

MAPEAMENTO E CATEGORIZAÇÃO DE POTENCIAIS TECNOLOGIAS DA EDUCAÇÃO 4.0 PARA CURSOS DE BACHARELADO DESIGN

Rodrigo Bicalho Mendes
rodrigobicalhomendes@gmail.com
<http://lattes.cnpq.br/0898461392722333>

Túlio Márcio de Salles Tibúrcio
tmst83@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/7538871885032281>

RESUMO

Este artigo é parte de uma pesquisa de doutorado que tem como objetivo, investigar qual o potencial das tecnologias da Educação 4.0 na área do Design. Dentro desse cenário, o presente artigo, visa mapear e categorizar possíveis tecnologias da educação 4.0 que possam ser utilizadas nos cursos de Bacharelado em Design de Instituições de Ensino Superior, sejam elas públicas ou privadas. O estudo é de caráter quantitativo, pois visa mapear e quantificar potenciais tecnologias da Educação 4.0 que podem ser utilizadas para Cursos de Bacharelado em Design no âmbito da educação 4.0. A metodologia foi baseada em pesquisa bibliográfica, por meio de um estudo teórico, realizado em periódicos e livros nacionais e internacionais. Após a coleta dos dados, foi realizado o registro das tecnologias selecionadas em uma planilha de Excel e, posteriormente, criada uma categorização fundamentada na literatura pesquisada, a partir das definições e recursos similares das tecnologias. Como resultado, apresenta o mapeamento e categorização das tecnologias da Educação 4.0 dentro do cenário, possíveis de serem inseridas em cursos de Bacharelado em Design. Conclui-se que são amplas as possibilidades de tecnologias da Educação 4.0 disponíveis no cenário contemporâneo que possibilitam metodologias diversas para experiências educacionais inovadoras e envolventes, dando ao professor diversas possibilidades para desenhar suas disciplinas, para cursos de Bacharelado em Design.

Palavras-chave: Cursos de Bacharelado em Design; Tecnologias; Educação 4.0; Ensino de Design.

INTRODUÇÃO

Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP de 2022, mostram que no ano de 2020, o Brasil alcançou o número de 2.457 Instituições de Educação Superior (IES) no país, sendo 304 públicas de âmbito federal, estadual e municipal, e 2.153 privadas, um crescimento de 3,9% desde o ano de 2011. Na categoria pública, foi obtido um crescimento de 20 IES, representando um acréscimo de 7%. Isso corresponde ao surgimento de um total de 15 IES federais e 19 IES estaduais, além de serem reduzidas 14 IES municipais. As universidades públicas cresceram no período de 2011 a 2020 no Brasil, cerca de 6,8%, surgindo cerca de 13 IES. Nesse contexto de universidades públicas, o maior número de matrículas foi nas universidades que atendem às faixas de 5.001 a 10.000 e de 10.001 a 30.000 alunos, somando, conjuntamente, 67,5% (INEP, 2022).

A inserção tecnológica tem impactado as IES pelo mundo, visando uma educação por meio da utilização de tecnologias, no qual busca “descaracterizar as crenças do individualismo, propondo a coadaptação e a coprodução (FUHR, 2019, p. 3).

Vivemos hoje a chamada Educação 4.0 que "é uma resposta às necessidades da 4ª Revolução Industrial onde humanos e tecnologia estão alinhados para proporcionar novas possibilidades de aprendizado" (HUSSIN, 2018, p. 1). Corroborando com Hussin (2018), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO (UNESCO, 2022), diz que "as Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs estão mudando a maneira como as pessoas vivem, trabalham, aprendem e se socializam". Já para Sanchez, Belmonte, Guerrero e Honojo (2020, p.2), "a progressão evolutiva das Tecnologias da Informação e Comunicação - comumente conhecido como TICs - na sociedade de hoje é inegável."

Para Fuhr (2019, p. 5), a Educação 4.0 é a inserção de tecnologias digitais no cotidiano educacional, tais como inteligência artificial (IA), Internet das coisas (IoT), soluções de ensino inovadoras e o processo de *learning by doing*, ou seja, aprender fazendo, por meio de projetos e experimentação.

Todavia, para inserção dessas tecnologias nos ambientes educacionais da atualidade, é necessário que esses ambientes “[...] possibilitem e estimulem a autonomia,

a criatividade, a solidariedade, a colaboração, a investigação em forma de pesquisa, inovação, interação e a cultura maker e coworking” (FÜHR, 2018, p. 1). Destaca-se de antemão que na presente pesquisa é adotado o termo Educação 4.0 a partir da denominação de Schwab (2016) e Messias et al. (2018).

Desde a Primeira Revolução Industrial, no ano de 1760, a sociedade vem se desenvolvendo na área econômica, políticas, social, tecnológica e ambiental. (BLESSINGER et. al., 2022). A partir da segunda década do século XXI, com a introdução de robôs, inteligência artificial, big data, gamificação, nanotecnologia, 5G, impressão 3D, realidade aumentada, computação em nuvem, metaverso, internet das coisas, entre outras, tem-se a chamada 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (FORSCHUNGSUNION, 2022). De acordo com Klaus Schwab (2016) vivemos hoje a chamada Sociedade 5.0, advinda da 4ª Revolução Industrial. O autor afirma que “estamos no início de uma revolução que alterará profundamente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos, [...], é algo que considero diferente de tudo aquilo que já foi experimentado pela humanidade” (SCHWAB, 2016, p. 1).

Para Kistmann (2021, p. 98) “o ensino do Design no novo milênio precisará se adequar à crescente evolução tecnológica e às mudanças sociais que o caracterizam, pressupondo um modelo de ensino altamente flexível, adaptável e inclusivo”. A autora complementa que é necessário criar currículos mais flexíveis e desenvolver metodologias de ensino que busquem incentivar o aluno a construir a sua própria forma de aprendizado, ou seja, aprender fazendo (*learning by doing*) (KISTMANN, 2021).

De acordo com o Ministério da Educação - MEC (BRASIL, 2022), existem em atividade no Brasil, 311 cursos de Bacharelado em Design, nas modalidades presencial e a distância, divididos em faculdades particulares, centros universitários, institutos federais e universidades públicas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo, visa mapear e categorizar as principais tecnologias da educação 4.0 da atualidade, que possam ser utilizadas para cursos de Bacharelado em Design.

O desenvolvimento da sociedade humana ao longo da história, se deu por meio de quatro estágios: a Sociedade Caçadora (1.0), que surgiu na origem dos seres humanos; a Sociedade Agrícola (2.0) datada de 13.000 a.C, com o desenvolvimento de técnicas de

irrigação; a Sociedade Industrial (3.0) do final do século XVIII, com a invenção da locomotiva a vapor e o início da produção fabril em massa; e já no final do século XX, surgiu a Sociedade da Informação (4.0), com a invenção do computador e o início da distribuição da informação por meio da Internet (KEIDANREN, 2018).

A partir da evolução da sociedade, tem-se uma transformação digital em curso por meio das mudanças na tecnologia digital, na captura, transmissão, armazenamento e utilização de dados em larga escala, no qual altera de forma drástica aspectos da sociedade, incluindo a vida privada, administração pública, estrutura industrial, os empregos e a educação (KEIDANREN, 2018).

A Educação 4.0 "é uma resposta às necessidades da 4ª Revolução Industrial onde humanos e tecnologia estão alinhados para proporcionar novas possibilidades de aprendizado" (HUSSIN, 2018, p. 1). Para Sanchez et al. (2020, p.2), "a progressão evolutiva das tecnologias na sociedade de hoje é inegável." Autores como Bonsiepe (2011), Cardoso (2012), Manzini (2011) e Poggenpohl (2012) afirmam que o Ensino Superior de Design precisa modificar o seu modelo de ensino. Já Silveira, Bertoni e Ribeiro (2016), afirmam que "o ensino tecnicista do Design, prioriza o materialismo e a fragmentação social. Em vez disto, se deveria fomentar a criticidade nos estudantes em prol do bem comum e da solução dos graves problemas sociais, ambientes, econômicos e políticos que assolam a sociedade".

A educação passou por diversas fases devido ao acontecimento de diversas revoluções industriais, o surgimento da internet e das tecnologias, os quais foram incorporadas no processo de ensino e aprendizagem. Atualmente, a educação do século XXI encontra-se inserida no contexto da 4ª Revolução Industrial. Entretanto, a partir desse avanço tecnológico histórico, temos a necessidade de conhecer o caminho pelo qual a Educação percorreu, para que chegasse até a chamada Educação 5.0. Assim, o Quadro 1, traça uma linha do tempo, abordando as principais características e diferenças entre a Educação 1.0, até a Educação 5.0.

	EDUCAÇÃO 1.0	EDUCAÇÃO 2.0	EDUCAÇÃO 3.0	EDUCAÇÃO 4.0	EDUCAÇÃO 5.0
PERÍODO NA HISTÓRIA	Século XVIII	Século XIX	Século XX	Século XXI	Século XXI
GERAÇÃO FOCO	Não especificado na literatura	Não especificado na literatura	Baby Boomers, Geração X, Geração Y Geração Z	Geração Z Geração Alfa	Geração Z Geração Alfa
CARACTERÍSTICAS	Princípio centralizador, caráter hierarquizado, controlado por dispositivos técnico-políticos, associados sempre a figuras de poder. Educação unilateral.	"Nova" escola prepara os alunos para trabalhar nas fábricas (GOBBO, 2020, p. 28).	Educação modernizada, devido ao surgimento da Web 2.0. Comunicação mais colaborativa, que se deu pela potencialização das redes sociais. É a aplicação da tecnologia propriamente dita no ensino e aprendizagem.	Era da informação ou Era digital, conceito central <i>learning by doing</i> , ou seja, é aprender fazendo.	Uso das novas tecnologias para proporcionar um ensino mais humano, com foco no desenvolvimento socioemocional dos estudantes e na geração de soluções que melhorem a vida em sociedade. O objetivo não é apenas adquirir habilidades para conseguir se inserir no mercado de trabalho do futuro, mas também ser capaz de fazer coisas realmente relevantes, que ofereçam soluções para melhorar a vida das pessoas e trazer bem-estar social.
PAPEL PRINCIPAL DO PROFESSOR	Fonte de conhecimento	Guia e fonte para o conhecimento	Organizador da criação do conhecimento colaborativo e do contexto da aprendizagem	O professor deixa de ser o detentor do saber e torna-se um colaborador da aprendizagem discente, necessitando o conhecimento do uso de tecnologias.	O professor busca preparar o aluno para atividades que uma máquina não é capaz de fazer; o foco em conhecimentos digitais, matemáticos e lógicos; o empreendedorismo; o aprendizado colaborativo; e o protagonismo do aluno.
ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS	Materiais tradicionais de autores tradicionais	Recursos educativos de autores tradicionais e abertos para alunos da disciplina, muitas vezes pela instituição	Recursos abertos, criados e recriados por diversas instituições. Materiais criados também pelos alunos.	Voltado para as novas tecnologias como: inteligência artificial (IA), internet das coisas (IoT), robótica e programação que tem aberto novos caminhos e perspectivas para o desenvolvimento de uma aprendizagem dinâmica.	Voltado para as novas tecnologias da Educação 4.0, mas com o foco no desenvolvimento socioemocional dos estudantes e na geração de soluções que melhorem a vida em sociedade.
ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM	Tradicional, tarefas em casa, alguns trabalhos em sala de aula.	Enfoque nas tarefas tradicionais, se inicia uma transferência para uma tecnologia mais aberta e colaborativa, entretanto, bastante restrita.	Atividades de aprendizagem mais flexíveis e abertas se concentrando na criatividade dos estudantes. Redes sociais fora das fronteiras tradicionais das disciplinas educacionais.	Metodologias ativas e inovadoras para atender o mercado de trabalho. Aprendizagem baseada em projetos, com análise de dados e na solução digital.	Estímulo à busca de soluções para problemas reais das pessoas e o desenvolvimento de soft skills, como por exemplo: Colaboração, Comunicação, Criatividade, Adaptabilidade, Persuasão, Inteligência Emocional, Empatia, Resiliência, Relacionamento interpessoal e Gerenciamento de conflitos.
ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL	Espaço físico da instituição	Espaço físico entre instituições nacionais e internacionais	Possibilidade de Educação a distância	A educação pode ser dada de qualquer lugar, não necessariamente dentro de uma sala de aula. Nesse modelo o aprendizado se dá de forma integrada com outros alunos em forma de participação.	A educação pode ser dada de qualquer lugar, não necessariamente dentro de uma sala de aula. Nesse modelo o aprendizado se dá de forma integrada com outros alunos em forma de participação.
COMPORTAMENTO DO ALUNO	Passivo diante dos processos educacionais.	Mais ativo no processo educativo.	Ativo, criativo e participativo do aprendizado.	O aprendizado segue na mesma linha dos espaços makers, "mão na massa", o qual prioriza uma educação por meio da vivência e experimentação.	Ativos, colaborativo, criativo, gestor de conflitos, empatia e fluidez na comunicação.
TECNOLOGIAS	Giz, quadro negro, apagador.	Tablets, Laptops, Smartphones, Redes sociais, Sites, Blogs,	E-mail, o chat, os fóruns, a agenda de grupo online, comunidades virtuais, web cam, celular, tablet, computador, televisão, impressora com scanner, YouTube, câmera fotográfica, <u>ayas</u> , entre outras.	Robôs, big data, <u>metaverso</u> , machine learning, inteligência artificial, big data, gamificação, impressão 3D, realidade aumentada, <u>cloud computing</u> , Internet das Coisas (IoT), entre outras.	Robôs, big data, <u>metaverso</u> , machine learning, inteligência artificial, big data, gamificação, impressão 3D, realidade aumentada, <u>cloud computing</u> , Internet das Coisas (IoT), entre outras.

Quadro 1 – Linha do tempo de evolução da educação na história
Fonte: Adaptado de Keats e Schmidt (2007)

Nesse contexto, a Educação 4.0, está diretamente ligada as tecnologias que surgiram em decorrência da Indústria 4.0 e que vão impactar a forma com que as Instituições de Ensino Superior (IES) vão revisar e atualizar os currículos, criar novos espaços de aprendizagem e preparar os futuros profissionais para atender à crescente demanda do mercado. Ela é uma resposta às necessidades da 4ª Revolução Industrial,

onde pessoas e tecnologia se alinham em prol do desenvolvimento e criação de novas possibilidades de conhecimento para serem aplicadas nas Instituições de Ensino Superior (IES) e no mercado de trabalho.

METODOLOGIA

Esse artigo é um recorte de uma pesquisa de doutorado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa na busca do entendimento do fenômeno das tecnologias da educação 4.0 nos cursos de Bacharelado em Design. A fonte de dados é baseada em revisão de literatura, pesquisas na internet e em uma visita técnica para coleta de dados no Instituto Mauá de Tecnologia - IMT, especificamente no curso de Bacharelado em Design. Após a coleta dos dados e a fundamentação, foi realizado o registro das tecnologias selecionadas em uma planilha de Excel e, posteriormente, foi criada uma categorização fundamentada na literatura pesquisada, a partir da data de surgimento, definições e recursos similares das tecnologias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura permitiu o entendimento e contextualização das tecnologias da educação 4.0 no mundo contemporâneo, relacionando as tecnologias e seus potenciais para uso no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Bacharelado em Design. Estamos em um momento de profunda revisão das narrativas tradicionais que até agora ajudaram a construir a vida em nosso planeta. É um momento de extraordinário avanço científico, tecnológico e informacional, mas, ao mesmo tempo, de grande angústia (SANTOS NETO; FRANCO, 2010). Testemunhamos como as formas de fazer, pensar, comunicar e se relacionar se transformaram em decorrência do crescimento e desenvolvimento acelerado das tecnologias (JAIME; GALÁN; FLORES, 2020).

A partir da revisão de bibliográfica, os dados foram inseridos em uma planilha de Excel, a fim de mapear e categorizar as tecnologias da Educação 4.0 disponíveis para serem utilizadas em cursos de Bacharelado em Design (Quadro 2).

ID	CATEGORIA	TECNOLOGIAS DA EDUCAÇÃO 4.0	AUTORES
1	Tecnologias de Acesso e Conectividade	Dispositivos móveis; Redes sem fio e infraestrutura de Internet; Plataformas de aprendizagem online; Ferramentas de videoconferência e comunicação síncrona.	Ericsson (2021); Haddad & Draxler (2021); Warschauer (2019); Bates & Sangra (2019); Koole (2017); Selwyn (2016); Garrison & Anderson (2016); Lee & Choi (2020); Lopez, Navarro & Ramirez (2019); Oliveira & Ramalho (2020); Sanches et al. (2019); Misha E Koehler (2006); Wu et al. (2012); Jung et al. (2002);
2	Tecnologias de Aprendizagem Adaptativa	Sistemas de reconhecimento facial; Sensores biométricos; Chatbots emocionais; Análise de voz; Dispositivos de monitoramento de sentimentos; Análise de interações sociais; Interfaces afetivas; Emotion AI (Inteligência Artificial de Emoções); Sentiment Analysis APIs; Plataformas de análise de dados de mídias sociais; Dispositivos de biofeedback; Chatbots e assistentes virtuais com reconhecimento de emoções; Softwares de análise de sentimentos; Dispositivos de reconhecimento de expressões faciais; Sistemas de análise de linguagem natural;	Knewton & Kaplan (2016); Siemens & Baker (2012); Dillenbourg & Jermann (2010); Papanikolaou, Grigoriadou, Magoulas & Kornilakis (2003); Brusilovsky (2001); Hwang & Wu (2012); Johnson et al. (2016); Kulkarni, Wei, Le, Chia, Papadopoulos, Cheng & Klemmer (2016); Martínez-Monés, Dimitriadis & Villagrà-Sobrinó (2015); Roll et al. (2011); Brusilovsky, Somyürek & Guerra (2017); Li, Dillenbourg & Schneider (2017); Conole & Dyke (2004);
3	Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA)	Dispositivos de Realidade Virtual (VR) como Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR; Aplicativos de Realidade Aumentada (AR); Óculos de Realidade Aumentada (AR): Dispositivos como Microsoft HoloLens, Google Glass, Magic Leap; Plataformas de criação de conteúdo de Realidade Virtual e Aumentada; Aplicativos educacionais de Realidade Virtual e Aumentada; Simuladores de treinamento em Realidade Virtual; Ferramentas de visualização de dados em Realidade Virtual e Aumentada; Ferramentas como gráficos, modelos 3D e informações em RV e RA; Jogos educacionais em Realidade Virtual e Aumentada; Google Cardboard; Oculus Quest; Microsoft HoloLens 2; Magic Leap One; Vuforia; Unity3D; Merge Cube; HTC Vive; Zappar; HoloLens Education Edition;	Dede (2017); Dunleavy, Dede & Mitchell (2009); Johnson, Becker, Estrada & Freeman (2015); Barba, Alcañiz & Rey (2019); Bacca, Baldiris, Fabregat & Graf (2014); Lee & Hammer (2011); Wu, Lee, Chang & Liang (2013); Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf & Kinshuk (2014); Kamarainen et al (2013); Chen, & Tsai (2012); Radu (2014); Hsiao & Chen (2019).
4	Internet das Coisas (IoT)	Dispositivos vestíveis inteligentes; Sistemas de monitoramento inteligente; Sala de aula inteligente; Rastreamento de ativos e recursos; Plataformas de aprendizagem baseadas em IoT; Sistemas de segurança e monitoramento; Coleta de dados em tempo real por meio de sensores e dispositivos IoT; Conectividade e infraestrutura de rede; Smartboards interativos; Sistemas de rastreamento de presença; Dispositivos de resposta do aluno; Assistente virtual para educação; Controle de iluminação e temperatura; Monitoramento de laboratórios e equipamentos por meio de sensores; Dispositivos de aprendizagem conectados como tablets, laptops e smartphones; Sistemas de segurança conectados com câmeras e sensores IoT; Sistemas de gerenciamento de energia; Plataformas de aprendizagem baseadas em nuvem;	Lim & Kim (2021); Sampson, Ifenthaler, Spector & Isaias (2021); Pérez-López, Pardo, Kloos & Herrera-Viedma (2021); Beg, Gao, Anpalagan & Hassan (2021); Lee & Chung (2020); Zeadally, Siddiqui, Baig & Gupta (2021); Trescak & Trescakova (2020); Elci & Verma (2021).

5	Ambientes Inteligentes	Sistemas de aprendizagem adaptativa; Ambientes de aprendizagem virtual; Sistemas de tutoria inteligente; Laboratórios virtuais e simulações; Sistemas de detecção de emoções como sensores de movimento ou reconhecimento facial; Ambientes de aprendizagem baseados em jogos; Sistemas de análise de dados educacionais; LMS (Learning Management System); Sistemas de sala de aula inteligente com tecnologia interativa, como quadros brancos interativos, sistemas de resposta de estudantes, dispositivos de monitoramento e gerenciamento de sala de aula; Assistente de aprendizagem virtual: Chatbots ou assistentes virtuais; Sistemas de recomendação; Dispositivos vestíveis (wearables) como relógios inteligentes, óculos inteligentes ou pulseiras de atividade para monitorar e registrar informações sobre o comportamento do estudante durante a aprendizagem, como níveis de atividade, frequência cardíaca e movimento. Sistemas de análise de sentimentos em tempo real; Utilização de tecnologias de análise de emoções em tempo real, como reconhecimento facial ou sensores biométricos, para monitorar as respostas emocionais dos estudantes durante a aprendizagem e ajustar a abordagem de ensino em conformidade; Plataformas de aprendizagem adaptativa;	Khanna & Anwer (2018); Palaigeorgiou & Iliadis (2018); Wagh & Adhikari (2020); Ifenthaler & Eseryel (2018); Dillenbourg (2019); Kravcik et al. (2021); Johnson et al. (2016); Solvberg & Saebo (2019);
6	Gamificação e Aprendizagem Baseada em Jogos	Jogos educacionais Elementos de gamificação, como pontos, desafios e recompensas Simulações e atividades lúdicas	Kapp (2012); Prensky (2012); Gee (2008); Squire & Jenkins (2012); Shute & Ke (2012); Freitas & Liarokapis (2011); Barab, Gresalfi & Arici (2009);
7	Inteligência Artificial (IA)	Sistemas de tutoria inteligente; Agentes inteligentes de aprendizagem; Uso de IA para personalização da educação; Modelos de IA para análise de dados educacionais e tomada de decisões; Sistemas de detecção automática de erros e fornecimento de feedback adaptativo; Uso de IA para tutoria adaptativa e individualizada; Modelagem cognitiva e sistemas de tutoria baseados em IA; Uso de IA para modelagem e simulação de processos de aprendizagem; Chatbots educacionais; Reconhecimento de voz; Recomendação personalizada; Avaliação automatizada; Reconhecimento de padrões; Tradução automática; Sistemas de recomendação de carreiras;	Rose (2021); Siemens & Baker (2019); Luckin (2018); Lane & Yacef (2017); Baker (2014); Heffernan & Heffernan (2014); Koedinger & Alevan (2007); VanLehn (2011);
8	Impressão 3D e Fabricação Digital	Impressoras 3D; Scanners 3D; Softwares CAD (Computer-Aided Design); Slicing Software; Filamentos e materiais de impressão 3D; Kits e laboratórios de fabricação digital: Conjuntos de ferramentas, equipamentos e materiais utilizados em espaços de fabricação digital, como makerspaces, que permitem aos usuários criar e prototipar objetos usando técnicas como impressão 3D, corte a laser, fresagem CNC, entre outros; Realidade Aumentada para Fabricação; Robótica para Fabricação; Design generativo; Comunidades e plataformas de compartilhamento: Espaços online onde pessoas podem compartilhar e acessar modelos 3D; laser cutters e Softwares de modelagem 3D.	Horn et al. (2020); Honey & Kanter (2013); Halverson & Sheridan (2014); Bandura (2001); Gee (2003); Atkinson & Koepfler (2018); Anslow & Coulton (2018).
9	Robótica	Lego Mindstorms; Liguagem de programação Scratch; Bee-Bot; Ozobot; Arduino; Sphero; Makey; VEX Robotics; RoboCup; Drones educacionais; Edison Robot; Dash and Dot conjunto de robôs interativos; mBot; NAO Robot; Cozmo Robot; LEGO Education WeDo 2.0; VEX IQ; Alpha Mini Robot; UBTECH Robotics; Makeblock mBot Ranger;	Resnick (2017); Bers (2010); Kafai & Resnick (1996); Rusk, Resnick, Berg & Pezalla-Granlund (2008); Kwek, So & Chen (2014); DiSalvo, Guzdial, Bruckman & McKlin (2014);

10	Tecnologias de Análise de Sentimentos e Emoções	Análise de expressões faciais; Reconhecimento de voz; Sensores biométricos; Análise textual; Detecção de movimento por meio de sensores; Sistemas de Feedback adaptativo baseado em emoções; Medição da condutância da pele; Eye-tracking; Afectiva; Emotiv; iMotions; Reveal; Muse; Beyond Verbal; Emteq; Sentio Solutions;	Pekrun & Linnenbrink-Garcia (2014); D'Mello & Graesser (2012); Baker, D'Mello, Rodrigo & Graesser (2010); Calvo & D'Mello (2010); Soleymani, Garcia, Jou, Schuller & Chang (2017); Picard (1995); Kim & André (2008);
11	Redes Sociais e Aprendizagem em Rede	Plataformas de redes sociais educacionais; Sistemas de aprendizagem colaborativa baseados em redes sociais; Análise de interações sociais em ambientes virtuais de aprendizagem; Uso de emoções e expressões faciais para compreender interações sociais na aprendizagem; Interação entre sistemas computacionais e usuários para facilitar a aprendizagem social e emocional; Detecção de emoções e afetos em tempo real para personalização da aprendizagem; Modelagem e simulação de interações sociais em ambientes de aprendizagem	Pekrun & Linnenbrink-Garcia (2014); D'Mello & Graesser (2012); Baker, D'Mello, Rodrigo & Graesser (2010); Calvo & D'Mello (2010); Soleymani et al. (2017); Picard (1995); Kim & André (2008);
12	Big Data e Analytics	Análise de dados educacionais em larga escala; Uso de algoritmos de aprendizado de máquina para análise preditiva e personalização; Modelagem e análise de redes sociais em ambientes educacionais; Visualização de dados educacionais para facilitar a interpretação e a tomada de decisões; Análise de dados em tempo real para intervenção e suporte imediato; Uso de análise de dados para aprimorar a detecção de plágio e fraudes acadêmicas e Aplicação de análise de dados para melhorar o design de ambientes de aprendizagem.	Siemens & Long (2011); Romero & Ventura (2013); Kovanović, Gašević et al. (2015); Shum & Ferguson (2012); Prieto et al. (2011); Whitelock & Watt (2019); Baker (2010);
13	Assistência Virtual e Agentes Inteligentes:	Agentes inteligentes de tutoria virtual, Sistemas de tutoria inteligente baseados em inteligência artificial, Agentes virtuais de aprendizagem e suporte, Assistência virtual baseada em diálogos e interações, Agentes de apoio emocional e motivacional, Sistemas adaptativos e personalizados de tutoria virtual, Abordagens socioculturais para a assistência virtual.	Veletsianos & Navarrete (2020); Johnson, D'Mello & Graesser (2012); Rickel & Lester (2000); Moreno & Mayer (2007); Johnson, Rickel & Lester (2000); Azevedo & Alven (2013); Vygotsky (1978);
14	Blockchain	Registro e verificação de credenciais educacionais em blockchain, Sistemas descentralizados de emissão e verificação de certificados acadêmicos, Utilização de contratos inteligentes para automatizar processos educacionais, Pagamentos e transações financeiras em blockchain no contexto educacional, Compartilhamento seguro de recursos educacionais baseado em blockchain, Gerenciamento de identidade estudantil descentralizado com base em blockchain, Criação de mercados de habilidades e serviços educacionais usando blockchain.	Tapscott & Tapscott (2016); Swan (2015); Peters & Panayi (2016); Antonopoulos (2014); Cross & Swan (2017); Hartley (2018); Attard, Orlandi & Lehdonvirta (2019);
15	Laboratórios Virtuais e Simulações	Labster, PhET, Smart Sparrow, Virtual Chemistry Lab Virtual Physics Lab, BioDigital Human, ChemCollective GeoGebra, LabXchange, ExploreLearning Gizmos	Spector, Merrill, Elen & Bishop (2014); Linn, Davis & Bell (2004); Nunez & Alves (2017); Jong, Linn & Zacharia (2013); Kafai & Resnick (1996); Barab & Squire (2004); Lave & Wenger (1991).
16	Ambientes Virtuais de Aprendizagem	Moodle, Canvas, Blackboard Learn, Google Classroom, Schoology, D2L Brightspace, Microsoft Teams for Education, Sakai, Edmodo, Adobe Connect, Schoology NEO LMS, Open edX, Itslearning, Chamilo, Desire2Learn, Schoology, Litmos, Docebo, iSpring Learn, Schoox, Instructure Bridge, OpenSesame Litmos by CallidusCloud, eFront, TalentLMS, UpsideLMS, Thought Industries, LatitudeLearning	Garrison & Vaughan (2013); Dillenbourg (1999); Barab & Duffy (2000); Siemens & Tittenberger (2009); Lave (1991); So & Brush (2008); Downes (2012);

Quadro 2 – Mapeamento e Categorização das tecnologias da Educação 4.0
Fonte: Autores (2023)

O Quadro 2 apresenta 16 categoriais de tecnologias da Educação 4.0 identificadas no estudo. Dentro da cada categoria, existe uma infinidade de tecnologias da da Educação 4.0 que podem ser utilizadas para cursos de Bacharelado em Design. Esse mapeamento e categorização, levanta uma gama de possibilidades de tecnologias que podem ser utilizadas no processo de ensino e aprendizagem, dos cursos de Bacharelado em Design.

Todavia, a presença das tecnologias nas instituições de ensino não deve ser considerada apenas como um simples processo de modernização das práticas educacionais instituídas, tampouco que elas cheguem às escolas na perspectiva de ilustrar as práticas pedagógicas já instituídas. As tecnologias trazem novos desafios impondo-nos intensificar o debate sobre a concepção de educação na contemporaneidade, buscando compreender de que forma reconfiguram o desenho dos espaços físicos e simbólicos da educação (PRETTO; AVANZO, 2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonopoulos, A. M. (2014). **Mastering Bitcoin: Unlocking digital cryptocurrencies**. O'Reilly Media.
- Atkinson, S. P., & Koepfler, J. A. (2018). **3D printing in education: A framework for implementation**. *TechTrends*, 62(5), 483-491.
- Attard, J., Orlandi, F., & Lehdonvirta, V. (2019). **Decentralizing education through blockchain: The case of the massive open online course**. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1107-1121.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). **Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications**. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Baker, R. S. (2010). **Data mining for education**. In *International Encyclopedia of Education* (pp. 112-118). Elsevier.
- Baker, R. S. (2014). **Data mining for education**. In *The handbook of educational linguistics* (pp. 273-286). Wiley-Blackwell.
- Baker, R. S., D'Mello, S., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. (2010). **Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments**. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223-241.
- Bandura, A. (2001). **Social cognitive theory: An agentic perspective**. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.
- Barab, S. A., Gresalfi, M. S., & Arici, A. (2009). **Why educators should care about games**. *Educational Leadership*, 67(1), 76-80.
- Barab, S., & Duffy, T. (2000). **From practice fields to communities of practice. Theoretical foundations of learning environments**, 1(1), 25-55.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). **Design-based research: Putting a stake in the ground**. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barba, E., Alcañiz, M., & Rey, B. (2019). **Immersive virtual reality in education: A systematic review of the literature**. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(2), 136-154.
- Bates, A. W., & Sangrà, A. (2019). **Managing technology in higher education: Strategies for transforming teaching and learning**. Jossey-Bass.
- Becker, A. S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., and Ananthanarayanan, V. (2017). **NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition**. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Beg, M. S., Gao, S., Anpalagan, A., & Hassan, A. (2021). **Internet of Things (IoT)-Based Smart Education: A Comprehensive Review**. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(13), 10617-10633.
- Bers, M. U. (2010). **The design and implementation of an early childhood robotics curriculum**. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 331-349.
- Bonsiepe, Gui. **Design, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.

Brasil. Ministério da Educação. **Cursos de Bacharelado em Design no Brasil**. Disponível em: <<https://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em 25 junho de 2022.

Brusilovsky, P. (2001). **Adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction**, 11(1-2), 87-110.

Brusilovsky, P., Somyürek, S., & Guerra, J. (2017). **Empowering adaptive learning with open social student modeling**. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 5(4), 572-582.

Calvo, R. A., & D'Mello, S. (Eds.). (2010). **New perspectives on affect and learning technologies**. Springer.

Cardoso, Rafael. **Design para um Mundo Complexo**. São Paulo: Cosac & Naif, 2012.

Castells, M. **A sociedade em rede**. Tradução: Roneide V. Majer. 13ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

Chen, C. M., & Tsai, Y. N. (2012). **Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools**. Computers & Education, 59(2), 638-652.

Conole, G., & Dyke, M. (2004). **What are the affordances of information and communication technologies?** ALT-J: Research in Learning Technology, 12(2), 113-124.

Cross, R., & Swan, E. (2017). **Blockchain and the CFO: Preparing for the impact**. Strategy & Leadership, 45(6), 29-35.

Dede, C. (2017). **Learning in augmented reality environments: Promises and challenges**. In Augmented reality (pp. 433-454). Springer.

Dillenbourg, P. (1999). **What do you mean by collaborative learning? In Collaborative learning: Cognitive and computational approaches** (pp. 1-19). Pergamon.

Dillenbourg, P. (2019). **Internet of Things: Opportunities and challenges for educational research and practice**. Journal of Computer Assisted Learning, 35(1), 1-5.

Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2010). **Technology for classroom orchestration**. Springer.

DiSalvo, C., Guzdial, M., Bruckman, A., & McKlin, T. (2014). **Hybrid crafting: Towards an integrated practice of crafting physical and digital artifacts**. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2511-2520).

D'Mello, S. K., & Graesser, A. C. (2012). **Dynamics of affective states during complex learning**. Learning and Instruction, 22(2), 145-157.

Downes, S. (2012). **Connectivism and connective knowledge: Essays on meaning and learning networks**. National Research Council Canada.

Dron, J., & Anderson, T. (2014). **Teaching crowds: Learning and social media**. Athabasca University Press.

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). **Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning**. Journal of Science Education and Technology, 18(1), 7-22.

Elci, A., & Verma, N. (Eds.). (2021). **Internet of Things in Education: Technologies, Applications, Challenges and Opportunities**. Springer.

Ericsson, M. (2021). **Educational technology for a digitally connected world: Transforming theory into practice**. Routledge.

Forschungsunion, Acatech. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0 Working Group**. Disponível em: <<https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

Fuhr, Regina Candida. (2018). **Educação 4.0 nos impactos da 4ª Revolução Industrial**.

Freitas, S., & Liarokapis, F. (2011). **Serious games: A new paradigm for education?** In **Digital games and learning** (pp. 9-23). Routledge.

Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (Eds.). (2013). **Handbook of research on educational communications and technology**. Springer Science & Business Media.

Garrison, D. R., & Anderson, T. (2016). **E-learning in the 21st century: A framework for research and practice**. Routledge.

Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2013). **Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines**. John Wiley & Sons.

Gee, J. P. (2003). **What video games have to teach us about learning and literacy**. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20-20.

Gee, J. P. (2008). **Learning and games**. In **The ecology of games: Connecting youth, games, and learning** (pp. 21-40). MIT Press.

Haddad, W. D., & Draxler, A. (2021). **Technologies for education: A practical guide**. UNESCO.

Hall, T. (2012). **Digital renaissance: The creative potential of narrative technology in education**. *Creative Education*, 3, 96-100.

Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). **The maker movement in education**. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.

Hartley, J. (2018). **Blockchain education and health: Towards a critical ecology of blockchain education and health**. *Learning, Media and Technology*, 43(1), 101-115.

Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). **The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching**. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 470-497.

Honey, M., & Kanter, D. E. (2013). **Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators**. Routledge.

Horn, M. S., Guo, R., Xu, Z., & Yao, X. (2020). **Leveraging 3D printing in STEM education: A review of case studies**. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1153-1171.

Hsiao, K. F., & Chen, N. S. (2019). **Integrating augmented reality and mobile learning into a science curriculum: An empirical study**. *Interactive Learning Environments*, 27(2), 191-206.

Hussin, Anelka Aziz. **Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching**. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 2018. ISSN: 2202-9478.

Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). **Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010**. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10.

Ifenthaler, D., & Eseryel, D. (2018). **Opportunities and challenges for the internet of things in education**. In *Digital systems for open access to formal and informal learning* (pp. 213-234). Springer.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **Resumo técnico do Censo da Educação Superior 2020** [recurso eletrônico]. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2022. 78 p.: il. ISBN: 978-65-5801-056-2

Jaime, J. H.; galán, Y. I. J.; Flores, e. R. **Más allá de los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales: construcción de un recurso didáctico digital**. *Revista Ibero-americana para La investigación y El desarrollo educativo, Guadalajara*, v. 10, n. 20. p. 2020. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v10n20/2007-7467-ride-10-20-e020.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). **NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition**. The New Media Consortium.

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). **NMC/CoSN Horizon Report: 2015 K-12 Edition**. The New Media Consortium.

Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C. (2000). **Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments**. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(1), 47-78.

Jung, I., Choi, S., Lim, C., & Leem, J. (2002). **Effects of different types of interaction on learning achievement, satisfaction and participation in web-based instruction**. *Innovations in Education and Teaching International*, 39(2), 153-162.

Kafai, Y. B., & Resnick, M. (Eds.). (1996). **Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world**. Routledge.

Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., ... & Dede, C. (2013). **EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips**. *Computers & Education*, 68, 545-556.

Kapp, K. M. (2012). **The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education**. John Wiley & Sons.

Keats, Derek; schmidt, J. Philipp. **The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa**. *First Monday*, v. 12, n. 3, 5 March 2007.

Keidanren (JAPAN BUSINESS FEDERATION). **Toward realization of the new economy and society**. 2018. Disponível em: <https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf> Acesso em: 29 de setembro de 2022.

Keidanren, 2018. **Society 5.0: Co-creating the future**. Disponível em: <<https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095.html>>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

Khanna, R., & Anwer, M. A. (Eds.). (2018). **Intelligent environments: Methods, algorithms and applications**. CRC Press.

Kim, J. H., & André, E. (2008). **Emotion recognition based on physiological changes in music listening**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(12), 2067-2083.

Kistmann, Virginia Borges. **Fuzzy design education: perspectivas para o ensino do design no Brasil e no mundo**. In: MORAES, Dijon De; DIAS, Maria Regina Álvares Correia; SALES, Rosemary do Bom Conselho (org.). *Cadernos de Estudos Avançados em Design: Educação*. Belo Horizonte, MG: EdUEMG, 2021. p. 69–105. E-book. Disponível em: https://issuu.com/editorauemg/docs/2021_cead_educacao. Acesso em: 10 abril. 2022.

Knewton, J., & Kaplan, D. (2016). **Adaptive learning: The key to personalized education**. Pearson.

Koedinger, K. R., & Alevan, V. (2007). **Exploring the assistance dilemma in experiments with cognitive tutors**. *Educational Psychology Review*, 19(3), 239-264.

Koole, M. (2017). **The four-dimensional education: Competencies for the 21st century**. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

Kovanović, V., Gašević, D., Dawson, S., Joksimović, S., Baker, R. S., & Hatala, M. (2015). **Penetrating the black box of time-on-task estimation**. In *Proceedings of the 5th International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 41-50).

Kravcik, M., Mikroyannidis, A., Pammer-Schindler, V., Prilla, M., Ullmann, T. D., & Wild, F. (Eds.). (2021). **Adaptive and intelligent systems for collaborative learning support: Next generation digital learning environments**. Springer.

Kulkarni, C., Wei, K., Le, H. K., Chia, D., Papadopoulos, K., Cheng, J., & Klemmer, S. R. (2016). **Peer and self-assessment in massive online classes**. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 23(5), 1-39.

Kwek, K. C., So, H. J., & Chen, L. (2014). **The role of robotics in cultivating computational thinking skills: A systematic review**. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(2), 5-14.

Lane, H. C., & Yacef, K. (Eds.). (2017). **Artificial intelligence in education: Supporting learning through intelligent and socially informed technology**. Springer.

Lave, J. (1991). **Situated learning in communities of practice**. *Perspectives on socially shared cognition*, 63(1), 63-82.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). **Situated learning: Legitimate peripheral participation**. Cambridge University Press.

Lee, J., & Hammer, J. (2011). **Augmented reality in education and training**. *TechTrends*, 55(2), 12-19.

Lee, M., & Chung, Y. (2020). **Internet of Things for Active Learning: A Systematic Review**. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(2), 56-73.

Lee, Y. H., & Choi, H. (2020). **A systematic review of the factors influencing learners' continuance intention to use mobile learning applications**. *Computers & Education*, 154, 103896.

Li, N., Dillenbourg, P., & Schneider, D. K. (2017). **Design for teaching and learning analytics**. In *Handbook of Learning Analytics* (pp. 1-22). Society for Learning Analytics Research.

- Lim, J., Kim, M., & Kim, H. (2021). **Internet of Things (IoT) in Education: A Systematic Review of Research Trends from 2000 to 2020**. *Sustainability*, 13(5), 2840.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). **Internet environments for science education**. RoutledgeFalmer.
- López, E., Navarro, J., & Ramírez, L. (2019). **Digital inclusion and active ageing: Analysis of the determinants of ICT use in older adults**. *Telematics and Informatics*, 42, 101253.
- Luckin, R. (2018). **Enhancing learning and teaching with technology: What the research says**. UCL Press.
- Manzini, Ezio. **Design Schools as Agents of (Sustainable) Change: A Design Labs Network for an Open Design Program**. In: International Symposium for Design Education Researchers, 1, 2011, Paris, França. *Researching Design Education: Symposium Proceedings*. Aalto, Finland: Cumulus Association/Design Research Society – DRS, 2011. p. 9-16.
- Martínez-Monés, A., Dimitriadis, Y., & Villagrà-Sobrino, S. (2015). **Adaptive learning analytics**. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 3-9.
- Messias, Glaucio et al. **Education 4.0 and 21st Century Skills: A Case Study with Robotics Activities in Classroom**. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), [S.l.], p. 715, out. 2018. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8030/5722>>. Acesso em: 20 julho 2022.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). **A taxonomy of mixed reality visual displays**. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). **Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge**. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). **Interactive multimodal learning environments**. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326.
- Nunez, D., & Alves, G. R. (2017). **Simulated experiences and scientific learning in the teaching of biology**. In *Handbook of Research on Science Education and University Outreach as a Tool for Regional Development* (pp. 273-293). IGI Global.
- Oliveira, R. A. C., & Ramalho, G. (2020). **Digital literacy, social media, and the internet: Exploring their interconnections and implications for lifelong learning**. *International Journal of Lifelong Education*, 39(6), 674-692.
- Palaigeorgiou, G. E., & Iliadis, L. S. (Eds.). (2018). **Internet of Things in education: Innovations and future challenges**. Springer.
- Papanikolaou, K. A., Grigoriadou, M., Magoulas, G. D., & Kornilakis, H. (2003). **Personalized educational hypermedia: The case of INSPIRE**. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 13(3-4), 213-267.
- Papert, S. (1993). **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. Basic Books.
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). **International handbook of emotions in education**. Routledge.

Pérez-López, S., Pardo, A., Kloos, C. D., & Herrera-Viedma, E. (2021). **Integration of Internet of Things Devices and Smart Learning Objects in Virtual Learning Environments**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6485.

Peters, G. W., & Panayi, E. (2016). **Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the internet of money**. In *Banking Beyond Banks and Money* (pp. 239-278). Springer.

Picard, R. W. (1995). **Affective computing**. MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321.

Poggenpohl, Sharon Helmer. **Envisioning a Future Design Education: an Introduction**. *Visible Language*, v. 46, n. 1/2, p. 8-18, 2012.

Prensky, M. (2012). **From digital natives to digital wisdom: Hopeful essays for 21st century learning**. Corwin Press.

Preto, N. L.; avanço, H. **Educação e arquitetura na era digital: um estudo sobre a expansão das instituições federais de ensino superior em Barreiras, Bahia**. *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 25, n. 1, p. 190-202. 2018. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/25939/1/2018_01PretoAvançoArqEspacoPedagogico8039-25473-1-PB.pdf. Acesso em: 03 abr. 2023.

Prieto, L. P., Martínez-Monés, A., Dimitriadis, Y., Asensio-Pérez, J. I., & Jorrín-Abellán, I. M. (2011). **ICOPER Analytics: A system for visualizing and managing learning designs and their analytics**. *Computers & Education*, 57(3), 2050-2060.

Radu, I. (2014). **Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis**. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.

Resnick, M. (2017). **Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play**. MIT Press.

Rheingold, H. (2014). **Net smart: How to thrive online**. MIT Press.

Roll, I., Baker, R. S., Alevin, V., McLaren, B. M., & Koedinger, K. R. (2011). **Advancing the state of the art in ITS research and development: A summary of the 3rd International Workshop on Intelligent Tutoring Systems Authoring Tools (ITS-AT)**. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1-2), 5-19.

Romero, C., & Ventura, S. (2013). **Data mining in education**. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 3(1), 12-27.

Rose, C. P. (2021). **The promise and peril of artificial intelligence in education**. Harvard University Press.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). **New pathways into robotics: Strategies for broadening participation**. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.

Salmon, G., & White, N. (2019). **Is it time to BLOCKCHAIN education?** *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 3-5.

Sampson, D. G., Ifenthaler, D., Spector, J. M., & Isaias, P. (Eds.). (2021). **Emerging Technologies for Education: First International Symposium**, SETE 2016, Athens, Greece, October 26-29, 2016, Revised Selected Papers. Springer.

Sánchez, J., Blanco, Á., Rodríguez, J., & Serradell-López, E. (2019). **Digital competence, digital literacy, and employability in higher education: The role of e-learning acceptance.** *Education Sciences*, 9(3), 234.

Santos Neto, E.; FRANCO, E. S. **Os professores e os desafios pedagógicos diante das novas gerações: considerações sobre o presente e o futuro. 2010.** Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/19074>. Acesso em: 08 abr 2023.

Schwab, Klaus. **A 4ª Revolução Industrial.** São Paulo: Edipro, 2016. Tradução de Daniel Moreira Miranda.

Selwyn, N. (2016). **Education and technology: Key issues and debates.** Bloomsbury Publishing.

Shum, S. B., & Ferguson, R. (2012). **Social learning analytics.** *Educational Technology & Society*, 15(3), 3-26.

Shute, V. J., & Ke, F. (Eds.). (2012). **Games and simulations in online learning: Research and development frameworks.** IGI Global.

Siemens, G. (2005). **Connectivism: A learning theory for the digital age.** *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.

Siemens, G., & Baker, R. S. (Eds.). (2012). **Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration.** Springer.

Siemens, G., & Baker, R. S. (Eds.). (2019). **Educational data mining and learning analytics: Applications to constructionist research.** Routledge.

Siemens, G., & Long, P. (2011). **Penetrating the fog: Analytics in learning and education.** *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30-32.

Siemens, G., & Tittenberger, P. (2009). **Handbook of emerging technologies for learning.** University of Manitoba.

Silveira, André L. M. Silveira; BERTONI, Cristopher F.; RIBEIRO, Vinícius G. Ribeiro. **Premissas para o ensino Superior do Design.** *Revista Design e Tecnologia*, 1-10 p, 2016.

So, H. J., & Brush, T. A. (2008). **Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: Relationships and critical factors.** *Computers & Education*, 51(1), 318-336.

Soleymani, M., Garcia, D., Jou, B., Schuller, B., & Chang, S. F. (2017). **A survey of multimodal sentiment analysis.** *Image and Vision Computing*, 65, 3-14.

Solvberg, I. T., & Saebo, O. (2019). **Technology in Education: Challenges and Opportunities.** In *Encyclopedia of Education and Information Technologies*.

Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. J. (2014). **Handbook of research on educational communications and technology.** Springer.

Squire, K., & Jenkins, H. (2012). **Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age.** Teachers College Press.

Straus, W; Howe, N. **The Cycle of Generations.** *American Demographics*, vol. 13, No. 4, 1991.

- Suler, J. (2016). **The online disinhibition effect**. In *The Oxford handbook of media psychology* (pp. 99-121). Oxford University Press.
- Swan, M. (2015). **Blockchain: Blueprint for a new economy**. O'Reilly Media.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). **Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world**. Penguin.
- Trescak, T., & Trescakova, E. (2020). **Internet of Things in Education: A Systematic Literature Review and Future Perspectives**. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(21), 204-221.
- UNESCO. **Transformações e inovações digitais no Brasil, 2020**. Disponível em: "<https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/digital-transformation-brazil>". Acesso em 10 de junho de 2022.
- VanLehn, K. (2011). **The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems**. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221.
- Veletsianos, G., & Navarrete, C. C. (2020). **Online social networks as formal learning environments: Learner experiences and activities**. *The Internet and Higher Education*, 45, 100722.
- Vygotsky, L. S. (1978). **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Harvard University Press.
- Wagh, A. K., & Adhikari, R. R. (Eds.). (2020). **Internet of things in education: Theory, technologies, applications, and practices**. CRC Press.
- Warschauer, M. (2019). **Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide**. MIT Press.
- Wenger-Trayner, E., & Wenger-Trayner, B. (2015). **Learning in a landscape of practice: A framework**. Routledge.
- Whitelock, D., & Watt, S. (2019). **Learning analytics in higher education: A review of UK and international practice**. Higher Education Academy.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). **Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education**. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Wu, W. H., Wu, Y. C. J., Chen, C. Y., Kao, H. Y., Lin, C. H., & Huang, S. H. (2012). **Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis**. *Computers & Education*, 59(2), 817-827.
- Zeadally, S., Siddiqui, F., Baig, Z., & Gupta, B. B. (Eds.). (2021). **Internet of Things (IoT) for Remote Online Laboratories: Challenges and Applications**. CRC Press.

SOBRE OS AUTORES:

Rodrigo Bicalho Mendes: Doutorando em Arquitetura e Urbanismo (UFV 2021-2024). Mestre em Arquitetura e Urbanismo - UFV (2016), graduação em Ciência da Computação - UNIPAC (2008), Bacharel em Design de Produtos - UEMG (2014), Pós-Graduado em Gestão de Projetos (2019) e Professor no Curso de Design UEMG Campus Ubá. Coordenador do CEMP - Centro de Modelagem e Prototipagem do curso de Design da UEMG campus Ubá, desde 2016, membro do grupo de

pesquisa Desenvolvimento Humano, Social e Vida Cotidiana do Departamento de Economia Doméstica da Universidade Federal de Viçosa – UFV, membro do grupo de pesquisa INOVA - Inovações Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa – UFV e fundador da Rodrigo Mendes Design. Áreas de interesse: Inovações Tecnológicas, Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), Design Universal, Metodologias de Design, Design de Marcas e Identidade Visual, Acessibilidade, Tecnologias Assistivas, Usabilidade e Empreendedorismo.

Túlio Marcio de Salles Tibúrcio: PhD University of Reading - Inglaterra (2008) orientado pelo Dr. Edward F. Finch - MSc Urban and Rural Planning - Dalhousie University - Canadá (1994). Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFMG (1990). Professor Adjunto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa. Coordenador do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFV (1998-2001). Chefe do Departamento de Arquitetura e Urbanismo UFV de 2007 a 2013. Membro da Comissão Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFV. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFV, desde 2014. Membro Fundador e Membro do Conselho Geral da Academia de Escolas de Arquitetura e Urbanismo de Língua Portuguesa (AEAULP-Lisboa). Coordenador da Rede de Cooperação em Ambiente Construído (UFV/UFMG/UFJF). Membro do Conselho Técnico da Coordenadoria de Ensino a Distância da UFV. Membro do Conselho Técnico da Diretoria de Relações Internacionais da UFV. Membro do Conselho Técnico de Administração da FUNARBE-Fundação Arthur Bernardes. Áreas de interesse: tecnologia da arquitetura, edifícios inteligentes e sustentáveis, impactos da tecnologia na produção da arquitetura, edifícios escolares, novas tecnologias no ensino, tecnologias da informação e da comunicação.