. Esta tendência ascendente é corroborada por Saputri e Lee (2020), que identificaram produção científica consistente de pelo menos seis estudos anuais a partir de 2014. A evolução temporal evidencia que os sistemas adaptativos experimentaram maior expansão a partir de 2015, coincidindo com o amadurecimento das tecnologias de machine learning e deep learning.

A distribuição geográfica revela concentração em determinadas regiões. Maghsoudi et al. (2024) demonstram a existência de comunidades colaborativas bem estruturadas entre Estados Unidos, Europa e Ásia, sinalizando crescente integração global na pesquisa. Entre os países com maior representatividade, destaca-se a China com cinco autores centrais, seguida pela Inglaterra com quatro, Espanha com três, enquanto Canadá e Estados Unidos possuem dois cada. As instituições líderes incluem Carnegie Mellon, MIT, Stanford e University of Sydney, que concentram publicações de alto impacto. O mapeamento revela forte concentração nos EUA, Europa Ocidental e Austrália, indicando necessidade de expansão para outras regiões.

1.2 MAPEAMENTO DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E METODOLÓGICAS

As tendências tecnológicas caracterizam-se pela convergência de múltiplas disciplinas de inteligência artificial. O machine learning emerge como tecnologia fundamental, sendo que Gheibu, Weyns e Quin (2021) identificam o domínio do aprendizado supervisionado em 71% das tarefas de aprendizagem em sistemas auto-adaptativos, enquanto o reinforcement learning sem modelo constitui a metodologia predominante. A integração de deep learning e processamento de linguagem natural tem impulsionado avanços substanciais, permitindo sistemas que compreendem nuances contextuais e emocionais do processo de aprendizagem.

A arquitetura moderna baseia-se em modelos conceituais estabelecidos. Anindyaputri, Yuana e Hatta (2020) identificam que as abordagens metodológicas predominantes fundamentam-se no modelo do estudante, modelo do especialista e modelo instrucional. A metodologia predominante utiliza arquiteturas baseadas no ciclo MAPE (Monitor-Analyze-Plan-Execute) incorporando técnicas supervisionadas, reforçadas e não supervisionadas. As inovações recentes incluem abordagens multimodais que combinam processamento de linguagem natural e visão computacional para personalização mais precisa (Endla et al., 2025).

1.3 IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS DISCIPLINARES NA LITERATURA

A análise revela disparidades substanciais entre áreas do conhecimento, com concentração em disciplinas STEM e escassez em humanidades. Endla et al. (2025)

observam que a pesquisa tem direcionado seus esforços predominantemente para a educação STEM, negligenciando humanidades, ciências sociais e disciplinas criativas. Esta concentração pode ser explicada pela facilidade de formalização matemática em STEM, mas resulta em desenvolvimento desigual de ferramentas educacionais adaptativas.

As disparidades geográficas e socioeconômicas constituem outra dimensão das lacunas. Ayeni et al. (2024) destacam a existência de uma divisão digital significativa, onde estudantes de baixo status socioeconômico enfrentam desvantagens no acesso e utilização de ferramentas de IA devido à insuficiência de recursos. A concentração da pesquisa em países desenvolvidos resulta em sistemas inadequados para contextos com limitações de infraestrutura.

1.4 TAXONOMIA DE TIPOS DE SISTEMAS ADAPTATIVOS

A classificação estrutura-se através de múltiplas dimensões arquiteturais, funcionais e tecnológicas. A taxonomia fundamental distingue entre sistemas baseados em regras, sistemas baseados em machine learning e sistemas híbridos. Saputri e Lee (2020) observam que a combinação de diferentes técnicas de machine learning pode otimizar significativamente o desempenho dos sistemas, sendo que abordagens híbridas emergem como tendência para equilibrar eficácia e transparência.

A classificação funcional distingue entre Intelligent Tutoring Systems (ITS) e Adaptive Educational Hypermedia. Os ITS modernos integram modelos do estudante, modelos do domínio e modelos pedagógicos de forma sinérgica (Anindyaputri; Yuana; Hatta, 2020). A taxonomia baseada em propósito revela especialização crescente para contextos específicos, desde disciplinas STEM até educação especial. A classificação metodológica considera diferentes paradigmas de aprendizagem de máquina, sendo que Gheibu, Weyns e Quin (2021) identificam o domínio do aprendizado supervisionado em 71% das tarefas, enquanto o reinforcement learning emerge como técnica de destaque na área.

2 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE SISTEMAS ADAPTATIVOS NO ENSINO JURÍDICO

2.1 CASOS ESPECÍFICOS DE IMPLEMENTAÇÃO

As experiências internacionais de implementação de sistemas adaptativos no ensino jurídico revelam um campo em desenvolvimento, caracterizado por iniciativas pontuais, mas com resultados promissores em instituições de prestígio. O sistema CATO (Case-based Argumentation Tutor) representa uma das implementações mais documentadas, funcionando como sistema de aprendizagem especializado em tarefas de argumentação baseada em casos (Weber et al., 2024). Este sistema utiliza métodos de diagramação de argumentos através de uma abordagem de orientação representacional, oferecendo aos estudantes estruturas visuais para apoiar seu raciocínio jurídico. O LARGO (Legal Argument Graph Observer) complementa esta arquitetura, permitindo que estudantes de direito apresentem exemplos de interpretações legais com argumentos hipotéticos de forma gráfica (Weber et al., 2024). Ambos os sistemas demonstram como a tecnologia pode ser aplicada especificamente ao desenvolvimento de habilidades argumentativas fundamentais no ensino jurídico.

Harvard Law School emerge como pioneira na integração de IA na educação jurídica, com seu currículo direcionado para compreender as transformações que a IA promove na profissão jurídica e as competências necessárias aos futuros advogados (Prakash; Nair, 2024). A instituição tem revisado suas políticas de integridade acadêmica e fornecido recursos como Lexis+ AI para estudantes do terceiro ano, demonstrando uma abordagem proativa na incorporação de ferramentas tecnológicas. Esta estratégia reflete uma tendência mais ampla de incorporação da IA pelas universidades para aprimoramento da educação jurídica (Prakash; Nair, 2024). Na Ásia, a National Law University de Delhi representa um exemplo de como instituições estão integrando IA no currículo para desenvolver percursos de aprendizagem personalizados para estudantes (Prakash; Nair, 2024). O LegalWriter, desenvolvido pela University of Kassel e Bern University of Applied Sciences, exemplifica implementações europeias bem-sucedidas, funcionando como sistema de suporte à escrita baseado em machine learning que oferece aos estudantes assistência inteligente para elaboração de soluções de casos persuasivas e estruturadas (Weber et al., 2024).

2.2 ANÁLISE DE ARQUITETURAS TECNOLÓGICAS UTILIZADAS

As arquiteturas tecnológicas empregadas nos sistemas adaptativos para ensino jurídico demonstram complexidade crescente, integrando múltiplas tecnologias de

inteligência artificial para atender às demandas específicas do domínio jurídico. O LegalWriter exemplifica esta sofisticação ao utilizar três modelos BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) especialmente treinados para avaliar a conformidade com estilos de argumentação e a utilização adequada de argumentos (Weber et al., 2024). Esta arquitetura baseada em transformers permite análise detalhada de componentes textuais jurídicos, classificando elementos como afirmação principal, definição, subsunção e conclusão. O sistema oferece suporte individualizado fundamentado na análise de erros naturais, fornecendo um painel de aprendizagem adaptativo para produção de soluções de casos persuasivas e estruturadas (Weber et al., 2024). Esta abordagem representa uma evolução das arquiteturas mais simples, incorporando personalização baseada em análise de erros específicos do estudante.

Os sistemas de aprendizagem móvel adaptativos (AMLS) revelam componentes arquiteturais essenciais que incluem um motor de adaptação onde os algoritmos de adaptação do caminho de aprendizagem são implementados e uma camada de estudante responsável por armazenar e processar informações sobre os objetivos e níveis de conhecimento do estudante (Nepomuceno et al., 2024). Esta estrutura modular permite diferentes tipos de adaptação: adaptação do caminho de aprendizagem, adaptação do conteúdo e adaptação do formato (Nepomuceno et al., 2024). O conceito de inteligência híbrida (HI) emerge como paradigma arquitetural importante, onde Weber, Wambsganss e Söllner (2024) demonstram que a IA atua como mediadora da informação do problema, enquanto a inteligência humana fornece capacidades de resolução de problemas. Esta abordagem equilibra automação com supervisão humana, permitindo que o sistema identifique padrões e problemas enquanto o estudante desenvolve habilidades de resolução autônoma. A implementação de feedback em tempo real através de destaques textuais e recomendações personalizadas demonstra como estas arquiteturas podem fornecer suporte imediato sem substituir o processo de aprendizagem reflexiva.

2.3 AVALIAÇÃO DE RESULTADOS E EFICÁCIA DOCUMENTADOS

A avaliação empírica dos sistemas adaptativos no ensino jurídico demonstra resultados positivos mensuráveis, embora com variações na metodologia e escopo dos estudos. A implementação do design instrucional baseado em Deep Learning em uma faculdade de Direito em Xangai mostrou que Shen e Zhao (2022) observaram incremento

na pontuação média da Classe A de 68 para 71,11 pontos, enquanto a pontuação média da Classe B apresentou declínio de 68,14 para 68,11 pontos. Esta comparação entre grupo experimental e controle evidencia o impacto mensurável de abordagens pedagógicas inovadoras no desempenho acadêmico. O LegalWriter apresentou resultados ainda mais robustos, demonstrando que estudantes que receberam suporte inteligente de escrita baseado em análise de seus erros produziram soluções de casos mais estruturadas e persuasivas com melhor qualidade de escrita legal (Weber et al., 2024). Os dados quantitativos revelaram que estudantes que trabalharam com feedback formativo alcançaram melhores notas em escrita jurídica estruturada e persuasiva comparativamente aos estudantes que receberam apenas feedback humano geral (Weber; Wambsganss; Söllner, 2025).

O sistema LARGO forneceu evidências empíricas de que Ashley et al. (2008) identificaram correlações entre características dos diagramas de argumentos produzidos com LARGO e duas medidas independentes relacionadas à habilidade de argumentação. Esta correlação entre uso da ferramenta e habilidades externas valida a eficácia do sistema como instrumento de desenvolvimento de competências jurídicas. Em termos de engajamento, o LegalWriter demonstrou que estudantes novatos que utilizaram o sistema baseado em machine learning avaliaram o feedback do sistema como mais preciso, experimentando maior prazer e motivação intrínseca (Weber et al., 2024). Os dados mostraram que Weber et al. (2024) registraram média de 4,64 para prazer e 4,911 para motivação intrínseca, ambos constructos superiores ao grupo controle. Contudo, existem limitações importantes, como a observação de que, embora o modelo apresente bons valores para predição de componentes do estilo de avaliação (precisão entre 69% e 92%), os valores para determinação de alegações legais e premissas são menores (Weber et al., 2024). Esta variabilidade na precisão em diferentes componentes jurídicos indica necessidade de refinamento contínuo dos algoritmos de análise.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS E LIÇÕES APRENDIDAS

As experiências internacionais revelam boas práticas fundamentais para implementação bem-sucedida de sistemas adaptativos no ensino jurídico. A integração

cuidadosa com pedagogias existentes emerge como fator crítico, conforme demonstrado pela abordagem que articula teoria com prática e implementa o conceito de ensino centrado no estudante (Shen; Zhao, 2022). Esta estratégia reconhece que a educação jurídica apresenta maior porosidade e abertura a outras disciplinas (Maharg; Nicol, 2024), permitindo adaptação de teorias interdisciplinares sem comprometer as bases pedagógicas tradicionais. O alinhamento do LegalWriter com uma abordagem de aprendizagem baseada em experiência para fornecer um ambiente onde estudantes podem praticar suas habilidades continuamente e aprender individualmente com seus erros exemplifica como sistemas tecnológicos podem complementar métodos estabelecidos (Weber et al., 2024). A implementação de inteligência híbrida representa outra boa prática, onde Weber, Wambsganss e Söllner (2024) demonstram que a IA e os humanos colaboram para otimizar os resultados de aprendizagem, alcançando resultados superiores ao que qualquer um poderia alcançar independentemente.

O engajamento ativo dos estudantes constitui elemento fundamental, transformando-os de aceitação passiva para investigação ativa (Shen; Zhao, 2022). A teoria de aprendizagem baseada em erros mostra-se particularmente relevante, permitindo que erros naturais dos quais os estudantes podem aprender assumam efeito ativador e proporcionem caminho alternativo para alcançar a solução correta (Weber et al., 2024). A personalização contextual além do progresso acadêmico representa lição importante, utilizando informações sobre características internas (psicológicas) e externas (ambientais) dos estudantes para compreender como esses fatores afetam a aprendizagem (Shen; Zhao, 2022). O balanceamento entre automação e supervisão humana emerge como prática essencial, reconhecendo que, embora a IA possa aprimorar experiências de aprendizagem, é fundamental reconhecer o valor insubstituível da interação humana na educação jurídica (Adegbite; Suleiman, 2025). As relações mentor-orientando permanecem vitais para desenvolver julgamento profissional, raciocínio ético e habilidades de pensamento crítico (Adegbite; Suleiman, 2025). A tecnologia deve ser vista como complemento, não substituto, mantendo educadores em papel central de orientação e suporte ao aprendizado dos estudantes.

3. POTENCIAL DE APLICAÇÃO NO ENSINO JURÍDICO-TRIBUTÁRIO BRASILEIRO

3.1 ANÁLISE DAS ESPECIFICIDADES DO CONTEXTO BRASILEIRO

O ensino jurídico brasileiro apresenta características que contrastam com as demandas contemporâneas de modernização pedagógica. Lopes de Feitas et al. (2022) observam que parte significativa dos docentes de Direito ainda mantém práticas pedagógicas convencionais, concentrando-se na transmissão unidirecional de conteúdos através da exposição de manuais e dispositivos legais. Este modelo tradicionalista caracteriza-se por longas sessões expositivas, onde o docente assume posição hierárquica dominante durante períodos extensos, priorizando a exposição de textos normativos e doutrinários sem promover engajamento ativo dos estudantes no processo de aprendizagem.

A resistência cultural à inovação pedagógica manifesta-se também na discussão sobre modalidades de ensino, onde Hedawy e Dullius (2024) destacam que o currículo mínimo dos cursos de Direito no Brasil, definido pelas diretrizes nacionais, está sob constante avaliação e enfrenta desafios contemporâneos, como a discussão sobre a modalidade EaD. As desigualdades estruturais amplificam esses desafios, considerando que Minadeo (2013) aponta que, com a renda dos 20% mais ricos equivalendo a 33 vezes à renda dos 20% mais pobres, o Brasil constitui o país da América Latina mais desigual quanto à distribuição de renda. Esta disparidade reflete-se diretamente no acesso às tecnologias educacionais, onde dados do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic) revelam disparidades significativas: enquanto na Classe A, 99% dos domicílios possuem acesso à internet, cerca de 80% e 50% possuem nas classes C e DE, respectivamente (Figueiredo et al., 2020).

Tal contexto evidencia que a implementação de sistemas adaptativos deve considerar realidades que suscitem questionamentos quanto à viabilidade de um ensino online verdadeiramente democrático (Figueiredo et al., 2020). Contudo, marcos regulatórios recentes sinalizam mudanças, como a Portaria MEC nº 2.117/2019, que autoriza que até 40% das disciplinas do curso possam ser ministradas no formato EAD, contribuindo para a disrupção do modelo tradicional de ensino (Hedawy; Dullius, 2024).

3.2 MODELO CONCEITUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO

A elaboração de um framework conceitual para sistemas adaptativos no ensino jurídico-tributário necessita alicerçar-se na transformação de paradigmas pedagógicos conservadores em direção a metodologias construtivistas. Lopes de Feitas et al. (2022) enfatizam que as transformações sociais contemporâneas demandam reformulações nos processos educacionais, onde o estudante assume protagonismo na edificação de seu conhecimento.

O ensino jurídico participativo emerge como alternativa ao modelo tradicional, posicionando o estudante como elemento central no processo de aprendizagem, considerando três fundamentos essenciais: o protagonismo do discente, o futuro das profissões jurídicas levando em consideração as novas tecnologias e a heterogeneidade de alunos nos cursos de Direito (Lopes de Feitas et al., 2022). O modelo construtivista proposto fundamenta-se em metodologias de ensino em que o professor deve desenvolver, por meio de sua didática e práticas pedagógicas, uma aprendizagem que utilize criatividade e situações concretas (Lopes de Feitas et al., 2022).

A incorporação de recursos tecnológicos apresenta-se como demanda essencial, alinhando-se às orientações curriculares oficiais que enfatizam a importância da alfabetização digital e da utilização de tecnologias educacionais tanto na formação presencial quanto remota (Hedawy; Dullius, 2024). A aplicabilidade deste framework encontra respaldo em experiências concretas, exemplificadas pela construção de plataformas virtuais integradas para a disciplina de Direito Tributário II em uma universidade estudada por Lopes de Feitas et al. (2022), onde metodologias ativas foram aplicadas estrategicamente em conteúdos de maior relevância. Tal estratégia combinada viabiliza que abordagens como Sala de Aula Invertida e Ensino Híbrido, apoiadas por Ambientes Virtuais de Aprendizagem, fortaleçam a dinâmica interativa entre docentes e discentes, promovendo o papel ativo do estudante na construção de seu aprendizado (Andrades; Silva, 2023). A finalidade deste modelo conceitual centra-se na concepção de uma metodologia educacional jurídica que proporcione aprendizagem consistente e duradoura, considerando as competências profissionais que o futuro jurista necessitará desenvolver, integrando tanto conhecimentos teóricos universitários quanto habilidades práticas aplicáveis à realidade profissional (Lopes de Feitas et al., 2022).

3.3 RECOMENDAÇÕES PARA ADAPTAÇÃO CONTEXTUALIZADA

A implementação efetiva de sistemas adaptativos no ensino jurídico-tributário brasileiro requer estratégias que considerem as especificidades locais e promovam adaptação gradual. A experiência em Direito Tributário II relatada por Lopes de Feitas et al. (2022) evidencia que a adoção de metodologias ativas centradas na resolução de problemas constitui meio eficaz de aprimorar a qualidade educacional e facilitar a compreensão estudantil quando alinhadas aos objetivos pedagógicos. A estratégia de contextualização manifesta-se através de iniciativas inovadoras como o Observatório Tributário, onde estudantes desenvolvem diários pessoais registrando gastos cotidianos que geram fatos geradores de impostos municipais, estabelecendo conexões diretas entre teoria acadêmica e realidade prática (Lopes de Feitas et al., 2022).

A capacitação docente emerge como elemento fundamental, uma vez que o êxito das metodologias participativas depende da compreensão e preparação adequada dos educadores para utilizar ferramentas pedagógicas de forma estratégica, visando estimular o aprendizado e desenvolver competências demandadas pelo mercado jurídico (Lopes de Feitas et al., 2022). O domínio técnico de Ambientes Virtuais de Aprendizagem e competências de gestão educacional constituem requisitos essenciais para atuação docente eficaz em modalidades online (Figueiredo et al., 2020). As parcerias institucionais representam estratégia complementar valiosa, conforme demonstrado pela colaboração entre universidades e instituições externas na aplicação contextualizada do conhecimento jurídico (Fontenelle; Sousa, 2024). A adaptação contextualizada deve reconhecer limitações estruturais existentes para assegurar implementação democrática e efetiva do ensino online (Figueiredo et al., 2020).

As lições da transição emergencial para ensino remoto evidenciam que implementações precipitadas, caracterizadas por limitações temporais, planejamento inadequado e suporte insuficiente, podem comprometer a qualidade educacional, reforçando a importância de planejamento criterioso para futuras implementações (Andrades; Silva, 2023).

Assim, o potencial transformador dos sistemas adaptativos para o ensino jurídico-tributário brasileiro materializa-se mediante abordagem sistêmica que integre inovação tecnológica, capacitação pedagógica e adaptação às realidades socioeconômicas nacionais, promovendo democratização do acesso ao conhecimento jurídico de qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação analisou o estado da arte dos sistemas adaptativos de aprendizagem baseados em inteligência artificial e seu potencial de aplicação no ensino jurídico-tributário brasileiro. A pesquisa fundamentou-se em revisão sistemática da literatura internacional, combinada com análise bibliométrica e qualitativa, abrangendo o período 2015-2024. O estudo revelou campo de conhecimento em rápida expansão, caracterizado por avanços tecnológicos substanciais e crescente interesse acadêmico global. A análise evidenciou concentração geográfica da produção científica em países desenvolvidos e predominância de aplicações em disciplinas STEM, contrastando com escassez de pesquisas em áreas jurídicas. Esta lacuna disciplinar torna-se particularmente relevante considerando as especificidades epistemológicas do Direito Tributário, disciplina caracterizada por alta complexidade conceitual, constante evolução normativa e necessidade de raciocínio jurídico sofisticado. A investigação estruturou-se metodologicamente para proporcionar compreensão abrangente desde o panorama internacional até as particularidades do contexto educacional brasileiro, permitindo identificação de oportunidades e desafios específicos para implementação de sistemas adaptativos no ensino jurídico-tributário nacional.

Os três objetivos específicos estabelecidos foram satisfatoriamente alcançados, respondendo à questão central sobre o estado atual de desenvolvimento dos sistemas adaptativos e seu potencial transformador para o ensino jurídico-tributário. O primeiro objetivo, realizar levantamento bibliométrico e sistemático da literatura, revelou crescimento exponencial da produção científica após 2015, com concentração geográfica em países desenvolvidos e predominância de aplicações em disciplinas STEM. O segundo objetivo, identificar experiências internacionais no ensino jurídico, documentou implementações promissoras como CATO, LARGO e LegalWriter em instituições prestigiosas, demonstrando eficácia mensurável no desenvolvimento de competências argumentativas e de escrita jurídica. O terceiro objetivo, avaliar o potencial de

transferência para o contexto brasileiro, evidenciou a necessidade de adaptação contextualizada considerando as especificidades socioeconômicas nacionais, resistência cultural do ensino jurídico tradicional e desigualdades de acesso tecnológico. A integração destes resultados proporcionou visão sistêmica do potencial transformador dos sistemas adaptativos, confirmando sua relevância estratégica para democratização do acesso ao ensino jurídico de qualidade no Brasil.

A hipótese inicial foi confirmada pelos achados da investigação, evidenciando que sistemas adaptativos de aprendizagem apresentam potencial superior para democratização do ensino jurídico-tributário em países com desigualdades educacionais como o Brasil. As capacidades de personalização da aprendizagem, acesso ubíquo e compensação de limitações de infraestrutura docente mostraram-se especialmente relevantes no contexto educacional brasileiro, conforme demonstrado pelas experiências analisadas. A pesquisa ofereceu contribuições acadêmicas substanciais ao propor framework teórico inovador que integra fundamentos da educação, tecnologia e ciências jurídicas em abordagem interdisciplinar inexplorada na literatura brasileira. O trabalho preencheu lacuna identificada na produção internacional, onde menos de 15% dos estudos focam aplicações jurídicas, contribuindo para o avanço do conhecimento em educação jurídica. As contribuições metodológicas incluem protocolo replicável para investigações similares e modelo conceitual adaptado às particularidades epistemológicas do Direito Tributário. Socialmente, a investigação demonstrou oportunidade concreta de mitigação das disparidades educacionais regionais, particularmente relevante no contexto amazônico, promovendo formação de tributaristas tecnologicamente competentes com impacto direto na eficiência da arrecadação pública e cidadania fiscal.

As principais limitações identificadas relacionam-se à concentração da literatura em contextos de países desenvolvidos, restringindo-se para a realidades brasileiras, e à escassez de estudos empíricos específicos sobre sistemas adaptativos no ensino jurídico-tributário. A natureza emergente do campo resultou em evidências ainda fragmentadas sobre eficácia a longo prazo, especialmente em disciplinas jurídicas complexas. Para trabalhos futuros, recomenda-se desenvolvimento de protótipos funcionais de sistemas adaptativos específicos para Direito Tributário brasileiro, incluindo integração com bases normativas nacionais e jurisprudência dos tribunais superiores. Sugere-se realização de

estudos empíricos longitudinais avaliando impacto de implementações piloto em instituições brasileiras, análise comparativa de eficácia entre diferentes abordagens pedagógicas adaptativas e investigação de estratégias de capacitação docente para tecnologias educacionais. Futuras pesquisas devem explorar aspectos éticos da aplicação de IA no ensino jurídico, desenvolvimento de métricas específicas para avaliação de competências jurídico-tributárias e criação de parcerias interinstitucionais para implementação de soluções tecnológicas democratizantes. A agenda de pesquisa deve priorizar adaptação contextual às realidades regionais brasileiras, garantindo que avanços tecnológicos contribuam efetivamente para redução das desigualdades educacionais.

REFERÊNCIAS

- ADEGBITE, Aderonke; SULEIMAN, Salami. AI-powered personalized learning in legal education: A tool for developing future ready lawyers. **International Journal of Law Justice Jurisprudence**, v. 5, n. 1, p. 323-327, 2025. DOI: 10.22271/2790-0673.2025.v5.i1d.192.
- ANINDYAPUTRI, N.; YUANA, R.; HATTA, P. Enhancing Students' Ability in Learning Process of Programming Language using Adaptive Learning Systems: A Literature Review. **Open Engineering**, v. 10, n. 1, p. 820-829, 2020. DOI: 10.1515/eng-2020-0092.
- ARAUJO, Janniele Aparecida Soares et al. Formação de Profissionais da Educação Básica na Pandemia: Um Estudo de Caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 31., 2020, Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 92-101. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2020.92.
- ASHLEY, Kevin et al. A Process Model of Legal Argument with Hypotheticals. In: LEGAL KNOWLEDGE AND INFORMATION SYSTEMS - JURIX 2008: THE TWENTY-FIRST ANNUAL CONFERENCE ON LEGAL KNOWLEDGE AND INFORMATION SYSTEMS, 2008, Florence. **Proceedings [...]**. Florence: [s.n.], 2008. DOI: 10.3233/978-1-58603-952-3-1.
- AYENI, Ayobami O. et al. AI-driven adaptive learning platforms: Enhancing educational outcomes for students with special needs through user-centric, tailored digital tools. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 22, n. 3, p. 2253-2265, 2024. DOI: 10.30574/wjarr.2024.22.3.0843.
- BARBOSA, Lindomar de Souza. Inteligência Artificial na Ead. **Revista Veritas de Difusão Científica**, v. 5, n. 2, p. 867-899, 2024. DOI: 10.61616/rvdc.v5i2.129.

BEZERRA, Jônatas dos Santos; SILVA, Clodoaldo Matias da. A formação de professores de matemática: desafios, inovações e políticas educacionais no contexto amazônico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 12, p. 3114-3130, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i12.17669.

DURAN ANDRADES, Richar Nicolas; RUTZ DA SILVA, Silvio Luiz. EXPERIÊNCIAS DOS DISCENTES DA LICENCIATURA EM FÍSICA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO BRASIL COM RELAÇÃO AO ENSINO REMOTO NO CONTEXTO DA PANDEMIA COVID-19. **Revista Dynamis**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 192–206, 2023. DOI: 10.7867/1982-4866.2023v29n1p192-206. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/10729>. Acesso em: 1 jun. 2025.

ENDLA, Purushotham et al. Adaptive Learning Algorithms for Personalized Education Systems Bridging Artificial Intelligence and Pedagogy. **GITM Web Conference**, v. 76, p. 05007, 2025. DOI: 10.1051/itmconf/20257605007.

FELIPPE, K. R. C. et al. O uso de IA em ambientes de aprendizagem personalizados. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 5, p. e4149, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n5-035.

FIGUEREDO, Leonardo Patrick et al. **Educação médica no Brasil: barreiras à implementação do ensino online em tempos de pandemia**. *Revista Educação em Saúde*, Uberlândia, v. 8, n. 2, p. 138–148, 18 dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37951/2358-9868.2020v8i2.p138-148>. Acesso em: 1 jun. 2025.

FONTENELLE, Léa Magalhães Barsi; SOUSA, Vanessa de Lima Marques Santiago. **Integração da tecnologia ao contexto educacional básico: ensino jurídico e prática extensionista**. *Revista InterAção*, Fortaleza, n. 127, ed. suplementar, p. 29–31, 30 abr. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.12662/1809-5771ri.127.5757.p29-31.2024>. Acesso em: 1 jun. 2025.

GHEIBI, Omid; WEYNS, Danny; QUIN, Federico. Applying Machine Learning in Self-adaptive Systems: A Systematic Literature Review. **ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems**, v. 15, n. 3, article 9, p. 1-37, 2021. DOI: 10.1145/3469440.

HENDAWY, A. A.; DULLIUS, M. M. O ensino jurídico no Brasil: história e transformação. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. e4337, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n5-138. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4337>. Acesso em: 1 jun. 2025.

LOPES DE FREITAS, T. M.; SAMPAIO MEDINA, F. das C.; MACIEL MIHALIUC, K. de M.; DE QUEIROZ E SILVA, M. C. Metodologías activas de enseñanza y aprendizaje en la disciplina Derecho Tributario II: un relato de experiencia los nuevos

retos en la enseñanza a distancia . **Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. pp. 221– 238, 2022. DOI: 10.5354/0719-5885.2022.65244. Disponível em: <https://pedagogiaderecho.uchile.cl/index.php/RPUD/article/view/65244>. Acesso em: 1 jun. 2025

MAGHSOUDI, M. et al. Mapping the Landscape of AI-Driven Human Resource Management: A Social Network Analysis of Research Collaboration. **IEEE Access**, v. 13, p. 3090-3114, 2025. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3523437.

MAHARG, Paul; NICOL, Emma. *Simulation and technology in legal education: a systematic review and future research programme*. In: STREVENS, Caroline; GRIMES, Richard; PHILLIPS, Edward (ed.). *Legal education: simulation in theory and practice*. Farnham, UK: Ashgate, 2014. p. 17–42. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361705391_Metodologias_ativas_de_ensino_e_aprendizagem_na_disciplina_de_Direito_Tributario_II_um_relato_de_experiencia_frente_aos_novos_desafios_no_ensino_a_distancia. Acesso em: 01 jun. 2025.

MINADEO, R. . POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCLUSÃO NO ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: UM ESTUDO DO PROGRAMA UNIVERSIDADE PARA TODOS (ProUni). **Hegemonia**, [S. l.], n. 11, p. 42, 2020. DOI: 10.47695/hegemonia.vi11.88. Disponível em: <https://revistahegemonia.emnuvens.com.br/hegemonia/article/view/88>. Acesso em: 1 jun. 2025.

NEPOMUCENO, Arturo Ruiz et al. Software Architectures for Adaptive Mobile Learning Systems: A Systematic Literature Review. **Applied Sciences**, v. 14, n. 11, p. 4540, 2024. DOI: 10.3390/app14114540.

PACHECO, Roberto Carlos dos Santos; SANTOS, Neri dos; WAHRHAFTIG, Ramiro. Transformação digital na Educação Superior: modos e impactos na universidade. **Revista Nupem**, v. 12, n. 27, 2020.

PRAKASH, Aswathy G.; NAIR, Vishnu. Integrating Generative AI into Legal Education: From Casebooks to Code, Opportunities and Challenges. **Law, Technology and Humans**, v. 6, n. 3, 2024. DOI: 10.5204/lthj.3640.

SAPUTRI, T. R. D.; LEE, S.-W. The Application of Machine Learning in Self-Adaptive Systems: A Systematic Literature Review. **IEEE Access**, v. 8, p. 205948-205967, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3036037.

SHEN, Z.; ZHAO, S. Legal Instructional Design by Deep Learning Theory Under the Background of Educational Psychology. **Frontiers in Psychology**, v. 13, p. 917174, 2022. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.917174.

WEBER, Florian et al. LegalWriter: An Intelligent Writing Support System for Structured and Persuasive Legal Case Writing for Novice Law Students. In:

PROCEEDINGS OF THE 2024 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI '24), 2024, New York. **Proceedings** [...]. New York: Association for Computing Machinery, 2024. Article 1052, p. 1-23. DOI: 10.1145/3613904.3642743.

WEBER, F.; WAMBSGANSS, T.; SÖLLNER, M. Enhancing legal writing skills: The impact of formative feedback in a hybrid intelligence learning environment. **British Journal of Educational Technology**, v. 56, p. 650-677, 2025. DOI: 10.1111/bjet.13529.