



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Smart Education e sua Integração com a Indústria 4.0 e 5.0: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Maytê Pietrobelli de Souza

PPGEP – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Leopoldo Marcelino Silva

PPGEP – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Joseane Pontes

PPGEP – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Regina Negri Pagani

PPGEP – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: É possível observar que cada vez mais cidades do mundo desenvolvido estão se movimentando em direção à implementação de tecnologias de informação e comunicação dentro de seus processos e atividades. Tendo isso em vista, mudanças oriundas através do advento da Indústria 4.0 e 5.0 exigem que todos os componentes e pessoas envolvidas no processo de implementação de novas tecnologias estejam em constante adaptação e evolução, com o intuito de acompanhar o ritmo dessa transformação digital. Frente a isso, torna-se crucial que a força de trabalho atual esteja preparada para enfrentar os desafios inerente a essas mudanças, o que exige, por sua vez, um sistema educacional inteligente que seja capaz de incorporar essas tecnologias em suas metodologias e assim qualificar os futuros trabalhadores dessa nova era. Portanto, o presente trabalho tem o objetivo de identificar o panorama atual da *Smart Education* e sua relação com a Indústria 4.0 e 5.0 a partir de uma revisão sistemática de literatura, visando uma análise abrangente dos principais norteadores e tendências de pesquisas citadas nos trabalhos relacionados a temática. Os resultados encontrados apontam as principais tendências de ensino e tendências tecnológicas voltadas para a educação inteligente no contexto atual de mudanças e transformações digitais, com o intuito de auxiliar novos processos de aprendizagem e metodologias pedagógicas nesse contexto. Os dados obtidos através desta pesquisa podem direcionar futuros estudos a abranger os desafios da implementação de uma educação inteligente, bem como discernir seu exercício voltado tanto para instituições no contexto da Indústria 4.0 e 5.0.

Palavras-chave: Smart Education, Educação Inteligente, Indústria 4.0, Indústria 5.0.

Smart Education and Its Integration with Industry 4.0 and 5.0: A Systematic Literature Review

Abstract: Cities in the developed world are moving towards the implementation of information and communication technologies within their processes and activities. Changes brought about by the advent of Industry 4.0 and 5.0 require that all components and individuals involved in the process of implementing new technologies be in constant adaptation and evolution to keep pace with the rhythm of this digital transformation. Consequently, it becomes crucial that the current workforce is prepared to face the challenges inherent in these changes, which in turn requires an intelligent educational system capable of incorporating these technologies into its methodologies and thus qualifying the

future workers of this new era. This study aims to identify the current landscape of Smart Education and its relationship with Industry 4.0 and 5.0 through a systematic literature review, aiming for a comprehensive analysis of the main guiding principles and research trends cited in related works. The results indicate the main teaching trends and technological trends related to smart education in the current context of digital changes and transformations, with the intent of assisting new learning processes and pedagogical methodologies in this context. The data obtained from this research may guide future studies to address the challenges of implementing smart education, as well as discerning its application for institutions within the context of Industry 4.0 and 5.0.

Keywords: Smart Education, Industry 4.0, Industry 5.0.

1. Introdução

A utilização da internet e suas tecnologias associadas estão presentes na maioria das comunidades mundiais, sendo capazes de se espalhar rápida e amplamente por diversas áreas. Os benefícios de incorporar a tecnologia no cotidiano de pessoas e organizações já superam um impacto apenas individual, uma vez que abrangem sua influência a níveis mais profundos de interação, oferecendo vantagens comunitárias significativas (JAVED et al., 2022).

Neste contexto, o conceito de Indústria 4.0 surge como uma tendência de revolução digital na manufatura (KASAPOGLU, 2018), apresentando tecnologias fundamentais como Big Data, Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Computação em Nuvem, Aprendizado de Máquina e Realidade Aumentada, para compreender seu conceito. No entanto, sua utilização e seu impacto vão além apenas do setor industrial, estendendo-se a diversas outras áreas. Dessa forma, essas inovações tecnológicas são essenciais para a transformação de uma empresa tradicional em uma empresa digital (ASSANTE et al., 2019). Em contrapartida, a Indústria 5.0 introduz novos ideais voltados para uma transformação industrial que integra características tecnológicas com um enfoque nas dimensões sociais e inclusivas, priorizando também a proteção e o desenvolvimento ambiental (DIXSON-DECLEVÉ et al., 2022).

Considerando o dinamismo e multidisciplinaridade dessa transformação digital, países ao redor do mundo estão adotando técnicas e tecnologias inovadoras para aprimorar a administração de suas cidades. Transformar uma cidade em uma verdadeira cidade inteligente exige que praticamente todos os aspectos de sua gestão e governança integrem esses avanços tecnológicos em seus processos e atividades, o que é capaz de gerar impactos positivos na esfera social, econômica, humana e ambiental (JAVED et al., 2022). Da mesma forma que essas novas tecnologias e transformações estão se infiltrando em nossas organizações, cidades e vidas cotidianas de maneiras que nunca imaginamos, o mesmo acontece em aspectos relacionados a escolarização. É fundamental considerar uma educação inclusiva, equitativa e de alta qualidade nesse estágio de desenvolvimento. Além disso, essa transformação digital impulsionada pelas Indústrias 4.0 e 5.0 demandará cada vez mais uma força de trabalho altamente qualificada. Para enfrentar os desafios futuros, o desenvolvimento econômico dos países dependerá dessa qualificação, o que torna crucial a existência de sistemas educacionais capazes de formar essa força de trabalho qualificada (ZEESHAN; HÄMÄLÄINEN; NEITTAANMÄKI, 2022).

Considerando um cenário global, empregadores de diversos setores organizacionais têm expressado crescentes preocupações de que os trabalhadores recém graduados em universitários não estão preparados para o mercado de trabalho. Como consequência, as universidades estão sob crescente pressão por parte de empregadores e alunos para focarem na melhoria da prontidão de seus graduados, desenvolvendo conscientemente currículos que promovam ativamente a aquisição de habilidades essenciais para o gerenciamento de relacionamentos no ambiente de trabalho, preparando-os para atuar nas Indústrias 4.0 e 5.0 (BORG; SCOTT-YOUNG; TURNER, 2019). Algumas dessas

habilidades podem ser relacionadas à alfabetização digital, inovação, pensamento crítico e analítico desenvolvido, inteligência emocional, adaptabilidade, cooperação e inclusão profissional (OMIRZAK; RAZUMOVA; NIKISHINA, 2021). Tendo isso em vista, o conceito de *Smart Education* (educação inteligente) demanda o desenvolvimento de um sistema educacional que não apenas forme as competências profissionais dos futuros trabalhadores, mas também cultive sua consciência ambiental e responsabilidade social para com as próximas gerações. A incorporação de métodos de ensino inovadores resultará em um efeito sinérgico, melhorando a qualidade dos processos nos sistemas industriais, de transporte, educacionais e em outros componentes das cidades inteligentes (MAKAROVA et al., 2018a).

Portanto, o presente trabalho tem o objetivo de identificar o panorama atual da *Smart Education* e sua relação com a Indústria 4.0 e 5.0 a partir de uma revisão sistemática de literatura, visando uma análise abrangente dos principais norteadores e tendências de pesquisas citadas nos trabalhos relacionados a temática.

2. Metodologia

Existem diversos protocolos para revisão sistemática de literatura. Para este trabalho, os autores selecionaram o PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses literature search extension* - Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises) é uma metodologia adotada para selecionar um conjunto de estudos em uma revisão sistemática da literatura. Essa abordagem foi desenvolvida a partir de um guia de recomendações chamado QUORUM (*Quality of Reporting Of Meta-analyses* - Qualidade dos Relatos de Meta-Análises), que inicialmente era voltado para relatos de meta-análises, mas foi atualizado para a denominação PRISMA, ampliando seu escopo para incluir também as revisões sistemáticas (MOHER et al., 2009).

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma revisão sistemática da literatura sob o objetivo de identificar o estado da arte do conceito de *Smart Education* inserido no contexto da Transformação Digital, isto é, na Indústria 4.0 e 5.0. Foram analisados um total de 87 artigos obtidos a partir da base de dados Scopus, estruturados de acordo com a metodologia PRISMA e submetidos a uma análise bibliométrica auxiliada pelo software NVIVO.

Foram realizadas três etapas para a caracterização da revisão sistemática da literatura: identificação, triagem e inclusão. Na primeira etapa, foram coletados estudos a partir da base de dados Scopus e subsequentemente inseridos em um programa gerenciador de referências. Na segunda etapa, a seleção dos estudos relevantes foi realizada a partir da aplicação de critérios de exclusão e refinamento do portfólio, caracterizada pela leitura dos títulos e dos resumos de todo o conjunto de documentos, possibilitando assim a verificação de sua pertinência em relação ao objetivo principal da presente pesquisa. A mesma verificação foi realizada após a leitura na íntegra de todos os documentos remanescentes do portfólio. Finalmente, na terceira e última etapa de inclusão, após todas as análises e leituras realizadas, foi formado o portfólio completo de pesquisa.

Com o objetivo de aprimorar o modelo de busca na base de dados e obter um conjunto de estudos focado no tema, foram definidos dois grandes eixos de pesquisa: *Smart Education* (primeiro eixo), e Transformação Digital (segundo eixo). O resultado dos documentos encontrados através da junção entre os dois eixos, e seu respectivo protocolo de busca, pode ser observado através da Tabela 1:

Tabela 1 - Protocolo de Pesquisa

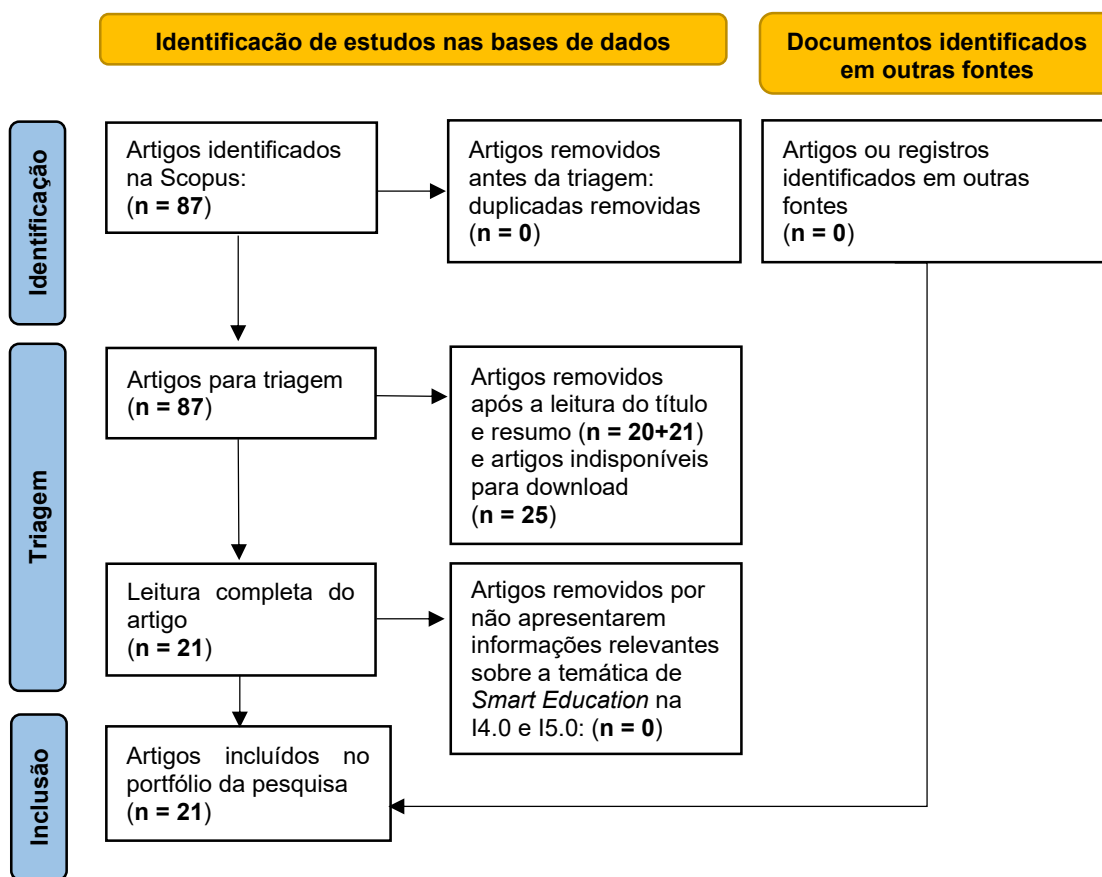
Direcionadores	Protocolo
	GRUPO 1 (SMART EDUCATION): "Smart Education"
Termos de Busca (Título, Resumo e Palavras-Chave)	GRUPO 2 (INDÚSTRIA 4.0 E 5.0): "Industry 5.0" OR "I5.0" OR "Society 5.0" OR "Industry 4.0" OR "I4.0" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution" OR "Smart Industry" OR "Smart Factory" OR "Digital Transformation"
Processo de Busca	"OR" e "AND" Operadores Booleanos
Bases de Dados	Scopus (87)
Tipos de Publicação	Artigos, Artigos de conferências, Capítulos de livro e Revisões
Idioma	Inglês
Limitação Temporal	Sem limite temporal

Fonte: Os Autores (2024)

A busca realizada nas bases de dados resultou, portanto, em um total de 87 registros para a etapa de identificação, e triagem. Uma vez aplicados os critérios de exclusão necessários em relação a leitura de título, resumo, e acesso aos registros, 21 deles foram selecionados para leitura na íntegra, isto é, para a leitura completa do artigo. Após realizada esta etapa, todos se mostraram relevantes em relação ao tema.

Sendo assim, 21 artigos foram analisados integralmente após as etapas de filtragem da revisão sistemática de literatura. A busca inicial nas bases de dados não limitou a natureza do registro e não realizou um recorte temporal. As atividades realizadas em relação à revisão sistemática de literatura podem ser observadas na Figura 1:

Figura 1 - Protocolo PRISMA



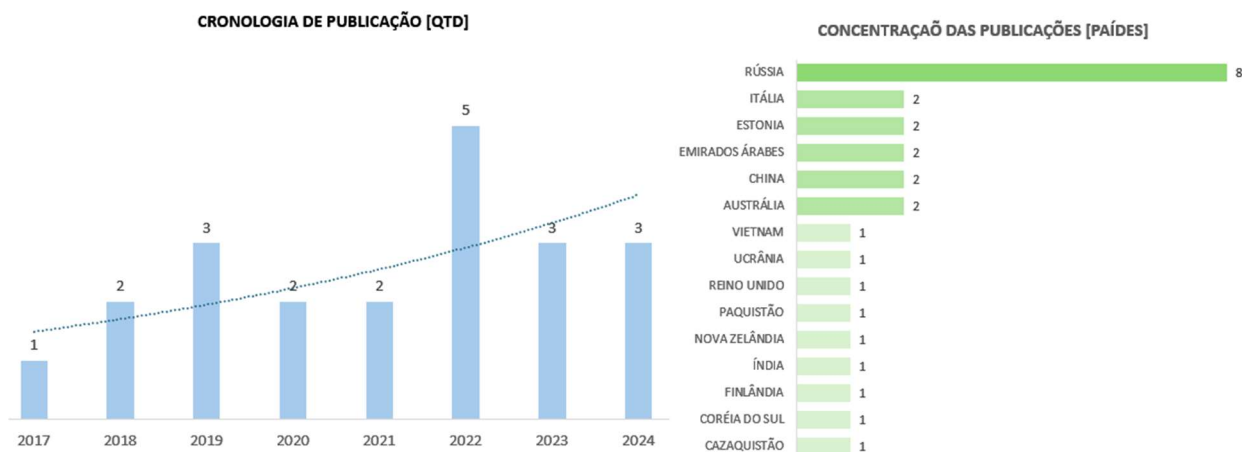
Fonte: Os Autores (2024)

3. Análise Bibliométrica

Os documentos selecionados que compõem o portfólio da presente pesquisa foram inicialmente submetidos a uma análise geral de conteúdo para a verificar sua cronologia de publicação, concentração de publicação e elucidar as principais palavras-chave utilizadas nas publicações relacionadas a esse tema.

A cronologia de publicação é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Análise Bibliométrica

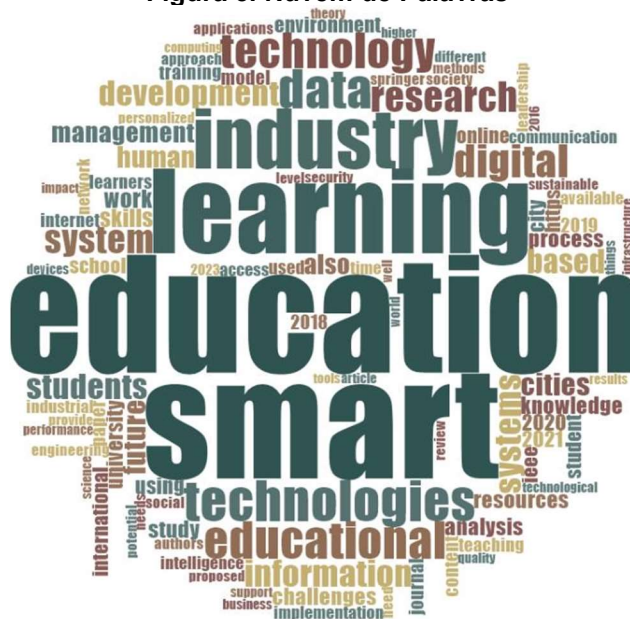


Fonte: Os Autores (2024)

Verifica-se que o maior número de publicações foi no ano de 2022, havendo uma tendência de crescimento da quantidade de publicações sobre a temática. Quanto a concentração das publicações, a maior parte das publicações está na Rússia (8), havendo uma significativa distância para os demais países, que concentram entre (2) ou (1) publicação.

Uma vez inseridos os documentos do portfólio de pesquisa a uma análise bibliométrica auxiliada pelo software NVIVO, tornou-se possível observar a nuvem das palavras-chave mais recorrentes no portfólio teórico deste trabalho, a qual é apresentada na Figura 3.

Figura 3. Nuvem de Palavras



Fonte: Os Autores (2024)

A Tabela 2 apresenta a os dez artigos com o maior número de citações de acordo com a Scopus, base de dados utilizada para a pesquisa, e o *Google Scholar*, o qual se caracteriza como um acervo de publicações amplo e gratuito de conteúdo científico, para referências e leituras acadêmicas. Nota-se que os artigos mais citados não são necessariamente os mais antigos, o que aponta a relevância de novos estudos sobre os desafios e tendências relacionados ao tema.

Tabela 2 - Publicações com o maior número de citações

Tema	ID	Autores	Título do Artigo	Ano de Publicação	Nº de Citações Scopus	Google Scholar
Smart Education na Indústria 4.0 e 5.0	1	Javed, Abdul Rehman; Shahzad, Faisal; Rehman, Saif ur; Zikria, Yousaf Bin; Razzak, Imran; Jalil, Zunera; Xu, Guandong	<i>Future smart cities requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects</i>	2022	263	315
	2	Assante, Dario; Caforio, Alessandro; Flamini, Marta; Romano, Elpidio	<i>Smart education in the context of industry 4.0</i>	2019	50	82
	3	Zeeshan, Khaula; Hämäläinen, Timo; Neittaanmäki, Pekka	<i>Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview</i>	2022	40	68

Smart Education na Indústria 4.0 e 5.0	4	Makarova, Irina; Shubenkova, Ksenia; Buyvol, Polina; Mavrin, Vadim; Mukhametdinov, Eduard	<i>Interaction between education and business in digital era</i>	2018	21	23
	5	Borg, Jessica; Scott- Young, Christina M.; Turner, Michelle	<i>Smarter education: Leveraging stakeholder inputs to develop work ready curricula</i>	2019	17	35
	6	Makarova, Irina; Shubenkova, Ksenia; Bagateeva, Angelina; Pashkevich, Anton	<i>Digitalization of education as a new destination of e-learning</i>	2018	10	25
	7	Wilson, Jonela Carmada Marisa; Kandege, Patrick; Edjoukou, Akadje Jean Roland; Teklu, Mussie Tsfay	<i>Unpacking smart education's soft smartness variables: Leadership and human resources capacities as key participatory actors</i>	2021	8	15
	8	Adel, Amr	<i>The Convergence of Intelligent Tutoring, Robotics, and IoT in Smart Education for the Transition from Industry 4.0 to 5.0</i>	2024	6	14
	9	Omirezak, Islam; Razumova, Yuliya; Nikishina, Svetlana	<i>New Generation Mobile Networks and Their Application in Electronic Learning</i>	2021	4	4
	10	Tran, Van-Trung; Tran, Ngoc Hai	<i>A Review of Smart Education and Lessons Learned for An Effective Application in Binh Duong Province, Vietnam</i>	2022	3	5

Fonte: Os Autores (2024)

No que se refere à etapa final da metodologia utilizada, foi feita uma análise completa dos estudos para fundamentar o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, buscou-se no portfólio de pesquisa estudos que abordassem aspectos ligados à *Smart Education* na Indústria 4.0 e 5.0, com o objetivo de compilar e apresentar as informações a respeito dessa temática e suas tendências na seção dos resultados.

4. Análise de Conteúdo

As exigências das empresas modernas em relação à qualidade da força de trabalho atual também transformaram as expectativas dos alunos quanto aos programas educacionais. A busca por uma experiência de aprendizagem individualizada e única, com estilos de assimilação de conhecimento mais acessíveis, além da oportunidade de testar esse conhecimento em contextos sociais, é extremamente presente nas instituições de ensino atuais. A integração entre processos educacionais e profissionais, o controle pessoal sobre o aprendizado, bem como a mobilidade e a informalidade, tornaram-se fatores essenciais (OMIRZAK; RAZUMOVA; NIKISHINA, 2021).

Nos últimos anos, após o surgimento do conceito de Indústria 4.0 e subsequentemente Indústria 5.0, a educação inteligente emergiu como a transição da educação tradicional para um novo paradigma educacional, o qual compõem aspectos autodirigidos, motivacionais, adaptativos, enriquecidos com recursos e integrado à tecnologia (TRAN; TRAN, 2022). Considerando que o setor 4.0 corresponde à integração das tecnologias de informação em diferentes esferas da vida humana, novos processos de aprendizagem educacionais exigem especialistas criativos e ágeis no desenvolvimento de novas soluções a partir de um *mindset* original e flexível, com o objetivo de corresponder à demanda de organizações e alunos por novas habilidades para o mercado atual (OVINOVA; SHRAIBER, 2019).

Frente a isso, com o objetivo de compreender os principais fatores que norteiam uma educação inteligente, a Tabela 3 apresenta as principais tendências de aprendizado

relacionados à educação inteligente no contexto da Transformação Digital, incentivada pelas Indústria 4.0 e 5.0.

Tabela 3. Tendências de aprendizado relacionado à *Smart Education* na Transformação Digital

Tendências de aprendizado	Descrição	Autores
<i>Learning Process</i>	Emprego de ferramentas digitais para fornecer feedbacks e monitorar o progresso dos estudantes em tempo real. Integração do ensino tradicional com plataformas online e sistemas de gestão de aprendizagem, visando criar soluções que atendam às necessidades dos alunos e aprimorem o processo educacional.	(ADEL, 2024; ASSANTE et al., 2019; DVORETSKAYA; UVAROV; KOCHAK, 2022; KLOPOV et al., 2023; MAKAROVA et al., 2018a, 2020; OMIRZAK; RAZUMOVA; NIKISHINA, 2021; SHARONOVA; AVDEEVA, 2024; SUPRIYA et al., 2024; WILSON et al., 2021)
<i>Learning Experience</i>	Educação inteligente focada na personalização da experiência de aprendizagem, com atividades centradas no aluno, como a criação de trajetórias educacionais individualizadas e a ampliação eficaz de sua vivência acadêmica. Essa abordagem permite que os alunos acessem recursos educacionais conforme suas necessidades, proporcionando um aprendizado contínuo, fluido e confortável.	(OMIRZAK; RAZUMOVA; NIKISHINA, 2021; OVINOVA; SHRAIBER, 2019; TRAN; TRAN, 2022; WILSON et al., 2021; ZEESHAN; HÄMÄLÄINEN; NEITTAANMÄKI, 2022)
<i>Blended Learning</i>	O uso da aprendizagem combinada (presencial e virtual) visa engajar os alunos no processo de busca ativa de informações fornecidas pelo professor, além de familiarizá-los com novas formas de atividades educacionais. Essa abordagem permite a construção de novos conhecimentos e competências em um ambiente educacional de alta tecnologia, acessível por meio de dispositivos móveis, maximizando a personalização do aprendizado. Envolve também o treinamento colaborativo em um contexto social, no qual, além do professor, cada aluno atua como um recurso de aprendizagem para os demais.	(EMBARAK; HAWARNA, 2023; MAKAROVA et al., 2018a, 2020; SUPRIYA et al., 2024)
<i>Learning Styles</i>	O conteúdo de aprendizagem proposto por uma educação inteligente personalizada é adaptado ao estilo e às preferências de aprendizagem de cada aluno, atendendo às suas necessidades de desenvolvimento. A aprendizagem inteligente e adaptativa considera uma diversidade de estilos e habilidades, permitindo que os alunos aprimorem suas capacidades de raciocínio, comunicação e resolução de problemas por meio do uso de diversos dispositivos inteligentes.	(GUO; NIE; WANG, 2023; MOHAMED; AL BARGHUTHI; SAID, 2017; TRAN; TRAN, 2022; WILSON et al., 2021)

Fonte: Os Autores (2024)

Nota-se que das quatro principais tendências de aprendizado, o processo geral de aprendizado educacional ainda se configura como o mais citado pelos pesquisadores acerca do tema. Diferentemente dos estilos de aprendizado (aprendizagem difere de acordo com o estilo e adaptação de cada indivíduo), aprendizagem mista e/ou combinada (aprendizagem presencial e virtual), e experiência de aprendizagem (considera as vivências de cada indivíduo no processo de aprendizagem), o processo de aprendizagem abrange questões relacionadas às ferramentas digitais e ao atendimento das necessidades de cada aluno referente a sua formação educacional e como ser humano. O novo paradigma da educação nesse contexto de constantes transformações envolve promover ações para que o aluno se torne arquiteto de sua própria educação por meio de tecnologias dinâmicas e aprendizagem experimental (OVINOVA; SHRAIBER, 2019).

Considerando a necessidade constante de adaptação educacional à essas novas tecnologias, a Tabela 4 apresenta as principais tendências tecnológicas relacionadas à educação inteligente no contexto da Transformação Digital, incentivada pelas Indústria 4.0 e 5.0.

Tabela 4. Tendências de tecnologias relacionadas à Smart Education na Transformação Digital

Tendências de tecnologias	Descrição	Autores
<i>Smart Technologies</i>	A integração de tecnologias inteligentes no processo educativo pode ampliar oportunidades de aprendizagem individualizada, além de introduzir novos métodos de avaliação e colaboração. Essas tecnologias, por sua natureza digital, também podem gerar um impacto ambiental positivo e aumentar o envolvimento e a motivação dos alunos no processo de aprendizagem.	(EMBARAK; HAWARNA, 2023; KAZIEVA et al., 2020; KLOPOV et al., 2023; MAKAROVA et al., 2018b, 2020; SHARONOVA; AVDEEVA, 2024; SUPRIYA et al., 2024; WILSON et al., 2021)
<i>Smart Devices</i>	O avanço da tecnologia móvel incentivou a mobilidade dos alunos, contrastando com o antigo formato estático da educação tradicional. Novos desenvolvimentos iniciaram uma era de aprendizagem que integra dispositivos e tecnologias inteligentes, promovendo o aprendizado em qualquer hora e lugar, eliminando as barreiras de tempo, espaço e ambiente. Além disso, diferentes modelos de dispositivos inteligentes permitem conectividade e comunicação contínuas entre múltiplos dispositivos e sistemas, aprimorando o ambiente educacional.	(MAKAROVA et al., 2018b, 2018a; SUPRIYA et al., 2024; WILSON et al., 2021)
<i>Smart Boards</i>	Quadros inteligentes são uma das ferramentas de ensino mais eficazes, pois enriquecem os elementos educacionais e ajudam os professores a capturar a atenção e imaginação dos alunos, ao mesmo tempo em que promovem uma comunicação eficaz entre eles. Em salas de aula voltadas para a educação inteligente, que utilizam quadros interativos, realidade virtual e quadros inteligentes, os alunos podem aprimorar suas habilidades práticas por meio de simulações de realidade virtual, por exemplo. Isso garante uma educação de alta qualidade, permitindo que os alunos aprendam no seu próprio ritmo. Além disso, a análise de Big Data está sendo aplicada na educação para monitorar o desenvolvimento dos alunos e identificar áreas onde eles precisam de mais apoio. Com essas informações, os professores podem ajustar seus planos de aula e estratégias de ensino para atender melhor às necessidades dos estudantes.	(MOHAMED; AL BARGHUTHI; SAID, 2017; SUPRIYA et al., 2024; WILSON et al., 2021)
<i>Smart Pedagogy</i>	No ecossistema da educação inteligente, é fundamental desenvolver métodos pedagógicos específicos que aproveitem os avanços da tecnologia inteligente, resultando na criação de uma pedagogia inteligente. Baseada no princípio da personalização do aprendizado, essa pedagogia deve ser centrada no aluno e utilizar o conceito de segmentação. Assim, a educação inteligente trata as demandas por pedagogias inteligentes como uma questão metodológica, enquanto os ambientes de aprendizagem inteligentes são abordados como uma questão técnica. Esse modelo impulsiona os objetivos educacionais, promovendo a formação de alunos mais capacitados e inteligentes. A pedagogia inteligente tem o potencial de causar um impacto significativo no ambiente educacional.	(KAZIEVA et al., 2020; SHARONOVA; AVDEEVA, 2024; TRAN; TRAN, 2022)

Fonte: Os Autores (2024)

Apesar do senso comum e crucial que as tecnologias e dispositivos inteligentes norteiam os novos processos de aprendizagem educacional com base em novas ferramentas, ressalta-se que metodologias pedagógicas bem-organizadas e centradas no aluno, com o objetivo de otimizar a aprendizagem educacional, são extremamente primordiais para que novos modelos de ensino sejam efetivamente bem-sucedidos. O esforço organizado e cuidadoso destinado à criação e otimização de novas metodologias de ensino e aprendizagem com base em novas tecnologias é o responsável por impulsionar os objetivos educacionais e promover a formação de alunos mais capacitados e preparados para o mercado de trabalho atual (KAZIEVA et al., 2020).

5. Conclusões

A presente pesquisa foi realizada a partir de uma revisão sistemática da literatura sob o objetivo de identificar o panorama atual da *Smart Education* e sua relação com a Indústria 4.0 e 5.0, visando uma análise abrangente dos principais norteadores e tendências de pesquisas citados nos trabalhos relacionados ao tema.

Os resultados encontrados apontam as principais tendências de ensino e tendências tecnológicas voltadas para a educação inteligente no contexto atual de mudanças e transformações digitais. Apesar de estudos anteriores se concentrarem principalmente no ambiente de aprendizagem inteligente, a pesquisa realizada salienta que o papel de gerenciamento de metodologias e processos de implementação de novos sistemas educacionais é primordial para garantir o sucesso na capacitação de seus alunos.

Muitos desafios prevalecem nas instituições atuais de ensino, no entanto, a integração entre pessoas e novas ferramentas tecnológicas em ambientes compartilhados são capazes de construir uma melhor experiência de aprendizagem. As principais tendências apresentadas na pesquisa podem atuar como diretrizes facilitadoras no setor educacional 4.0 e 5.0, colaborando para o processo de implementação de novas tecnologias. Além disso, as tendências relacionadas à aprendizagem de uma educação inteligente podem auxiliar novos processos de aprendizagem e metodologias pedagógicas para que alunos possam estar devidamente preparados para suas carreiras.

Pesquisas futuras sobre o tema podem englobar os desafios específicos da educação inteligente voltados para a aprendizagem, tecnologias, bem como outras tendências futuras observadas. Além disso, estudos que destaquem as diferenças existentes entre uma educação inteligente direcionada para a capacitação de trabalhadores no contexto da Indústria 4.0 e capacitação de trabalhadores no contexto da Indústria 5.0 podem também colaborar para a qualificação da mão de obra requerida pelas organizações atuais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Referências

ADEL, A. The Convergence of Intelligent Tutoring, Robotics, and IoT in Smart Education for the Transition from Industry 4.0 to 5.0. **Smart Cities**, v. 7, n. 1, p. 325–369, 2024.

ASSANTE, D. et al. **Smart education in the context of industry 4.0**. (A. K. Ashmawy, S. Schreiter, Eds.) IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON. **Anais...** IEEE Computer Society, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85067437745&doi=10.1109%2fEDUCON.2019.8725057&partnerID=40&md5=73b83f11cb680df44f5154abd44a253c>

BORG, J.; SCOTT-YOUNG, C. M.; TURNER, M. **Smarter education: Leveraging stakeholder inputs to develop work ready curricula**. (L. C. Jain et al., Eds.) Smart Innovation, Systems and Technologies. **Anais...** Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067335208&doi=10.1007%2f978-981-13-8260-4_5&partnerID=40&md5=104137691ccaec912e26d60b5b9fca8a>

DIXSON-DECLEVÈ, S. et al. Industry 5.0: A Transformative Vision for Europe. **European Commission**, n. 3, 2022.

DVORETSKAYA, I.; UVAROV, A.; KOCHAK, E. The Smart Education Progress Measurement: Can Field Experts' Opinions Help? Em: **Lecture Notes in Educational Technology**. [s.l.] Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022. p. 223–232.

EMBARAK, O. H.; HAWARNA, S. Smart Education for Industry 4.0 Sustainable Futures: A New Theory of Maximization for Learner Success. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 13, n. 11, p. 1704–1712, 2023.

GUO, Y.; NIE, Z.; WANG, M. **Educational Digitalization Enables Learners to Achieve Personalized Learning Path: Driven by Four Dimensions**. Proceedings - 2023 5th International Conference on Computer Science and Technologies in Education, CSTE 2023. **Anais...** Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174631871&doi=10.1109%2fCSTE59648.2023.00032&partnerID=40&md5=e9295cb60387fb8048d04813f638e419>>

JAVED, A. R. et al. Future smart cities requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects. **Cities**, v. 129, 2022.

KASAPOGLU, O. A. Leadership and Organization for the Companies in the Process of Industry 4.0 Transformation. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ORGANIZATIONAL LEADERSHIP**, v. 7, n. 3, p. 300- 308 WE- Emerging Sources Citation Index (ESC, 2018).

KAZIEVA, B. et al. **The self-organizational potential of SMART University and its evolution**. (R. J., L. M., Eds.) 2020 International Scientific Conference on Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education, SLET 2020. **Anais...** Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, 173 Chernishevsky str., Nalchik, 360004, Russian Federation: CEUR-WS, 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85106037445&partnerID=40&md5=fabd0565be1569d79e17daa1ef5b5d38>>

KLOPOV, I. et al. Digital Transformation of Education Based on Artificial Intelligence. **TEM Journal**, v. 12, n. 4, p. 2625–2634, 2023.

MAKAROVA, I. et al. **Interaction between education and business in digital era**. Proceedings - 2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems, ICPS 2018. **Anais...** Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018a. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050134593&doi=10.1109%2fICPHYS.2018.8390756&partnerID=40&md5=0661f1d32cdad44300915d871b688cb6>>

MAKAROVA, I. et al. **Digitalization of education as a new destination of e-learning**. (M. Grgic et al., Eds.) Proceedings Elmar - International Symposium Electronics in Marine. **Anais...** Croatian Society Electronics in Marine - ELMAR, 2018b. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85058682553&doi=10.23919%2fELMAR.2018.8534662&partnerID=40&md5=8d993ff012796fead196e86626f020cf>

MAKAROVA, I. et al. **Changes in Engineering Education in the Transition to a Digital Society**. (I. Petras, J. Kacur, Eds.) Proceedings of the 2020 21st International Carpathian Control Conference, ICCC 2020. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097986336&doi=10.1109%2fICCC49264.2020.9257231&partnerID=40&md5=626b72956fb56ad5169e2ed9f012d89>>

MOHAMED, S. S.; AL BARGHUTHI, N. B.; SAID, H. **An Analytical Study Towards the UAE Universities Smart Education Innovated Approaches**. Proceedings - 2017 IEEE 19th Intl Conference on High Performance Computing and Communications, HPCC 2017, 2017 IEEE 15th Intl Conference on Smart City, SmartCity 2017 and 2017 IEEE 3rd Intl Conference on Data Science and Systems, DSS 2017. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85047456447&doi=10.1109%2fHPCC-SmartCity-DSS.2017.26&partnerID=40&md5=6b69eb4a12d8239128654159c9a8e73a>>

MOHER, D. et al. **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement**. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>>. Acesso em: 30 set. 2021.

OMIRZAK, I.; RAZUMOVA, Y.; NIKISHINA, S. New Generation Mobile Networks and Their Application in Electronic Learning. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 15, n. 2, p. 157–171, 2021.

OVINOVA, L. N.; SHRAIBER, E. G. Pedagogical model to train specialists for Industry 4.0 at University. **Perspektivy Nauki i Obrazovania**, v. 40, n. 4, p. 448–461, 2019.

PAGE, M. J. et al. **The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews**. Disponível em: <<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>>. Acesso em: 30 set. 2021.

RETHLEFSEN, M. et al. **PRISMA-S: An Extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews**. Disponível em: <<https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13643-020-01542-z.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2021.

SHARONOVA, S.; AVDEEVA, E. Smart Education: Social Risks and Challenges. Em: **EAI/Springer Innovations in Communication and Computing**. [s.l.] Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2024. v. Part F2195p. 99–118.

SUPRIYA, Y. et al. Industry 5.0 in Smart Education: Concepts, Applications, Challenges, Opportunities, and Future Directions. **IEEE Access**, v. 12, p. 81938–81967, 2024.

TRAN, V.-T.; TRAN, N. H. A Review of Smart Education and Lessons Learned for An Effective Application in Binh Duong Province, Vietnam. **Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi**, v. 13, n. 1, p. 234–240, 2022.

WILSON, J. C. M. et al. Unpacking smart education's soft smartness variables: Leadership and human resources capacities as key participatory actors. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 5, p. 6267–6298, 2021.

ZEESHAN, K.; HÄMÄLÄINEN, T.; NEITTAANMÄKI, P. Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 7, 2022.