CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

EASE: APRENDIZAGEM VIA MÍDIA ELETRÔNICA COM ELEMENTOS DE JOGOS NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Renata Pereira Oliveira

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Dra. Cristina Gomes de Souza
Co-orientador: Dr. Augusto da Cunha Reis

Rio de Janeiro
Maio de 2022

EASE: APRENDIZAGEM VIA MÍDIA ELETRÔNICA COM ELEMENTOS DE JOGOS NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

Renata Pereira Oliveira

Banca Examinadora:

_____

Professora Dra. Cristina Gomes de Souza (Orientadora - CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Augusto da Cunha Reis (Co-orientador – CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Alexandre de Carvalho Castro (CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Igor Leão dos Santos (CEFET/RJ)

_____

Professora Dra. Mirian Picinini Méxas (UFF)

_____

Professora Dra. Eliana Andréa Severo (UFPE)

Rio de Janeiro
Maio de 2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

O48 Oliveira, Renata Pereira
EASE: aprendizagem via mídia eletrônica com elementos de jogos na quarta revolução industrial / Renata Pereira Oliveira. – 2022.
182f : il. color. , enc.

Tese (Doutorado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2022.
Bibliografia: f. 158-182
Orientadora: Cristina Gomes de Souza
Cooerientador: Augusto da Cunha Reis

1. Tecnologia educacional. 2. Tecnologia da informação. 3. Jogos eletrônicos. 4. Aprendizagem. I. Souza, Cristina Gomes de. (Orient.). II. Reis, Augusto da Cunha. (Coorient.). III. Título.

CDD 371.33

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por guiar a minha vida e me fortalecer em todos os momentos. Agradeço pelo cuidado diário e por me amparar em todas as necessidades.

Meus agradecimentos a minha orientadora, Dra. Cristina Gomes de Souza, e ao meu co-orientador, Dr. Augusto da Cunha Reis, por ter aceitado esse desafio, pela dedicação, apoio, incentivo, generosidade e por todos os ensinamentos compartilhados. Agradeço pela orientação inegavelmente eficiente, pelas valiosas sugestões, pela empatia e estímulo para alcançar os melhores resultados. Vocês serão para sempre inspiração.

A todos os docentes do CEFET/RJ e PPPRO que contribuíram para formação do conhecimento. Em especial, ao Dr. Igor Leão pela maestria na condução dos conceitos relacionados a Indústria 4.0 e pela parceria em parte deste trabalho. Aos professores Dr. Alexandre de Carvalho, Dra. Andreia Guerra e Dr. Marco Braga que ajudaram a despertar a minha paixão pela Educação.

Aos meus pais, Atalia e José de Deus, pelo amor e suporte incondicional. Sem vocês nada disso seria possível. Agradeço pelos ensinamentos de vida, cuidado e carinho. Agradeço por terem sido meu alicerce em todos os momentos, por sempre acreditarem em mim e por vibrarem por essa conquista. É um privilégio tê-los em minha vida.

À minha irmã, Rafaela, pelo incentivo incansável, por me fazer acreditar que essa gratificante etapa seria alcançada e por me apoiar em todos os momentos. Agradeço pelo amor e carinho genuíno. As minhas sobrinhas Laura e Helena, por terem alegrado os meus dias, por trazerem a leveza, amor sublime, sorriso e aconchego.

Ao meu parceiro e amor de vida, Ricardo Laurence, por ter sido o meu equilíbrio em diversos momentos, pela compreensão, cuidado e apoio. Agradeço por ter estado sempre presente, incondicionalmente, segurando a minha mão. Obrigada pelo amor que me acolheu e fortaleceu.

À minha avó Maria Ferraz, *in memoriam*, por ter sido meu maior exemplo de fé e generosidade.

Aos amigos e familiares por cada gesto de carinho, incentivo, torcida e apoio em todos os meus projetos de vida.

Ao ISVOR, Universidade Corporativa da Stellantis, pelo estímulo a inovação, conhecimento e por acreditar na capacidade do indivíduo em sonhar e realizar.

RESUMO

EASE: APRENDIZAGEM VIA MÍDIA ELETRÔNICA COM ELEMENTOS DE JOGOS NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O progresso nas tecnologias da informação e o isolamento social causado pela pandemia COVID-19 desempenharam um papel crucial no desenvolvimento, expansão e futura prática do campo educacional, em específico, na aprendizagem via mídia eletrônica. Este formato de aprendizado contempla estudantes mais conectados e com necessidade de maior flexibilidade, personalização e protagonismo na gestão do conhecimento, especialmente na era da Educação 4.0 promovida pela quarta revolução industrial. Neste sentido, a integração de novas tecnologias, o surgimento de salas de aula e ambientes de aprendizagem diferentes - como sala de aula invertida e baseada em jogos - tornaram-se uma realidade. A vinculação entre a gamificação – uso de elementos de jogos em ambientes e situações fora do contexto de jogos de entretenimento – e a educação, em particular, nos contextos de *e-learning*, apesar de ser uma linha ainda em crescimento e experimentação, é uma das mais promissoras e relevantes atualmente. Embora exista um consenso de que os elementos dos jogos são os blocos de construção básicos da gamificação, a literatura ainda apresenta o assunto de forma isolada, dispersa e fragmentada. Além disso, apesar da Educação 4.0 ser um campo emergente, ainda há poucas contribuições de como planejar esse tipo de educação, especialmente por meio da gamificação. Diante deste cenário, este trabalho tem como objetivo apresentar o *framework EASE* (*Elements, Attitudes, Smart, E-learning*) que pretende apoiar a aplicação da gamificação no processo de aprendizagem no contexto corrente da quarta revolução industrial. Como método foi utilizado uma revisão sistemática da literatura, empregando o protocolo PRISMA, que permeou todas as fases do trabalho e abrangeu a análise de conteúdo de 130 artigos indexados na *Web of Science*. A contribuição desta tese foi múltipla, podendo destacar o Mapa do Conhecimento sobre gamificação para aprendizagem *on-line* com as principais categorias que atraem mais atenção na literatura; uma estrutura abrangente, o *7GOALS* (*Gamified Oriented Active Learning Steps*), com os principais elementos de jogos em uma sequência de etapas para promover o processo de aprendizagem; um modelo *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological*) para a aprendizagem gamificada no contexto da quarta revolução industrial e um *framework* simples e relevante, o *EASE*, para guiar a aprendizagem a partir da gamificação no contexto corrente. Este estudo contribui para a estruturação do conhecimento científico da gamificação para aprendizagem via mídia eletrônica, colabora com o projeto de sistemas gamificados, amplia a percepção do tema e a abordagem das tendências tecnológicas no campo educacional. Ainda, pode ser útil para profissionais da educação, professores e desenvolvedores de jogos, contribuindo para maior eficácia da utilização da gamificação em ambientes educacionais *on-line*.

Palavras-chave: *E-learning*; Gamificação; Educação 4.0; Tecnologias Educacionais; Estratégias de Aprendizado

ABSTRACT

EASE: LEARNING VIA ELECTRONIC MEDIA WITH GAME ELEMENTS IN THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Progress in information technologies and the social isolation caused by the COVID-19 pandemic have played a crucial role in the educational field's development, expansion, and future practice. More specifically, in learning via electronic media, a format that contemplates students who are more connected and with a greater need for flexibility, personalization, and protagonism in knowledge management - especially in the era of Education 4.0 promoted by the fourth industrial revolution. In this sense, the integration of new technologies, the emergence of different classrooms and learning environments - such as the flipped and game-based classroom - have become a reality. The link between gamification – the use of game elements in environments and situations outside the context of entertainment games – and education, in particular, in e-learning contexts, despite being a line still in growth and experimentation, is one of the most promising and relevant today. Although there is, a consensus that game elements are the basic building blocks of gamification, the literature still presents the subject in an isolated, dispersed and fragmented way. In addition, despite the fact that Education 4.0 is an emerging field, there are still few contributions on how to plan this type of education, especially through gamification. Given this scenario, this work aims to present the EASE framework (Elements, Attitudes, Smart, E-learning) that aims to support the application of gamification in the learning process in the current context of the fourth industrial revolution. As a method, a systematic literature review was used, using the PRISMA protocol, which permeated all phases of the work and covered the content analysis of 130 articles indexed in the Web of Science. The contribution of this thesis was multiple, highlighting the Knowledge Map on gamification for online learning with the main categories that attract more attention in the literature; a comprehensive framework, 7GOALS (Gamified Oriented Active Learning Steps), with key game elements in a sequence of steps to promote the learning process; a SMART (Singular, Modern, Active, Realist, Technological) model for gamified learning in the context of the fourth industrial revolution and a simple and relevant framework, EASE, to guide learning from gamification in the current context. This study contributes to the structuring of scientific knowledge of gamification for learning via electronic media. It collaborates with the design of gamified systems and expands the perception of the theme and the approach of technological trends in the educational field. Still, it can be useful for education professionals, teachers, and game developers, contributing to the more effective use of gamification in online educational environments.

Keywords: E-learning; Gamification; Education 4.0; Educational Technology; Learning Strategies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Problemas direcionadores para construção do trabalho..... 18
Figura 2 - Taxonomia de Bloom na sala de aula invertida..... 42
Figura 3 - Estrutura do estudo 61
Figura 4 - Fluxo metodológico da pesquisa 63
Figura 5 - PRISMA *flow* 67
Figura 6 - Evolução temporal dos artigos 81
Figura 7 - Regiões mundiais com a aplicação da gamificação para o *e-learning* 82
Figura 8 - Países com aplicação da gamificação para aprendizagem *on-line* 83
Figura 9 - Nuvem de palavras 86
Figura 10 - Perfil de interesse dos artigos 87
Figura 11 - Método de Pesquisa 89
Figura 12 - Domínio de conhecimento..... 90
Figura 13 - Nível educacional 91
Figura 14 - Concentração das oportunidades e desafios da gamificação para o *e-learning* 93
Figura 15 - Mapa do Conhecimento da Gamificação para o *e-learning* 97
Figura 16 - Atitudes comportamentais promovidas pela gamificação no processo de aprendizagem..... 105
Figura 17 - Relação par a par entre os elementos de jogos 114
Figura 18 - *7GOALS* e o ciclo PDCA..... 116
Figura 19 - Classificação dos artigos, pertencentes aos domínios de conhecimento, em relação à menção das tecnologias da I4.0..... 128
Figura 20 - Relação dos níveis educacionais e as tecnologias I4.0 130
Figura 21 - Distribuição dos países por tecnologia I4.0 nos artigos de gamificação .. 131
Figura 22 - Evolução temporal dos artigos que relacionam a gamificação com as tecnologias I4.0..... 133
Figura 23 - Evolução acumulada dos artigos que relacionam a gamificação com as tecnologias I4.0..... 134
Figura 24 - Tecnologias I4.0 com a quantidade de artigos da revisão sistemática 135

Figura 25 - *Top* 5: artigos com o maior número de tecnologias mencionadas..... 137
Figura 26 - Tendências de relação entre as tecnologias I4.0..... 140
Figura 27 - *SMART:* Relação entre as tecnologias I4.0 e as práticas de Gamificação para o *e-learning* 141
Figura 28 - *Input* do modelo *EASE*..... 146
Figura 29 - *Process* do modelo *EASE* 151
Figura 30 - *Output* do modelo *EASE*..... 153
Figura 31 - Modelo conceitual do IPO para prática da gamificação para o *e-learning* 154
Figura 32 - *Framework EASE*: Gamificação para aprendizagem na quarta revolução industrial..... 155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da revolução educacional 29
Tabela 2 - Fontes com maior volume de publicação 81
Tabela 3 - Áreas de pesquisa da Gamificação para aprendizagem *on-line* 84
Tabela 4 - Citação da Indústria 4.0 na gamificação para o *e-learning* 124
Tabela 5 - Citação das tecnologias I4.0 na gamificação para o *e-learning* 125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisa dos dados..... 66
Quadro 2 - Artigos de gamificação para aprendizagem *on-line* selecionados para análise 75
Quadro 3 - Atitudes comportamentais abordadas na literatura..... 102
Quadro 4 - Principais elementos de jogos usados para estimular o ciclo de aprendizagem 106
Quadro 5 - Tecnologias I4.0 e suas respectivas *keywords*..... 120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BANI	*Brittle, Anxious, Nonlinear and Incomprehensible*
BL	*Blended Learning*
CL	*Cooperative Learning*
DGBL	*Digital Game-Based Learning*
GBL	*Games-Based Learning*
GPS	*Global Positioning System*
I4.0	Indústria 4.0
ISVOR	Educação Corporativa e Consultoria Stellantis
LMS	*Learning Management Systems*
MOOC	*Massive Open Online Courses*
M-LEARNING	*Mobile Leaning*
PBL	*Problem-Based Learning*
P2BL	*Project-Based Learning*
PDA	*Personal Digital Assistant*
PDCA	*Plan-Do-Check-Act*
PMI	*Project Management Institute*
PRISMA	*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*
RQ	*Research Question*
STEM	*Technology, Engineering and Mathematics*
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
U-LEARNING	*Ubiquitous Learning*
VUCA	*Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity*
WCM	*World Class Manufacturing*
GADGET	Gíria tecnológica para designar dispositivos eletrônicos portáteis

SUMÁRIO

Introdução **15**

Contexto geral 15

Declaração do Problema 177

Motivação e relevância do tema 199

Questões da pesquisa 21

Objetivos 21

Objetivo geral 21

Objetivos específicos 222

Originalidade e contribuições da tese 222

Delimitação da pesquisa 23

Organização do trabalho 23

1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **25**

1.1 *E-learning*: uma abordagem inclusiva do termo 25

1.1.1 Aprendizagem em sua essência 275

1.1.2 A evolução da Educação e a Educação 4.0 27

1.1.3 Definições e Conceitos do e-learning 30

1.1.4 Fatores propulsores e restritivos do uso do e-learning 34

1.2 Metodologias e tendências educacionais futuras 36

1.3 Gamificação 45

1.3.1 Conceito de Jogos Educativos 45

1.3.2 Princípios e contextualização da Gamificação 48

1.3.3 Exemplos de Gamificação 54

1.3.4 Tipos de jogadores 57

2- METODOLOGIA **60**

2.1 Estrutura comum 64
2.1.1 Pesquisa de investigação.....64
2.1.2 Coleta dos dados 66
2.2 Especificidades metodológicas do Mapa do Conhecimento 68
2.3 Especificidades metodológicas 7*GOALS* 70
2.4 Especificidades metodológicas *SMART* 72
2.5 Especi**f**icidades metodológicas *EASE* 73
3- MAPA DO CONHECIMENTO DA GAMIFICAÇÃO PARA APRENDIZAGEM *ON-LINE* 75
3.1 Tendências de publicação.....75
3.2 Perfil de interesse dos artigos 86
3.3 Método de pesquisa 88
3.4 Domínio de conhecimento.....90
3.5 Nível educacional 921
3.6 Desafios e oportunidades.....92
3.7 Mapa do conhecimento e perspectivas 96
4- 7*GOALS*: ELEMENTOS DE JOGOS E O CICLO DE APRENDIZAGEM *ON-LINE*.....101
4.1 Atitudes comportamentais e elementos de jogos.....101
4.1.1 Atitudes comportamentais associadas à melhoria da aprendizagem por meio da gamificação 101
4.1.2 Principais elementos utilizados para estimular o ciclo de aprendizagem 106
4.2 *7GOALS* e a abordagem do ciclo PDCA 114
5- *SMART:* RELAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E AS PRÁTICAS DE GAMIFICAÇÃO PARA O *E-LEARNING* 119
5.1 Classificação das tecnologias da Indústria 4.0 119
5.2 Relação das tecnologias I4.0 com a gamificação aplicada para o *e-learning* 124

6- *EASE*: GAMIFICAÇÃO PARA APRENDIZAGEM NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 142

6.1 Input EASE e seus desafios: Fatores ou pressões externas ao setor educacional ..142

6.2 Process EASE: Processamento da gamificação para o e-learning 147

6.3 Output EASE e resultado desejado: Saída do sistema gamificado para e-learning 151

6.4 Framework EASE 153

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS 155

Referências 158

Introdução

Contexto geral

Recentemente, devido ao isolamento social causado pela pandemia COVID-19, os educadores têm sido obrigados a buscar alternativas de ensino por meio da adoção de novas tecnologias voltadas para a educação *on-line*, disseminando a sua prática e reforçando essa tendência (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020; CHAVARRÍA-BOLAÑOS et al., 2020).

Ainda, a revolução tecnológica do século XXI, afetou a educação, em específico, a integração dos computadores e tecnologias da informação e comunicação (TICs) nos processos de ensino e aprendizagem para criar ambientes educacionais ativos e alcançar os objetivos desejados (AROURI; ODAT, 2020).

Assim, com a proliferação da tecnologia em todo o mundo e o *boom* do acesso as informações muitos estudiosos apontam o *e-learning* como uma tendência no campo educacional (MOUBAYED et al., 2020; SOOD; SINGH, 2018; LIU et al., 2013). O *e-learning* e as tecnologias de aprendizagem visam facilitar a experiência dos alunos em todos os tipos de configurações, tornando-a mais eficaz, eficiente, atraente e acessível (PAULE-RUIZ et al., 2017; SHAALAN et al., 2014). Fornecem instruções, informações e conteúdo de aprendizado personalizado para as necessidades individuais, necessitando, portanto, ser flexível e interativo, o que muitas vezes não são suportados por abordagens tradicionais de ensino (MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; ALSHAMMARI, 2019; ZAFAR et al., 2014; BOEKER et al., 2013). Além da distribuição de comunicação e conhecimento, permitem a construção de ideias e solução compartilhada de problemas (INAYAT et al., 2013).

Assim sendo, tecnologias educacionais e metodologias ativas que promovam a aproximação do aluno com o professor, com o conteúdo e seus pares em ambientes, muitas vezes, dispersos geograficamente passam a ter um papel essencial no sistema educacional (SILVA, 2018).

Além disso, a nova era da educação tem o desafio de atender a revolução ocorrida com a Indústria 4.0, a quarta revolução industrial, onde futuros trabalhadores serão altamente treinados em tecnologias emergentes e precisarão desenvolver habilidades

interdisciplinares que permitirão ampliar o pensamento crítico e reflexivo. Esse novo paradigma da educação, a Educação 4.0, possui duas características fundamentais, a flexibilização e personalização (ALMEIDA; SMOES, 2019).

A flexibilidade de tempo e espaço permite que os alunos interagem entre si a qualquer momento e de qualquer lugar. A personalização considera as particularidades de cada um, incluindo interesses, expectativas, cultura, idade, conhecimentos prévios, dentre outros, para oferecer experiências positivas no processo de aprendizagem. Nesta era 4.0, o sistema educacional precisa considerar estes fatores e preparar os futuros trabalhadores para atuarem em formatos complexos e atender as demandas cada vez mais desafiadoras. Ao longo da carreira, o profissional inevitavelmente precisará se adaptar ao mercado de trabalho, antecipando as mudanças e se adequando as características do ambiente. Esta capacidade de adaptação e preparação tornam-se questão de sobrevivência e as instituições de ensino podem contribuir para tal.

Dessa forma, novas pedagogias, habilidades, métodos, aplicações e conceitos estão surgindo no campo da tecnologia educacional, expandindo-se de maneira dinâmica e vital para o benefício da futura prática educativa (SILVA, 2018; CHEW et al., 2018). Dentre as tendências e tecnologias para a educação destacam-se o uso crescente de modelos combinados de aprendizagem, salas de aula e ambientes diferentes, mediações de aprendizagem e o uso da gamificação (SILVA, 2018).

A gamificação - aplicação de elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos, em especial, é geralmente apresentada como uma proposta de solução para envolver e apoiar os alunos no processo de aprendizagem e na aquisição de conhecimento (BOUCHRIKA et al., 2019, LORENZO-ALVAREZ et al., 2019, TERRAS; BOYLE, 2019).

A gamificação é uma metodologia flexível e o seu uso pode ser percebido em aplicativos e sistemas do dia-a-dia nos mais diferentes segmentos. Pode-se dizer que o mundo tem se tornado gamificado, integrando os saberes do meio corporativo, processos seletivos, escolas/universidades, *design*, *marketing*, dentre outros. A psicologia por trás da gamificação apoiada pela tecnologia evidencia que metas, colaboração, persistência e conquista são combustíveis para o ser humano e por isso a ampliação do seu uso.

Contudo, é no campo educacional, especificamente no *e-learning*, que os benefícios da gamificação ficaram mais aparentes, em função da necessidade de prover

ao aluno uma experiência única e diferenciada, além de aprimorar a aprendizagem e aumentar a motivação (TOLKS et al., 2020; ALSHAMMARI, 2020; KLOCK et al., 2019, SILVA, 2018; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018).

É sob essa ótica, a luz da adaptação, personalização e flexibilização do ensino por meio de ambientes educacionais *on-line* é que se acredita que o uso de elementos de jogos neste processo pode impulsionar a aprendizagem em diversos segmentos, domínios e área de pesquisa (ALSHAMMARI, 2019).

Declaração do Problema

Os avanços nas tecnologias de informação e comunicação têm apoiado a aceitação do *e-learning*, que vem trazendo mudanças no processo de ensino-aprendizagem (MOUBAYED et al., 2020; SOOD; SINGH, 2018; LIU et al., 2013). No contexto da educação *on-line*, a gamificação tem sido apontada como uma das tendências mais promissoras (TOLKS et al., 2020; SILVA, 2018), visto que muitos pesquisadores acreditam na capacidade dos elementos de jogos educacionais para impulsionar a transferência de conhecimento, a aquisição de habilidades e melhoria da aprendizagem (BOUCHRIKA et al., 2019; JACKSON et al., 2018; SCOULAR et al., 2017).

Embora haja vários conceitos associados com a gamificação, não existe um padrão acordado sobre o tema (BAI et al., 2020; SEABORN; FELS, 2014; DETERDING et al. 2011; HUOTARI; HAMARI, 2012; WERBACH; HUNTER, 2012). Os elementos de jogos utilizados em ambientes gamificados aparecem na literatura acadêmica de forma isolada, fragmentada e dispersa. Ainda, não há uma organização desses elementos em uma sequência de etapas para efetivamente promover a qualidade do processo de aprendizagem.

Outro mais, Huotari e Hamari (2012) indicam que não há um conjunto claramente definido de elementos de jogos e que o uso destes elementos não deve ocorrer de forma solitária, por isso devem ser tratados como um processo, a fim de aumentar a probabilidade de experiências que geram valor.

Além disso, o setor da educação enfrenta desafios com a quarta revolução industrial, modelos econômicos 4.0, hiper conectividade de dispositivos, difusão de informação, eficiência operacional e produtividade (ALMEIDA; SIMOES, 2019; LU,

2017). Essa nova era da indústria, dá espaço para um atual paradigma da educação, a Educação 4.0, que exige uma revolução metodológica e tecnológica do ensino para se adaptar as novas exigências de mercado e se adequar a globalização. Com o crescimento da tecnologia e chegada do século XXI, os formatos tradicionais das escolas não atendem mais as necessidades da sociedade (SEGURA-ROBLES et al., 2020; GARCÍA; GALÁN, 2009; HORN et al., 2015).

Apesar da Educação 4.0 responder as potencialidades da quarta revolução industrial (ALMEIDA; SIMOES, 2019) e ser um campo emergente, a literatura acadêmica ainda traz poucas contribuições de como planejar, ensinar e entregar esse tipo de educação (BONFIELD et al., 2020), especificamente por meio da gamificação. Embora as tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) sejam utilizadas com sucesso no setor empresarial e contribuir com o desenvolvimento econômico e social, a utilização dessas tecnologias no sistema educacional é quase inexplorada (ALMEIDA; SIMOES, 2019).

Nesse sentido, este trabalho pretende preencher os hiatos encontrados na literatura acadêmica, em especial na *Web of Science*, quanto a escassez de investigação das tecnologias I4.0 na prática da gamificação; fragmentação e dispersão dos elementos de jogos, além da carência de planejamento e formatos processuais para aplicação do tema. Esses *gaps* foram minimizados, a partir de uma investigação sistemática do estado da arte e proposta de um *framework* que contribua para a promoção do processo de aprendizagem *on-line* pela gamificação e a aplicação do ensino diferenciado.

Os problemas direcionadores para construção dessa tese são apresentados pela Figura 1 a seguir.

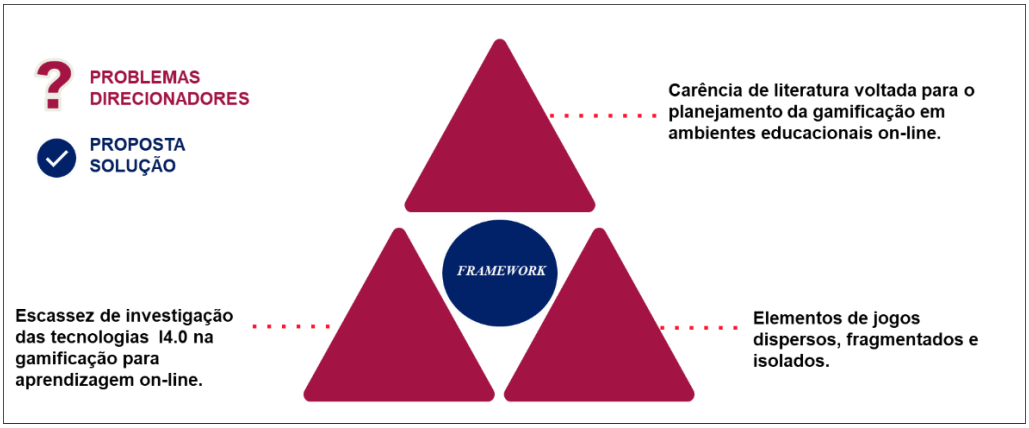


Figura 1 - Problemas direcionadores para construção do trabalho
Fonte: Elaboração própria (2021)

Motivação e relevância do tema

Este estudo teve enfoque no setor da educação, especificamente para a aprendizagem *on-line*, vinculando contextos de gamificação, uma área de pesquisa ativa, promissora e em tendência atualmente (ALSHAMMARI, 2020). As motivações principais para essas escolhas são descritas a seguir.

O *e-learning* ganhou reconhecimento substancial nos últimos anos por causa do crescimento dos usuários da internet e a rápida evolução de uma ampla variedade de dispositivos eletrônicos móveis disponíveis (por exemplo, *smartphones*, *tablets* e *laptops*) (CHAVARRÍA-BOLAÑOS et al., 2020; MARTINENGO et al., 2019; GBOLAHAN BALOGUN, 2019). É, sem dúvida, uma tendência para educação atual (SOOD; SINGH, 2018). Do ponto de vista econômico, a indústria de *e-learning* desenvolveu-se consideravelmente na última década. Estima-se que o mercado do *e-learning* em todo o mundo será superior a 243 bilhões de dólares em 2022 (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020).

No Brasil, a variedade de cursos oferecidos em educação a distância (EAD) continua expressivo. O Censo de aprendizagem a distância de 2018 indicou um aumento significativo na oferta de cursos regulamentados totalmente a distância (que passaram a 16.750). Comparando-se os níveis de ensino, mantém-se na liderança, desde 2016, a oferta de cursos de pós-graduação *lato sensu* que tem crescido, ano a ano, de maneira quase regular. No total, o número de matrículas EAD no Brasil aumentou significativamente o que consolida a modalidade como opção de formação, atraindo mais alunos e diversificando a oferta (ABED, 2019).

No mundo, a pandemia COVID-19 causou o fechamento de salas de aula e forçou 1,5 bilhão de alunos e 63 milhões de educadores a repentinamente modificar suas práticas acadêmicas presenciais, em função de medidas emergenciais para continuar cursos em meio a bloqueios e distanciamento social. Esta situação reforçou os pontos fortes e fragilidades dos sistemas de educação que enfrentam o desafio da digitalização, colocando ainda mais em evidência essa modalidade de ensino (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020; CHAVARRÍA-BOLAÑOS et al., 2020).

Além disso, a progressiva introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no âmbito educativo supõe um maior desafio na área, pois conta com

falta de recursos, desinformação, resistências de toda ordem e maior tempo de dedicação do professor, pois requer inovação e criatividade frente as metodologias docentes tradicionais (PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018).

Em contrapartida, TICs estão reformulando a sociedade e afetando todas as esferas da vida. Os seus efeitos são sentidos principalmente nas escolas que precisam responder adequadamente a esta revolução técnica. As habilidades digitais passam a ser consideradas habilidades necessárias para a sobrevivência e as tecnologias modernas assumem posição imprescindível no setor da educação (BUTT et al., 2020) a fim de fornecer uma aprendizagem aberta, interativa, rica em estímulos e fontes de informação, motivadores para o aluno e centrada no desenvolvimento de competências (PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018).

Ainda, com o desenvolvimento de vários tipos de tecnologias educacionais em ambientes *on-line*, muitos educadores optam por acomodar as mais recentes tecnologias no ensino gamificado (JACKSON et al., 2018; CHEW et al., 2018; TENÓRIO et al.; 2016). Isto porque a facilidade de uso e ludicidade desempenhadas pela gamificação são considerados ainda mais influentes em termos de motivação (BUTT et al., 2020).

Em função disso e pela possibilidade de proporcionar um diagnóstico abrangente da aprendizagem, de acordo com a perspectiva dos participantes e ênfase nos resultados da experiência proporcionada (SILVA, 2018) é que a gamificação foi escolhida. Outro mais, é uma tecnologia emergente no contexto da filosofia da quarta revolução industrial em ambientes de Educação 4.0 (ALMEIDA, SIMOES, 2019). Esta nova era da educação traduz a preparação e qualificação da mão de obra e da capacidade dos indivíduos em lidar com a crescente demanda no dia-a-dia. O mundo está mudando, se tornando digitalizado e praticando a internet das coisas, armazenamento em nuvem, sistemas cibernéticos e inteligência artificial, sendo necessária a adaptação de novos formatos para atender as essas necessidades (BUTT et al., 2020). No entanto, ainda existem poucos estudos qualitativos abordando essa temática.

A aprendizagem baseada em elementos de jogos é uma das principais tendências atualmente para o *e-learning* e, embora a opinião ainda esteja dividida em seus méritos por alguns estudos apontar a frustração, sensação de dor, medo, ansiedade e rejeição provocada pelos jogos, bem como pelo custo de desenvolvimento, ausência de modelos de *designs* e problemas com largura de banda (BERNIK et al., 2019; DONEY, 2019;

SOOD; SINGH, 2018; GBOLAHAN BALOGUN, 2019); vários outros estudos destacam seus benefícios em aprimorar a aprendizagem e aumentar o engajamento (TOLKS et al., 2020; ALSHAMMARI, 2020; SILVA, 2018; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018).

Portanto, uma forte motivação dessa tese é a oportunidade de gerar literatura técnica na área, o que beneficiaria os acadêmicos interessados em produzir novos estudos. Outro mais, é a possibilidade de contribuir com a educação e explorar uma tecnologia que permite a promoção de desafios, cooperação e aprendizagem (BENAVIDES; LÓPEZ, 2018). Acredita-se inclusive que o toque humano provocado pela gamificação no aprendizado *on-line* poderia tornar o aprendizado mais envolvente, diminuir as altas taxas de abandono e ampliar a retenção de conhecimento (PUTZ et al., 2020, OLSSON et al., 2015). Nesse sentido, este trabalho constrói uma estrutura conceitual para a continuidade da pesquisa nesta área.

Questões da pesquisa

A formulação das questões de pesquisa (RQ) dessa tese são listadas a seguir:

RQ1 – Qual é o estado atual da literatura acadêmica referente ao tema gamificação para aprendizagem *on-line*?

RQ2 – Como utilizar elementos de jogos para promover o processo de aprendizagem?

RQ3 – Quais são as relações das tecnologias da quarta revolução industrial com a aprendizagem gamificada mundialmente?

RQ4 – Quais recomendações podem ser feitas para guiar a aplicação da gamificação no processo de aprendizagem no contexto corrente da quarta revolução industrial?

Objetivos

Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa é apresentar o *framework EASE (Elements, Attitudes, Smart, E-learning*) que pretende apoiar a aplicação da gamificação no processo de aprendizagem no contexto corrente da quarta revolução industrial.

Objetivos específicos

i. Apresentar um Mapa do Conhecimento sobre gamificação para aprendizagem *on-line*, a partir de dados bibliométricos.
ii. Analisar as principais abordagens na literatura relacionadas a elementos de jogos e formular uma proposta de estrutura abrangente.
iii. Analisar a relação entre as tecnologias da Indústria 4.0 e as práticas de gamificação para o *e-learning* mundialmente.

Originalidade e contribuições da tese

No campo da Engenharia de Produção, especificamente na área de conhecimento da Tecnologia, Gestão e Inovação, este trabalho contribui com um tema recente, em crescimento e desenvolvimento, proporcionando uma melhor utilização e aproveitamento das novas ferramentas educacionais.

Apesar dos conceitos da gamificação para aprendizagem *on-line*, englobarem várias tecnologias e paradigmas associados para a sua concepção, é quase inexistente na literatura acadêmica, em especial na *Web of Science*, a contribuição de trabalhos que fazem a conexão deste tema com a Indústria 4.0.

Além disso, embora os elementos de jogos serem os componentes básicos de construção da gamificação, não há um consenso sobre o uso dos mesmos. Dada essa ausência de critérios para a utilização dos elementos de jogos a fim de impulsionar a aprendizagem, bem como a falta de conexão com um tema recente e prioritário para desenvolvimento da indústria - a Indústria 4.0 - este trabalho se torna original e significativo para a comunidade acadêmica.

Dessa forma, a contribuição dessa tese é múltipla e pode ser dividida em algumas principais:

i. Exibir um Mapa do Conhecimento com as principais categorias e informações que atraem mais atenção na literatura sobre gamificação para a aprendizagem *on-line*, discutindo e analisando os potenciais de aplicação, tendências, oportunidades e desafios.
ii. Apresentar uma proposta de estrutura abrangente (7GOALS - *Gamified Oriented Active Learning Steps)* com os principais

elementos de jogos utilizados para promover o ciclo de aprendizagem em ambientes educacionais *on-line*.

iii. Evidenciar pelo modelo *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological),* as principais tendências de contribuição da quarta revolução industrial à aprendizagem gamificada.

Por fim, esta tese apresenta o *framework EASE (Elements, Attitudes, Smart, E-learning*) que corresponde a nova era da educação e pode ser usado para estender a aplicação da gamificação nos modelos educacionais *on-line*, ampliando as possibilidades práticas e desenvolvimento no âmbito das tecnologias e inovações educacionais.

Delimitação da pesquisa

A delimitação deste estudo foi quanto a base de pesquisa escolhida para recolher os artigos científicos da área e os parâmetros de busca utilizados para obtenção do estado da arte.

Foi escolhida a base *Web of Science* por disponibilizar várias revistas científicas efetivamente representativas do campo a ser pesquisado e por ser uma base multidisciplinar que indexa os periódicos mais citados em suas respectivas áreas, totalizando mais de 9.000 periódicos indexados (CAPES, 2021).

Outro mais, este trabalho foi delimitado quanto a amostra escolhida para o estado da arte. Os trabalhos selecionados para análise qualitativa e exploratória dos dados foram oriundos de um recorte por meio de palavras-chave, artigos e revisões e, portanto, não retratam o cenário integral das contribuições na base elegida. No entanto, a revisão sistemática utilizada foi abrangente, incluindo 130 artigos para análise completa do conteúdo.

Dessa forma, os resultados obtidos nesta tese são produto do método escolhido. Outros métodos e abordagens podem fornecer resultados complementares. Contudo, os resultados foram exaustivos e permitem a configuração de um panomara geral.

Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, conforme detalhamento a seguir.

O Capítulo 1 apresenta a fundamentação teórica com o enfoque nos conceitos de aprendizagem em sua essência, evolução da educação percorrendo o caminho para Educação 4.0, bem como uma abordagem inclusiva do *e-learning*. Além do mais, exibe as tendências educacionais futuras e conceitualiza o termo gamificação que servirá de espinha dorsal para preparação do trabalho.

O Capítulo 2 aborda a metodologia para elaboração da tese, apresentando os procedimentos para revisão sistemática da literatura e obtenção dos dados teóricos para síntese do estado da arte, além das ferramentas e métodos utilizados para composição dos resultados.

O Capítulo 3 apresenta os dados bibliométricos obtidos pela revisão sistemática e sintetiza o conhecimento científico da literatura por meio de um Mapa do Conhecimento que organiza e conecta os conceitos.

O Capítulo 4 relaciona as principais atitudes comportamentais para promover o processo de aprendizagem pela gamificação e os elementos básicos e essenciais usualmente utilizados para estimular este ciclo de aprendizagem em uma sequência de etapas por meio de uma estrutura denominada *7GOALS*.

O Capítulo 5 analisa a relação entre as tecnologias da Indústria 4.0 e as práticas mundiais de gamificação em ambientes de aprendizagem *on-line* e apresenta a estrutura *SMART* com as principais tendências de contribuição da quarta revolução industrial em sistemas gamificados.

O Capítulo 6 apresenta o *framework EASE* com a discussão geral dos resultados obtidos com o intuito de ampliar a abordagem e aplicação da gamificação para o *e-learning* e promover a melhoria do processo de aprendizagem.

Por fim, o Capítulo 7 expõe as considerações finais do trabalho. Em seguida, as referências utilizadas para compor este estudo são apresentadas.

1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As instituições educacionais enfrentam desafios para garantir um ensino-aprendizagem eficaz em uma sociedade em constante mudança. Aliado a isso, as tecnologias da informação estão ampliando as oportunidades para os alunos aprenderem e transformando as visões convencionais sobre educação (STEPANYAN et al., 2013).

Assim sendo, a fundamentação teórica desse trabalho foi em busca das práticas educacionais relevantes para atender uma formação mais completa do indivíduo, isto é, que seja capaz de desenvolver as competências nas áreas do conhecimento, aprimorar os aspectos psicoemocionais e sociais, fortalecer relações produtivas com a tecnologia e estimular a criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas, primas estes essenciais para a atualidade (BUTT et al., 2020; BONFIELD et al., 2020; JACKSON et al., 2018).

Sem dúvida o *e-learning*, as metodologias ativas e em especial a gamificação atraem os olhares para essa transformação requerida no setor da educação (Silva, 2018). Diante disso, o enfoque aqui foi nos conceitos da aprendizagem em sua essência, a evolução da educação percorrendo o caminho para Educação 4.0, bem como definições, fatores propulsores e restritivos do *e-learning*. Além do mais, buscou-se apresentar as tendências educacionais futuras e os conceitos associados a gamificação, objeto deste estudo.

1.1 *E-learning*: uma abordagem inclusiva do termo

1.1.1 Aprendizagem em sua essência

Aprendizagem é um processo para adquirir conhecimento ou habilidade. É a maneira de filtrar, armazenar e organizar as informações em nossos cérebros (LATHA et al., 2015). Pode ser considerada como um processo contínuo e interativo de construção de significado e desenvolvimento, nos quais os motivos para aprender e emoções desempenham um papel importante. O processo de aprendizagem é fundamentado por meio das interações com o contexto e definido particularmente pelas relações com outras

pessoas. Dessa forma, pode-se afirmar que a aprendizagem é um processo interpessoal que conduz para o desenvolvimento humano (FERREIRA et al., 2019a).

De acordo com Goh (2021), as abordagens para entender a aprendizagem podem ser resumidas em duas metáforas concorrentes: aprendizagem como aquisição e aprendizagem como participação. Na metáfora de aquisição, a perspectiva cognitiva se enquadra, afirmando ser o paradigma padrão da aprendizagem que se centra na mente e concentra-se em grande parte do conhecimento proposicional. A participativa foca em como os indivíduos aprendem através da participação nas atividades ou práticas, englobando fatores sociais, culturais e contextuais.

Baseado na perspectiva padrão, a noção de aprendizagem pode ser abordada a partir de um ponto de vista cognitivo, afetivo ou meta cognitivo. Na dimensão cognitiva de aprendizagem, processamento de conhecimento e criação são o foco principal de atenção. A dimensão afetiva enfatiza as atitudes das crianças, crenças, habilidades, motivação e confiança. Já a dimensão meta cognitiva está ligada a gestão da informação, conscientização, reflexão e monitoramento (HABÓK; BABARCZY, 2018).

Em consonância, Zhang et al. (2020) destaca a importância do sistema sensório-motor para a aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do ser humano por meio da psicologia cognitiva do psicólogo Piaget. A aprendizagem sensório-motora não é um simples processo reativo, mas impulsionado por orientação, curiosidade, emoção e assim por diante.

O mecanismo da aprendizagem também pode ser facilitado por condicionamento operacional das pessoas, conforme a teoria do behaviorista americano Skinner (ZHANG et al., 2020). Segundo a taxonomia do comportamento de Skinner, a aprendizagem pode ser obtida observando os outros, sendo definida como a aquisição de habilidades por meio de respostas diferenciais baseadas em observar os outros se engajando em comportamentos específicos e entrando em contato com as contingências de reforço e punição. Quando os alunos aprendem observando seus pares e as consequências de suas ações, o tempo de instrução diminui (RUDY ZALTZMAN et al., 2021).

Ainda, a aprendizagem pode ocorrer de forma ativa, sendo baseada em uma teoria da educação chamada de construtivismo que enfatiza a auto direção dos alunos, isto é, os alunos “se encarregam de sua educação” sobre “questões desafiadoras” e na “solução de problemas”. O construtivismo destaca a exploração prática através da criação e obtenção

de novos conhecimentos por meio da partilha com os outros e da reflexão. Neste modelo, definem-se comportamentos construtivos baseado em diferentes formas de fazer para atingir os *outputs* desejados (YANNIER et al., 2020).

1.1.2 A evolução da Educação e a Educação 4.0

Ao longo da história, o setor educacional vem evoluindo de acordo com os avanços da tecnologia e do mundo (MIRANDA et al., 2019; HARTONO et al., 2018). Quase todos os avanços da história da humanidade são imputáveis à Educação, o que contribui com o progresso do sistema e ambiente escolar desde que foi inventado no século XVII. No entanto, foi com o surgimento da Indústria 4.0, seus conceitos e tecnologias que proporcionaram uma grande reformulação no setor. Placas inteligentes passaram a substituir as tradicionais lousas, enquanto a digitalização e o acesso a serviços *on-line* tornaram-se um passo a uma direção sem volta (ALLOGHANI et al., 2018). Esta seção não visa contemplar todas as mudanças da Educação e sim apresentar o caminho percorrido para se chegar na Educação 4.0, era da Educação atual, e sua respectiva influência para os conceitos de *e-learning*.

Em conformidade, a educação se proliferou após a primeira revolução ocorrida no século XVIII e ficou conhecida como Educação 1.0. Durante este período, as práticas de aprendizagem foram baseadas no conteúdo transmitido pelo professor e considerando tópicos essenciais para aquele momento (MIRANDA et al., 2019). Em um formato tradicionalmente expositivo (DEMARTINI, BENUSSI, 2017), concentrava-se apenas na capacidade do aluno de ler, escrever e calcular (HARTONO et al., 2018).

O período subsequente, da Educação 2.0, ocorreu no início do século XX. Esse período foi caracterizado pela industrialização e eletricidade (MIRANDA et al., 2019) e foi baseado em métodos indutivos e empíricos (HARTONO et al., 2018).

Em seguida, no final do século XX, surgiu a Educação 3.0, resultado da terceira revolução industrial e se caracterizou pelo amplo uso do computador, automatização e acesso à Internet. Neste período, com o avanço tecnológico, os dispositivos eletrônicos ficaram mais acessíveis e as escolas passaram a utilizar métodos de aprendizagem baseado em computador (MIRANDA et al., 2019). As redes sociais desempenharam um papel fundamental na criação de um ambiente em que a criatividade e a participação dos

alunos eram incentivadas fora dos limites do curso e da instituição (DEMARTINI, BENUSSI, 2017).

Logo depois, é estabelecido o período da Educação 4.0 que é marcada pelos avanços significativos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e do advento de novas didáticas de aprendizagem que aplicam essas tecnologias (MIRANDA et al., 2019). O conceito 4.0 é progressivamente usado em pesquisas, comunicações acadêmicas e indústrias, definido como a integração de processos técnicos e de negócios emergentes nas empresas apoiado nas tecnologias da Internet das Coisas (IoT), virtualização e fábricas inteligentes (ALMEIDA, SIMOES, 2019).

Este quarto ano industrial é mais avançado em informação, tecnologia e inovação, o que faz ampliar a discussão das habilidades necessárias para futuros empregos e a importância de desenvolver a aprendizagem ao longo da vida (BUTT et al., 2020; BONFIELD et al., 2020).

Como fruto desta quarta revolução, a Educação 4.0 praticada atualmente, constitui uma nova mudança de paradigma. É o resultado da base de uma digitalização avançada dentro das fábricas, a combinação da internet e tecnologias orientadas para o futuro no campo de objetos "inteligentes". Representa um conceito de rede de manufatura onde máquinas e produtos interagem uns com os outros sem controle humano. Este conceito não considera menos funcionários na produção, pelo contrário, recursos humanos são reconhecidos como as partes mais flexíveis do sistema, sendo ao máximo adaptável ao ambiente de trabalho cada vez mais desafiador (LALIC et al., 2017).

A Educação 4.0 completa o fenômeno da integração digital, onde seres e máquinas estão alinhados para solucionar problemas e descobrir novas teorias de inovação (HALILI, 2019). Este paradigma é apresentado como emergente para atender um cenário em constante evolução, já que contempla modelos de aprendizagem adaptados e personalizados de acordo com o tempo real e perfis dos alunos (DEMARTINI; BENUSSI, 2017).

Com base no conceito de aprender fazendo, onde os alunos são incentivados a aprender e descobrir coisas diferentes de maneiras singulares apoiado pela experimentação (ALMEIDA; SIMOES, 2019), torna o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico (HALILI, 2019).

Assim, os diferentes contextos, movimentos sociais e evolução da tecnologia que ocorreram durante as quatro revoluções industriais, fizeram evoluir com o setor educacional (MIRANDA et al., 2019). As principais diferenças dessa evolução são apresentadas pela Tabela 1, tomando como referência o período correspondente.

Tabela 1 - Características da revolução educacional
Fonte: Traduzida e adaptada de BUTT et al. (2020) e MIRANDA et al. (2019)

Características	**Educação 1.0**	**Educação 2.0**	**Educação 3.0**	**Educação 4.0**
Período	Final do século XVIII	Início do Século XX	Final do Século XX	Atualmente
Principais aspectos	Mecanização de sistemas	Industrialização e eletricidade	Automatização e surgimento do acesso à internet	TIC alimentada pela IoT
Papel principal do professor	Dominador e transmissor do conhecimento	Orientador e Transmissor do conhecimento	Facilitador da criação do conhecimento colaborativo	Monitor e observador da aprendizagem
Fonte do conteúdo	Livros tradicionais e apostilas com direitos autorais	Material educacional gratuito	Recursos diferenciados utilizados, como *e-books* e sites educacionais	Materiais baseados em tecnologias dinâmicas e em 3D
Atividades em sala de aula	Testes, atribuições tradicionais e às vezes atividades em grupo dentro da sala de aula	Atividades colaborativas, mas ainda nos limites de sala de aula	Atividades aberta, colaborativa, flexível e criativa mesmo além dos limites da sala de aula	Atividades criativas, habilidosas, inovadoras e dinâmicas, sem limites de sala de aula
Comportamento dos alunos	Amplamente passivo	Passivo para ativo	Ativo, entusiasta e confiante	Independente, ativo, inovador e autodirigido

À vista disso, a revolução industrial 4.0 fez com que as instituições educacionais abraçassem essa revolução, utilizando novas tecnologias e desenvolvendo pessoas com *expertise* multidisciplinar que evoluam junto com suas carreiras profissionais, de acordo com os problemas e projetos que enfrentarão no cenário industrial (AZEVEDO; ALMEIDA, 2021).

A transformação digital no processo de ensino promovido pela Educação 4.0 é proporcionada pela forma de *e-learning* e é conhecido como a aprendizagem baseada em tecnologia, cujo principal objetivo é aumentar a qualidade e disponibilidade da educação (MITAL et al., 2021). Entende-se também que o e-*learning* ao contribuir com a entrega deste tipo de Educação (4.0), simboliza uma revolução no campo, podendo ocorrer dentro

ou fora da sala de aula (MASELENO et al., 2018) por meio de dois tipos básicos de ensino (MITAL et al., 2021):

- Ensino síncrono: ensino realizado em tempo real, ao vivo, com professores e alunos *on-line* ao mesmo tempo em uma sala de aula virtual.
- Ensino assíncrono: independe da simultaneidade para acontecer e pode ser implementado de forma *off-line*. Os professores preparam o material e transmitem por *e-mail*, fóruns de discussão e plataformas virtuais.

É por isso que institutos tem trabalhado em conjunto para produzir e oferecer *webinars* e/ou plataformas de *e-learnin*g capazes de atingir a indústria real com o desenvolvimento de competências e conhecimentos em áreas específicas, em um ambiente mais democrático, híbrido e imersivo (AZEVEDO; ALMEIDA, 2021).

Ainda, pela onipresença da tecnologia promovida por esta nova era, é preciso adequar a forma como os alunos se engajam no processo de aprendizagem e integrar novas abordagens de uma maneira mais experiencial, empregando recursos, mecânicas e instrumentos de aprendizagem, como a gamificação, que em sua aplicação ao contexto da Indústria 4.0 é o foco principal deste trabalho (PARAVIZO et al., 2018).

1.1.3 Definições e Conceitos do e-learning

A transformação digital dos sistemas de ensino em todos os níveis tem permitido incorporar um importante ecossistema de ensino-aprendizagem denominado *e-learning* (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020). O *e-learning* inclui uma variedade de modalidades e termos, como aprendizagem *on-line*, aprendizagem móvel, instrução assistida por computador, educação / ensino à distância, aprendizagem mediada, aprendizagem baseada em simulação e aprendizagem virtual (CHAVARRÍA-BOLAÑOS et al., 2020). Todas essas modalidades são formas de instrução que ocorrem entre um aluno e um instrutor e são realizadas em momentos e/ou locais diferentes, utilizando diversas configurações de materiais (RODRIGUES et al., 2019).

A educação à distância, em seu conceito mais simples, pode ser definida como uma tecnologia educacional utilizada quando o aluno e professor não estão no mesmo ambiente. Originalmente, o termo iniciou na Inglaterra na década de 1840 com cursos de

taquigrafia *Pitman* amplamente difundida em todo o mundo com o desenvolvimento de serviços postais. Com o passar do tempo, os estudos e práticas de *e-learning* evoluíram e progressivamente tornaram-se mais popular (ERSOY, 2021).

Para Arkorful e Abaidoo (2015), *e-learning* refere-se ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação que possibilitam o acesso a recursos de ensino-aprendizagem *on-line*. É por isso que Aparicio et al. (2016) indicam que o *e-learning* une duas áreas principais, aprendizagem e tecnologia. Aprender é um processo cognitivo para adquirir conhecimento e a tecnologia é um facilitador desse processo. Para Rodrigues et al. (2019), é um constructo que cobre uma gama de aprendizagem métodos, aplicações, processos e áreas acadêmicas e também pode ser classificado como aprendizado eletrônico.

Liu e Hwang (2010) corroboram com esse conceito e indicam que o termo *e-learning* é usado para descrever a maneira como as pessoas usam um dispositivo eletrônico com tecnologia de aprendizagem para desenvolver novos conhecimentos e habilidades individualmente ou colaborativamente. Dispositivos móveis como PDAs, telefones inteligentes e computadores portáteis, constituem várias formas de ambientes que promovem comunicações bidirecionais entre os usuários e seu contexto para promover a aprendizagem móvel.

É considerado uma tecnologia disruptiva que transforma o aprendizado em um contexto educacional (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020). As inovações disruptivas ajudam a provocar uma mudança nos sistemas, oferecendo mais de algo sem exigir menos de outro e servem para quebrar paradigmas. Na educação, os paradigmas enquadram fatores envolvendo aluno-professor e concessões entre aprendizagem baseada em engajamento e baseada em palestras para absorção de conhecimento (HORN et al., 2015).

O *e-learning* não se trata apenas de treinamento e instrução, mas também de um aprendizado personalizado para as necessidades individuais (MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014). O fornecimento de apoio à aprendizagem adaptável para cada aluno, oferecendo um caminho ou conteúdo personalizado foi reconhecido como sendo uma das características mais importantes deste tipo de sistema (HWANG et al., 2013). Pode ser considerado uma evolução natural do ensino a distância e uma nova geração deste fenômeno, já que não implica tão somente na separação física entre o aluno e instrutor (RODRIGUES et al., 2019).

É uma abordagem de ensino e aprendizagem, representando todo ou parte do modelo educacional aplicado, que se baseia no uso de mídia e dispositivos eletrônicos como ferramentas para melhorar o acesso ao treinamento, comunicação e interação e que facilita a adoção de novas formas de compreender e desenvolver a aprendizagem (SANGRÀ et al., 2012).

Difere-se da educação digital *off-line* que conta com aplicativos que não exigem uma conexão com a internet para fornecer o aprendizado, como *CD-ROMs*, *pendrives* ou material disponibilizado sem uma conexão em rede. Ao contrário, requer uma conexão de rede ativa e inclui tutoriais, discussões ou conferências ao vivo, entre outros formatos (MARTINENGO et al., 2019).

Existem diferentes maneiras de categorizar os cursos, módulos e programas de *e-learning*: (i) em sala de aula no qual os computadores são usados para fins de simulação/*design*; (ii) distribuído, ministrado em sala de aula, além de ser transmitido usando conferência na *web*; (iii) aprimorado/combinado na *web* que combina instruções presenciais e *on-line* e (iv) totalmente *on-line*, sem interação *face-to-face*. Assim sendo, o campo do *e-learning* pode contribuir significativamente para a noção de *big data* à medida que um número crescente de alunos acessa material educacional *on-line*, gerando mais fluxos de dados (MOUBAYED et al., 2020).

Esse crescente, pode ser vista em curso *on-line* massivo aberto (MOOC - *Massive Open Online Courses*), uma modalidade de *e-learning* bastante difundida (VALVERDE-BERROCOSO et al., 2020). Constitui de cursos oferecidos *on-line* para um grande número de participantes, independentemente de sua localização e qualificações de entrada (MARTINENGO et al., 2019). O MOOC marca uma mudança repentina na educação *on-line*, não apenas pela democratização do acesso ao conhecimento, mas também pela inovação em modelos instrucionais e desenvolvimento em novas arquiteturas e paradigmas pedagógicos. São ministrados por meio de plataformas *web*, como *edX*, *Udacity*, *Coursera* ou plataformas *ad hoc*, que buscam trazer um tipo diferente de conteúdo pedagógico para um público heterogêneo. No entanto, os MOOCs são criticados por sua baixa taxa de conclusão. A literatura científica aponta que as altas taxas de abandono do MOOC ocorrem principalmente pelos cursos se tornarem longos e monótonos, já que preservam o paradigma tradicional de professor e aluno por meio de mediação tecnológica (ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019).

Os sistemas de gerenciamento de código aberto *Moodle* também podem ser vistos como soluções de *e-learning*. O *Moodle* conta com 53.738 instalações cadastradas e 68.7 milhões de usuários de 226 países em 7,7 milhões de cursos (SCHUSTER et al., 2016). É um *software open source* que permite gerenciamento de cursos com características de *e-learning*, tendo alguns principais módulos: comunicação, produtividade, envolvimento dos participantes, administração, entrega do curso e desenho de currículo (SILVA, 2018).

Atualmente, as universidades investem fortemente na implementação de tecnologias de *e-learning*, como sistemas de gerenciamento de aprendizagem (LMS - *Learning Management Systems*). LMS são tecnologias baseadas na *web* para gerenciar a entrega de conteúdo de aprendizagem, receber as respostas dos alunos, administrar exames *on-line*, interagir com alunos e professores e acompanhar suas atividades. São frequentemente usados para descrever sistemas de gerenciamento de curso, ambientes virtuais de aprendizagem e sistemas de gerenciamento de conhecimento (AL-AZAWEI, 2019).

Dessa forma, pode-se dizer que a modalidade *e-learning* é construída por três elementos fundamentais: os vários modelos pedagógicos, as estratégias instrucionais e de aprendizagem e as ferramentas pedagógicas ou tecnologias de aprendizagem *on-line*. Discute-se que as plataformas tradicionais de *e-learning*, apesar de sua grande difusão e consolidação, precisam ampliar o leque de possibilidades requeridas pelos usuários, sendo constituídas por um complexo ecossistema eletrônico voltado para a simbiose ensino-aprendizagem e gestão do conhecimento, tanto no nível institucional quanto no pessoal (CHAVARRÍA-BOLAÑOS et al., 2020).

Diante do exposto, alguns estudiosos afirmam que a multiplicidade de perspectivas em torno do *e-learning* faz com que seja difícil encontrar uma definição comumente aceita para o termo (AL-FRAIHAT et al., 2020, RODRIGUES et al., 2019; SANGRÀ et al., 2012). No entanto, aqui buscou-se pelas definições usualmente utilizadas pela comunidade científica em seu sentido mais amplo.

Por fim, é importante destacar que há também o arranjo de ambiente de aprendizagem do *m-learning* e *u-learning* (LIU; HWANG, 2010). O *m-learning* (*mobile leaning*) refere-se a qualquer intervenção de educação digital que utiliza dispositivos móveis para entregar conteúdo educacional (MARTINENGO et al., 2019). Já o *u-learning* (*Ubiquitous learning*) ou aprendizado onipresente aproveita o conteúdo digital,

o ambiente físico, os dispositivos móveis, os componentes difusos e a comunicação sem fio para fornecer experiência de ensino-aprendizagem aos usuários a qualquer hora, em qualquer lugar e de qualquer maneira. Isso porque os alunos interagem com diferentes dispositivos e tecnologias de maneira combinada (CÁRDENAS-ROBLEDO; PEÑA-AYALA, 2018; PONS, 2018).

1.1.4 Fatores propulsores e restritivos do uso do e-learning

Os ambientes *e-learning* permitem o acesso de informações de forma abundante, forte interação entre os usuários e ampla cobertura de atuação, pois não possuem restrições de espaço-tempo. Além disso, permitem criar ou ingressar em comunidades favoritas para comunicar com parceiros de aprendizagem. As comunidades de aprendizagem aprofundam a compreensão dos usuários sobre o conhecimento adquirido e facilita a discussão e resolução de problemas encontrados (SUN et al., 2020).

A possibilidade de interagir com pessoas de diferentes contextos e trabalho em equipe para alavancar o progresso de aprendizagem, desempenho e interação dos alunos faz com que os usuários experimentem uma diversidade cultural que é extremamente eficaz para a influência da aprendizagem percebida (FOTIADIS; SIGALA 2015; HONG et al., 2011; REYNOLDS; CHIU, 2013; CREUTZFELDT et al., 2013).

Possuem um impacto significativo no ensino e aprendizagem, incluindo acessibilidade à informação, adaptabilidade do conteúdo, interação eficiente e custos de aprendizagem reduzidos (AL-AZAWEI, 2019). A acessibilidade onipresente proporcionada pelo *e-learning* transforma o mapa global da educação e treinamentos corporativos, fazendo com que pesquisadores exaltem o *e-learning* sobre o aprendizado tradicional, devido a sua possibilidade de mistura síncrona e assíncrona (ALI et al., 2018).

Por ser tratar de uma abordagem de aprendizagem mediada por tecnologia é amplamente adotada para transferência de conhecimento pela independência de tempo e localização, facilidade de uso, possibilidade de oferecer serviço sob demanda, riqueza de recursos e fatores impulsionados por multimídia e tecnologia. Facilita a autoaprendizagem, minimiza a supervisão e reduz a necessidade de avaliações baseado em mecanismos tradicionais. Além disso, a imersão simultânea entre trabalho e o estudo

por meio do *e-learning* desenvolve uma motivação constante para a aprendizagem e o desenvolvimento pessoal (AHMAD et al., 2018).

Segundo Kimiloglu et al. (2017), as vantagens do *e-learning* mais comumente mencionadas na literatura são flexibilidade e eficiência, especialmente, em termos de minimização de custos e economia de tempo. Ainda indicam a disponibilidade do material de aprendizagem, personalização do processo e melhoria da satisfação se comparado aos métodos tradicionais. Ersoy (2021), corrobora sobre a flexibilidade, informando que a classe trabalhadora, pais e alunos, mesmo com limitações físicas e de tempo, podem usufruir dessa modalidade. Segundo o referido autor, alguns programas oferecem oportunidade dos alunos trabalharem em seu próprio ritmo e no conforto da sua casa, nas horas que os convém. Mital et al. (2021) acrescenta a diversificação da abordagem do ensino, adaptação do estudo ao indivíduo e melhor organização das tarefas.

No campo corporativo, o *e-learning* é eficiente em termos de custos. Os custos podem ser reduzidos se o treinamento for direcionado para metas que ajudem a alcançar um alto desempenho e cumprir tarefas de forma eficaz por meio de mão-de-obra qualificada e adaptável a ambientes inovadores (LALIC et al., 2017). Ersoy (2021) adiciona que em algumas situações a educação à distância pode ser mais econômica do que a educação tradicional em sala de aula, podendo economizar tempo de processamento, custos de transportes e custos de creches.

Apesar dos benefícios mencionados e sua ampla adoção, o *e-learning* ainda enfrenta críticas, principalmente em países em desenvolvimento. Isso pode ser devido à falta de infraestrutura de Tecnologias da Informação e Comunicação, ausência de apoio financeiro, baixo conhecimento em tecnologia e baixa motivação ou consciência do seu uso (AL-AZAWEI, 2019). É ainda reprovado por simplesmente espelhar os formatos tradicionais de sala de aula em formatos digitais (LEE et al., 2020).

O trabalho de Ali et al. (2018) apresentam diversas barreiras para implementação do *e-learning*, podendo destacar: a indisponibilidade de pessoal técnico e falta de instalações e infraestrutura para realizar as atividades (instalação, operação, manutenção, administração de rede, largura de banda, conectividade e segurança dos dados), ausência de interação individual *face-to-face* entre aluno e instrutor endossando a sensação de isolamento; falta de treinamento e desenvolvimento do corpo docente e ausência de adequação do conteúdo de acordo com o local, cultura, língua e crenças.

Para Kimiloglu et al. (2017), enquanto os problemas técnicos e a resistência à tecnologia prevalecem, as questões sobre a falta de sociabilidade, considerações de qualidade e questões organizacionais, como carência de apoio gerencial também se destacam. Para Mital et al. (2021) a preparação demorada de materiais e eliminação dos estudos em livros também são fatores críticos.

Apesar de existir falhas, o *e-learning* está emergindo como o novo paradigma da educação moderna e tem se tornado cada vez mais importante e gradativamente mudando a forma de aprendizagem (SUN et al., 2020; SUN et al. 2008). Nos Estados Unidos, 1 de 4 alunos fizeram um curso virtual, atingindo em 2016 a cifra de 6 milhões de alunos que tiveram experiência acadêmica em ambientes virtuais de aprendizagem e no ensino superior os resultados de aprendizagem obtidos nesta modalidade são 70% iguais ou superiores aos da educação presencial. Os cursos *on-line* abertos massivos também contribuem para o aumento de alunos com experiência acadêmica em ambientes virtuais de aprendizagem, relatando em 2016 mais de 58 milhões de alunos em todo o mundo e com contribuições em cursos de mais de 700 universidades, principalmente na América, Europa e Ásia (TIBANÁ-HERRERA et al., 2018).

É notório que os ambientes *e-learning* tornaram-se uma realidade mesmo com o apontamento de vários fatores restritivos. É preciso, portanto, buscar formas para minimizar os impactos de implantação e melhorar a experiência de aprendizado a fim de proporcionar a flexibilidade da escolha do método, bem como as preferências individuais.

1.2 Metodologias e tendências educacionais futuras

Com o advento da tecnologia e a mudança na forma das pessoas se relacionarem, a necessidade de renovação metodológica do ensino ficou ainda mais enfatizada. Um dos principais núcleos de debate na educação é sobre como os professores ensinam e como os alunos aprendem. Por isso, é necessário buscar e incorporar novas metodologias de ensino que sejam adequadas para os alunos e proporcionem as formações necessárias de forma crítica e reflexiva (SEGURA-ROBLES et al., 2020).

Até meados do século XX, o paradigma educacional seguiu um modelo ensino-aprendizagem tradicional. O modelo tradicional enfatiza o ensino e coloca o professor como o centro do processo educacional, em torno do qual tudo gira (GARCÍA; GALÁN,

2009). A transmissão do conhecimento é centrada no estilo expositivo das informações (CRISOL-MOYA et al., 2020) e o professor assume o papel de instrutor e transmissor do conhecimento construído, explicando o conteúdo de modo que os estudantes sejam capazes de reproduzir o que ensina. O formato de avaliação, geralmente, é baseado pelo exame tradicional (GARGALLO-LÓPEZ et al., 2017). A responsabilidade pelo desenho e desenvolvimento curricular nesta modalidade pertence exclusivamente ao professor. Se concentra na competência ao invés da cooperação, com interação unilateral entre aluno e professor (CRISOL-MOYA et al., 2020).

Neste formato, as salas de aula são concebidas seguindo um modelo industrial que permite estabelecer um sistema de educação universal que alcance o maior número de estudantes, com alunos agrupados por níveis e reunidos de tal forma que os professores podem ensinar “as mesmas matérias, da mesma maneira e no mesmo ritmo” (HORN et al., 2015).

No entanto, com o alvorecer do século XXI ficou constatado que o modelo tradicional não sacia mais as necessidades atuais, uma vez que os alunos têm novas exigências da sociedade, o mercado de trabalho exige profissionais cada vez mais intelectualizados com todo o seu potencial humano desenvolvido e a globalização ordena novos formatos (GARCÍA; GALÁN, 2009; HORN et al., 2015).

De fato, com a globalização, o local de trabalho atual requer trabalhadores altamente qualificados capazes de atuar em tarefas complexas e interativas. Espera-se que esses trabalhadores selecionem com eficiência o conhecimento da quantidade de informações e aplique tais conhecimentos, tanto em suas vidas profissionais e pessoais. Os funcionários, além da excelente preparação técnica, precisam de habilidades suficientes para se adaptar as mudanças nos requisitos do trabalho (VAN LAAR et al., 2017). Em particular, em um mundo VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity*) que abraça a mudança e representa a sociedade e mercado de trabalho em todos os setores organizacionais ou mundo BANI (*Brittle, Anxious, Nonlinear and Incomprehensible*), reflexo de uma transformação acelerada e fortalecida pela pandemia COVID-19 (MARTIS; CHAGAS, 2021). Um mundo que está mudando rapidamente e que irá contemplar mais de dois bilhões e meio de pessoas até 2050. Constituído por uma revolução digital que sugere que as empresas precisem reinventar a maneira de fazer negócios (DEEPIKA, 2020).

Além disso, ao globalizar a produção de bens e serviços, milhares de empregos, principalmente em fabricação, foram eliminados por automação ou realocação aos países industrializados. Ainda, a produção flexível e os sistemas de entrega de serviço causam mudanças profundas no local de trabalho, como estruturas de gestão, tomada de decisão descentralizada, compartilhamento de informações e equipes, rede interorganizacional e novos arranjos de trabalho (VAN LAAR et al., 2017).

Dessa forma, os efeitos da globalização pressionaram os sistemas educacionais. O ensino agora exige adaptação ao rápido desenvolvimento e o uso de ferramentas tecnológicas se torna crucial. As necessidades de servir os alunos com atividades de aprendizado mais motivadoras, divertidas e envolventes estão continuamente cercadas por todas as formas de tecnologias (HAMDAOUI et al., 2015). Além disso, investigações sobre cultura, mente, cérebro, cognição e desenvolvimento trouxeram novas evidências em relação a aprendizagem, colocando, em reflexão, as concepções sobre esse processo e a sua tradução com as práticas da realidade (LIMA, 2016).

Martín-Sanjosé et al. (2014) indicaram que 77% das crianças em escolas e em casa usam computadores todos os dias para jogar videogames. Assim, com as tecnologias avançadas da Internet das Coisas (IoT), as metodologias educacionais e ambientes pedagógicos precisam se atualizar para atender a nova era (ZHONG; HUANG, 2014).

Especialmente, a população nascida entre 1995 e 2009, a chamada "Geração Z", que é exposta constantemente as tecnologias móveis e demanda o uso destes em seu sistema educacional (BERNIK et al., 2019). Assim, os alunos não respondem mais apenas as informações disponibilizadas e sim atuam ativamente com o que sabem para explorar, interpretar e criar soluções. Aliado a isso, o mundo mudou e a indústria moldou a organização e os métodos das escolas tradicionais que agora precisam se adaptar a um novo século (GARY, 2015). Nesse contexto, as escolas passam a receber uma função adicional: preparar os alunos para viver e trabalhar em ambientes de constantes mudanças, capazes de aprender novos conteúdos e enfrentar e resolver desafios complexos (GARCÍA; GALÁN, 2009).

Os especialistas compartilham que o futuro do campo educacional irá evoluir para o desenvolvimento de um "ambiente de aprendizagem inteligente" que monitora o processo de aprendizado dos alunos e seu progresso, adaptando as necessidades e padrões de aprendizagem e alimentando os alunos com informações relevantes que se adequam à

preferência e ao estilo de aprendizagem de cada um. Isso mudará o formato da educação, transformando o campo para estar a par do rápido desenvolvimento da tecnologia e o avanço do ambiente de trabalho (CHEW et al., 2018).

O corpo de pesquisa de Crisol-Moya et al. (2020) corrobora com isso, indicando que estamos passando por uma renovação metodológica que envolve o uso de novas formas de organização, metodologias de ensino e processos avaliativos de acordo com novos perfis profissionais e uma nova forma de compreender a aprendizagem que incentiva o formato ativo.

Ainda, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm conduzido a uma verdadeira revolução na educação e nos resultados acadêmicos, provocando mudanças estruturais no ensino-aprendizagem por meio de plataformas virtuais (VALVERDE; BAÑOS, 2018). Assim, a tecnologia educacional capacita os alunos a trocar informações, compartilhar conhecimentos ou experiências com outros no momento do processo de aprendizagem. Ao fazer isso, os aplicativos para dispositivos móveis também desempenham um papel complementar significativo para atender a propósitos de ensino em qualquer lugar e a qualquer momento (KARAASLAN et al., 2018).

É neste cenário que surgem as metodologias ativas, uma técnica atual e em tendência para o futuro da educação. Como o seu nome indica, o aluno é protagonista ativo de sua aprendizagem. Deste modo, o foco é na aprendizagem do aluno em um modelo construtivista. O ambiente é criado para que os estudantes se envolvam de forma significativa, a partir de uma perspectiva de aprendizado relevante (CRISOL-MOYA et al., 2020; GONZÁLEZ; DUEÑAS, 2009). Neste formato, os estudantes têm a oportunidade de controlar sua aprendizagem, uma vez que assumem responsabilidades por estarem ativamente envolvidos na aquisição do conhecimento (WRIGHT, 2011).

A aprendizagem ativa pode ser definida como “qualquer método de instrução que envolve os alunos no processo de aprendizagem”. Exige que os alunos façam atividades de aprendizagem significativas e pensem sobre o que eles estão fazendo (PRINCE, 2004). Esse tipo de aprendizagem é essencialmente a combinação de duas ideais relacionadas: o ensino personalizado (também chamado de “ensino individualizado”), onde a aprendizagem é adaptada às necessidades particulares de um determinado estudante e a aprendizagem baseada na competência (conhecida como

“aprendizagem baseada no domínio” e “aprendizagem baseada na proficiência”), cujo objetivo é a criação de conhecimento, habilidade ou atitude (HORN et al., 2015).

Por meio deste olhar, pode-se estabelecer que as práticas de ensino-aprendizagem que contribuem para a aprendizagem ativa representam a arquitetura desta metodologia. Essas práticas não são exclusivas e sim complementares. Em destaque, pode-se citar: (i) Ensino híbrido; (ii) Sala de aula invertida; (iii) Aprendizagem cooperativa; (iv) Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL (Problem-Based Learning) e Aprendizagem Baseada em Projetos - P2BL (Project-Based Learning); (v) Gamificação (OWSTON et al., 2020; RODRIGUEZ; RUIZ, 2020; PULIDO et al., 2019; COSTA et al., 2020; PARRA-GONZÁLEZ et al., 2020). O intuito aqui não é apresentar todas as formas que a metodologia ativa pode se manifestar e sim conceitualizar algumas que possam contribuir para o desenvolvimento deste trabalho.

(i) Ensino híbrido

O ensino híbrido ou aprendizagem combinada (BL - *Blended Learning*) consiste em uma mistura transformacional possibilitando maior acesso ou flexibilidade na aprendizagem por meio de diferentes modalidades (OWSTON et al., 2020).

É frequentemente visto como um modo de ensino que integra uma combinação de atividades interativas *on-line* com aprendizagens presenciais. Isso inclui uma mistura de diferentes tipos de técnicas de ensino-aprendizagem e ferramentas de Tecnologias de Informação e Comunicação (MCKENZIE et al., 2020).

É um método educacional que combina abordagens analógicas clássicas de ensino com elementos de *e-learning*. Especialmente no ensino superior, é um formato popular para incentivar a participação ativa dos alunos, bem como a aprendizagem individualizada, multicanal e descentralizada. Frequentemente, está relacionado as estratégias e medidas tomadas por instituições de ensino para digitalizar ofertas de ensino (LENZ et al., 2018). É um termo usado para descrever a maneira como o *e-learning* está sendo combinado com métodos tradicionais de sala de aula e estudo independente. Os educadores projetam materiais *on-line* e os utilizam de maneira síncrona ou assíncrona para atender à conveniência dos alunos e instrutores e às demandas do programa (KARAASLAN et al., 2018).

Andrioni (2018) contribui que é possível encontrar inúmeras definições de aprendizagem combinada no processo educacional contemporâneo. No entanto, indica que BL é descrita como um conjunto estruturado de oportunidades de aprendizagem, usando vários métodos de ensino ou estudo em sala de aula ou fora dela. Origina-se da ideia de que a aprendizagem não é apenas um evento único; pelo contrário, é um processo contínuo e a mistura oferece vários benefícios.

Dentre os benefícios, destaca-se um processo de ensino-aprendizagem flexível e diferenciado em tempos e lugares que utiliza a tecnologia - *tablets*, *smartphones* e outros dispositivos tecnológicos - para interagir com os alunos e permitir uma aprendizagem profunda e significativa. Outro mais, captam os interesses dos alunos de forma mais eficaz do que simplesmente aulas presenciais ou somente *on-line*. (CAPONE et al., 2017).

Este modelo de aprendizagem é amplamente utilizado, especialmente pela comprovação da rapidez, eficiência e adaptabilidade dos envolvidos. O desejo de manter o aprendizado direto convencional (*face-to-face*), bem como o desejo de trazer benefícios do aprendizado *on-line*, levou ao surgimento de estratégias *blended* de aprendizagem (LISTIANA; JAHARADAK, 2019).

(ii) Sala de aula invertida

A sala de aula invertida, do inglês, *Flipped Classroom*, é outro exemplo de metodologia que possibilita a participação ativa do aluno. Este método é inspirado pela ideia de inverter o ensino tradicional, onde os alunos primeiro acessam o material, por meio de formatos como vídeos, textos, *links* e repositórios e, em seguida, conduzem diferentes atividades de aprendizagem na sala de aula, como análise, discussões, resolução de problemas, resposta a questionários e conceitos avançados (ARRUABARRENA et al., 2019).

Dessa forma, o conhecimento básico que o aluno precisa é alcançado em antecipação à sessão de aula por meio da conclusão de trabalho preparatório e pode ser realizada em seu próprio ritmo. O ensino e as atividades durante as aulas incluem uma interação mais personalizada entre professor e aluno e entre os alunos mutuamente, sendo mais produtivo e interativo (DE JAEGHER, 2020; O'FLAHERTY; PHILLIPS, 2015).

A base da sala de aula invertida é a taxonomia de Bloom. Constantemente revisada e adaptada, a taxonomia de Bloom é a maior referência para um planejamento

de aula, estimulando os educadores a guiarem os alunos na busca do desenvolvimento de habilidades e competências. Além disso, valoriza o tempo fora da sala de aula para aquisição do conhecimento e em conjunto para criação, conforme pode ser visto pela Figura 2 (DOS SANTOS et al., 2020).

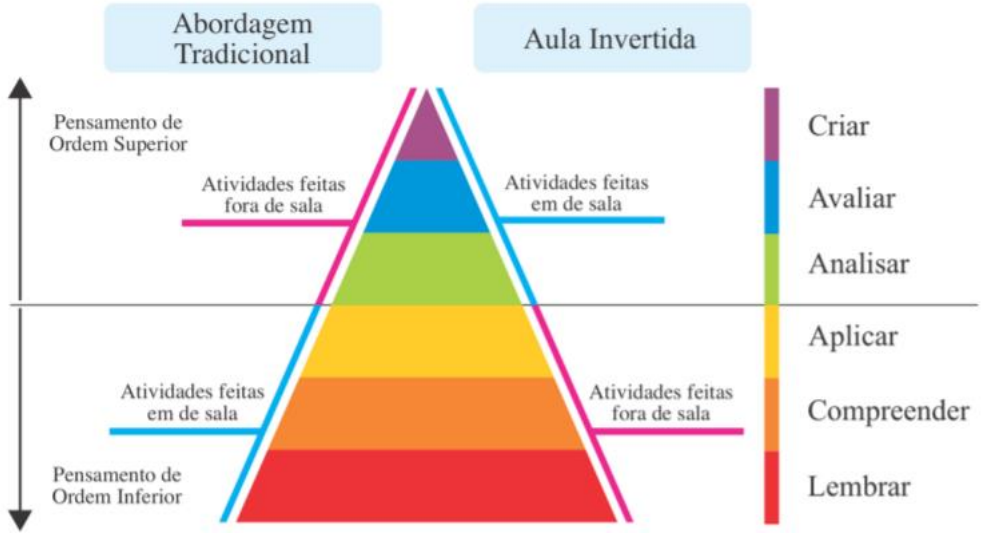


Figura 2 – Taxonomia de Bloom na sala de aula invertida
Fonte: Dos Santos et al. (2020)

Para que isso seja possível, é necessário garantir que os conteúdos teóricos sejam efetivamente assimilados pelos alunos fora da sala de aula. Isso aponta diretamente para a necessidade de ter material *on-line* disponível de boa qualidade, que seja atualizado e inclua não apenas texto simples, mas vídeos, animações, imagens, demonstrações, etc., garantindo a acessibilidade aos mesmos pelos diferentes atores do sistema: professores, alunos, tutores, dentre outros (FRANK et al., 2020).

É uma das metodologias didáticas que surgem em torno do uso de novas tecnologias e buscam aproveitar todo o seu potencial comunicativo, informacional, colaborativo, interativo e inovador para estabelecer uma nova cultura de aprendizagem. Assim, o processo de aprendizagem não se reduz mais a uma mera transmissão de dados, mas a uma missão puramente criativa (RODRIGUEZ; RUIZ, 2020).

Neste modelo, a satisfação do aluno melhora, porque a sala de aula invertida permite uma maior interação com o professor e outros alunos e facilita uma aprendizagem mais individualizada (ARRUABARRENA et al., 2019).

(iii) Aprendizagem Cooperativa

A Aprendizagem Cooperativa (CL - *Cooperative Learning*) também se configura como uma metodologia ativa em que os alunos trabalham em pequenos grupos para maximizar a sua aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento da sua competência social, a inclusão e a redução do *bullying* (PULIDO et al., 2019).

CL compreende métodos de ensino em que os professores organizam os alunos em pequenos grupos para trabalhar em conjunto com o intuito de ajudar uns aos outros a aprender o conteúdo acadêmico. Consiste em cinco elementos básicos: interdependência positiva, interação promotora, responsabilidade individual, ensino de habilidades interpessoais e sociais e qualidade do processamento do grupo (TRAN; LEWIS, 2012).

Os alunos aproveitam as habilidades e recursos uns dos outros, enquanto o professor funciona como um facilitador. A aprendizagem cooperativa produz resultados positivos no domínio do conteúdo, habilidades de comunicação, construção de equipes, clima de sala de aula e desenvolvimento social (LITTLE, 2013).

As habilidades sociais promovidas pela aprendizagem cooperativa, como raciocínio, construção de confiança, negociação, cooperação, transferência de conhecimento ou liderança, são altamente exigidas em um mercado global e competitivo. Assim, a CL fornece aos alunos uma ampla gama de habilidades que são essenciais para seu sucesso em ambientes profissionais (GUINOT et al., 2018).

Além disso, há uma elevada valorização dos alunos em todos os parâmetros analisados de aprendizado cooperativo, conforme indicado por Oricain (2015). A autora indica que os alunos percebem como as atividades cooperativas melhoram suas competências tanto do ponto de vista global quanto as específicas e transversais, se comparado com as atividades individuais.

(iv) Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL (Problem-Based Learning) e Aprendizagem Baseada em Projetos - P2BL (Project-Based Learning)

As metodologias ativas incluem também a aprendizagem baseada em problemas (Pro*blem-Based Learning* - PBL) e a aprendizagem baseada em projetos (*Project-Based Learning* - P2BL). O primeiro deles (PBL) originou-se no Departamento de Medicina da Universidade McMaster, Canadá, em 1960, e é um método de ensino-aprendizagem que utiliza problemas para formular e estimular o aprendizado de teorias.

Emprega problemas relacionados a vida profissional dos alunos para que encontrem soluções possíveis com base no conteúdo das disciplinas, o que permite aliar o conhecimento a prática. A segunda metodologia, P2BL, é baseada no PBL e, portanto, também apresenta aos alunos um problema para que possam resolver, porém neste caso, especificamente, utilizando conhecimento de projetos. Em sua definição, afirma-se que projetos são tarefas complexas baseadas em desafios, perguntas ou mesmo problemas (COSTA et al., 2020).

A aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método educacional em que os alunos participam ativamente e tem a responsabilidade pela sua própria aquisição de conhecimento. Neste modelo, a aprendizagem didática é substituída por aprendizagem dirigida pelo aluno em pequenos grupos para geração de problemas, a fim de determinar suas atividades e formar uma estrutura para estudo autoadministrado. Os alunos resolvem esses problemas de forma sistemática, supervisionados por um membro do corpo docente e cumprem com os objetivos de aprendizagem (ÖZBIÇAKÇI et al., 2012).

O PBL busca estimular o interesse e envolvimento dos alunos, imergindo-os no complexo e desafiadores problemas e tarefas que se assemelham às circunstâncias da vida real para ajudar a dominar o conhecimento do conteúdo e contribuir para o desenvolvimento de comunicação, colaboração e criatividade (LITTLE, 2013). Além disso, aprimora as habilidades de pensamento crítico dos alunos, aumenta a motivação e melhora habilidades social por meio de trabalho em grupo (PARK; ERTMER, 2007).

De forma semelhante, a aprendizagem baseada em projetos também investiga problemas autênticos e complexos em um formato centrado no aluno. O que o diferencia do PBL é a produção de um produto, apresentação ou desempenho, por um período determinado, correspondente a um projeto. É frequentemente implementado em configuração de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM - *Technology, Engineering, and Mathematics*) com o objetivo de aprimorar o conhecimento aplicado e a compreensão dos tópicos de estudo (EDMUNDS et al., 2017).

De forma geral, os dois métodos – PBL e P2BL – podem ser usados a nível curricular como uma nova realidade pedagógica e organizacional para promover o engajamento acadêmico e envolvimento das tarefas de aprendizagem (BÉDARD et al., 2012).

(v) Gamificação

Outra metodologia ativa que se instalou na educação, é a gamificação que usa a estrutura, elementos e *designs* de jogos. A gamificação pode ser aplicada em diferentes níveis educacionais, demonstrando seu potencial em idades precoces, na adolescência e mesmo em contextos universitários (PARRA-GONZÁLEZ et al., 2020). A ideia subjacente da gamificação é usar os recursos de *design* específicos ou recursos motivacionais de jogos de entretenimento em outros sistemas para tornar a atividade mais atraente e interessante, demonstrando aplicação significativa na indústria e academia (JOHNSON et al., 2016).

É sob essa ótica, especificamente, a luz da gamificação e uso de elementos de jogos para educação *on-line*, que este trabalho se desdobrará.

1.3 Gamificação

Uma contribuição deste trabalho é abordar as práticas e conceitos associados a gamificação. Por isso, buscou-se aqui definir a categoria abrangente de jogos que é como a gamificação está sujeita nas suas múltiplas definições. Ao se esclarecer o que se entende por jogo, os conceitos, princípios, contextualização e exemplos da gamificação são apresentados. Por fim, é explorado o perfil dos jogadores neste tipo de ambiente.

1.3.1 Conceito de Jogos Educativos

Os jogos são amplamente aceitos pelas novas gerações de usuários. Essa geração é geralmente chamada de "geração de jogadores", "nativos digitais" ou "geração de rede" (MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; SIMOES et al., 2013). Eles aprendem de forma diferente de seus antecessores e têm "e-vidas" ativas, acessando e trocando informações instantaneamente por meio de *blogs*, compras *on-line*, redes sociais, jogos *on-line*, compartilhamento de arquivos ou bate-papo. A tecnologia é uma parte inseparável de suas vidas e eles são bastante qualificados digitalmente (KARAASLAN et al., 2018).

Kretchmar (2019) oferece a seguinte definição revisada sobre jogos, aqui traduzida:

> Um jogo é a tentativa, por meio de esforço, acaso, ou ambos, resolver um problema natural ou construído; onde as relações entre seus meios (meios lusórios) e fins (objetivos) fornecem desafios válidos; onde restrições inerentes (regras), juntamente com quaisquer limitações impostas e entendimentos interpretativos, especificam os objetivos e os meios permitidos para alcançar as metas; e onde essas especificações e permissões sejam aceitas para uso ou prazer de cada um.

Para Werbach e Hunter (2012), um jogo é o que acontece em um círculo mágico, contendo um início e, algumas vezes, um fim, operando por meio de uma série de ciclos, isto é, jogos não são lineares.

Os jogos passaram a ocupar um lugar significativo na vida das pessoas que os usam para diferentes propósitos, seja por puro entretenimento ou para fins educacionais. Além disso, são considerados uma excelente maneira de lidar com aprimoramentos motivacionais, sendo estimulados por três razões: relacionamentos (obter prazer em interagir com outros jogadores), imersão (identificar-se com os personagens do jogo e viver no mundo de fantasia) e conquista (superar desafios) (HAMDAOUI et al., 2015).

Um jogo educativo é definido como um sistema ou ferramenta de aprendizado no qual os jogadores participam de conflito artificial com elementos narrativos, definido por regras, que deriva em um resultado quantificável com mecanismo de *feedback* que fornece um senso crítico de progressão (JACKSON et al., 2018; DE-MARCOS et al., 2017; LEMCKE et al., 2015). Permitem correr riscos e se envolver com experimentos de forma voluntária (MARTENS et al., 2004).

Um jogo educativo digital refere-se a um jogo produzido para divulgação por meio de um dispositivo com a finalidade de educar o jogador. A eficácia, dentro desta visão, refere-se as várias medidas educacionais utilizadas pelos pesquisadores na tentativa de descobrir se um jogo alcançou seu resultado educacional desejado, seja pela aquisição de conhecimentos, habilidades, atitudes e/ou mudança de comportamento (JACKSON et al., 2018). No entanto, como maximizar o potencial dos jogos em ambientes educacionais atuais continua sendo um grande desafio (GE, 2018; JACKSON; MCNAMARA, 2013).

Oferecem experiências de aprendizagem coerentes, situações cotidianas e muitos dos avanços na pesquisa de jogos são atribuíveis à análise rigorosa e detalhada de como suportam a aprendizagem, com uma visão do jogo, jogadores, pedagogia e contexto (TERRAS; BOYLE, 2019; LEMCKE et al., 2015). Podem provocar fortes reações emocionais entre os alunos, como medo, poder, agressão, admiração e alegria (LI et al.,

2016). Além disso, as técnicas e a interativa característica dos jogos, bem como a construção de cenários facilitam a resolução de problemas e a aprendizagem adaptativa (LIN et al., 2013).

Os jogos educativos são projetados explicitamente para aprendizagem (DE-MARCOS et al., 2016). Muitos pesquisadores e autores acreditam fortemente no potencial dos jogos educacionais digitais para promover transferência e absorção de conhecimento, aquisição de habilidades, favorecer a interação, facilitar a aprendizagem, promover a colaboração, reforçar a compreensão do conteúdo, tornar os *feedbacks* mais dinâmicos e promover uma mudança de atitude ou comportamento, enquanto outros pela sua eficácia em termos de engajamento, motivação, estímulo da curiosidade, autonomia e prazer se comparado aos currículos tradicionais (JACKSON et al., 2018; TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; TENÓRIO et al.; 2016; CHEW et al., 2018; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; BIELIKOVÁ et al., 2008).

Enquanto os alunos mergulham no jogo e ganham novos conhecimentos, colaboram no jogo, a fim de alcançar seus objetivos de aprendizagem (CHEW et al., 2018). Além disso, os jogos podem ser veículos poderosos para avaliar as competências e comportamentos, como persistência, flexibilidade, criatividade, autoeficácia, pensamento sistêmico e crítico, solução de problemas e trabalho colaborativo, impactando positivamente no desempenho acadêmico dos alunos (SCOULAR et al., 2017).

Se o jogo é centrado somente no ensino, esquecendo a parte da diversão, pode-se criar uma ferramenta que apesar de ser motivacional não tenha êxito nos resultados. Por outro lado, se é centrado somente na diversão sem prestar atenção na parte motivacional, é possível criar um produto final que não sirva como ferramenta de sensibilização e não cumpra seu objetivo. Portanto, é necessário que os jogos sejam desenvolvidos como produto final que deve ser o mais divertido possível e como ferramenta motivacional que trate o tema de ensino sem que o jogador tenha a sensação que está estudando (ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018).

1.3.2 Princípios e contextualização da Gamificação

Gamification, traduzido para o português como gamificação, é um termo bastante atual que tem ganhado popularidade (SILVA, 2018) e é derivado do campo da mídia digital (BAI et al., 2020). O uso do termo na indústria oscila entre duas abordagens. O primeiro é a crescente adoção e institucionalização de videogames na vida cotidiana. O segundo é que, uma vez que os videogames são projetados com o objetivo de entreter e são capazes, comprovadamente, de motivar os usuários, os elementos de jogos devem também ser capazes de tornar outros produtos e serviços não relacionados a jogos mais agradáveis e envolventes (DETERDING et al. 2011).

Assim a grande maioria dos autores conceitualiza a gamificação como aplicação de elementos e princípios de jogos em contextos não relacionados a jogos para aumentar o envolvimento, motivação e melhorar o desempenho das tarefas (TERRAS; BOYLE, 2019; ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018b; KYEWSKI; KRÄMER, 2018; SARDI et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2016; FERNANDEZ et al., 2016; OLSSON et al., 2015; LABUS et al., 2015; OSIPOV et al., 2015; IBÁÑEZ et al., 2014; DOMÍNGUEZ et al., 2013; SIMOES et al., 2013).

Deterding et al. (2011) acrescentam que sistemas gamificados não são necessariamente semelhantes a jogos, mas são projetados para tirar vantagem da psicologia humana da mesma forma que os jogos fazem. Por isso, utilizam elementos de jogos, isto é, as peças que compõem o jogo: dinâmica, mecânica e componentes, na sua composição. Ainda indicam que o foco deve estar na experiência do usuário, independentemente da forma que o produto final possa assumir. Os autores especificam contextos não relacionados ao jogo como internos (dentro da empresa), externos (clientes e usuários finais) e mudança de comportamento. Para sistematizar a terminologia, distinguem:

- *Gamefulness* (como a qualidade experimental e comportamental)
- Interação lúdica (artefatos que permitam essa qualidade)
- *Game Design* (projeto para a jogabilidade, normalmente usando elementos de *design* de jogos)

Por sua vez, Zichermann e Cunningham (2011) classificam os elementos de jogos como mecânica, dinâmica e estética. A mecânica é composta de elementos de funcionamento do jogo que guiam as ações do jogador. A dinâmica corresponde às interações do jogador com os elementos da mecânica e a estética diz respeito ao sentimento que o jogo provoca no jogador durante a interação. É composta da mecânica e dinâmica para gerar emoção. A estética também diz respeito ao apelo visual, som e outros elementos que contribuem para a experiência do jogo (SILVA, 2018).

Huotari e Hamari (2012) também possuem o foco na experiência do usuário, mas argumentam que a gamificação não pode ser baseada por um conjunto de métodos ou mecânicas, mas em vez disso, deve ser entendido de uma forma mais ampla como um processo onde o *gamifier* busca aumentar a probabilidade desta experiência. Igualmente, indicam que a gamificação é baseada em elementos de jogos.

Embora os elementos de jogos serem os componentes básicos de construção da gamificação, não há um consenso sobre a classificação dos mesmos. Dada essa falta de padronização, os elementos a serem buscados neste estudo serão aqueles explicitamente mencionados nos estudos primários (BAI et al., 2020).

Werbach e Hunter (2012) colaboram que a gamificação usa o pensamento e os elementos do jogo, mas não precisa envolver a criação de um jogo real. Pensamento de jogo significa usar todos os recursos para criar uma experiência envolvente que motiva os comportamentos desejados. Inclui encorajar a resolução de problemas, dividir grandes desafios em etapas gerenciáveis, promover o trabalho em equipe, dar aos jogadores uma sensação de controle, personalizar a experiência para cada participante, recompensar pensamento imediato, reduzir o medo do fracasso que inibe a experimentação inovadora, apoiar diversos interesses e conjuntos de habilidades e cultivar uma atitude confiante e otimista.

Kapp (2012) adiciona que as técnicas baseadas em jogos ou gamificação, quando empregadas adequadamente, têm o poder de engajar, informar e educar. É um processo de usar mecânica baseada em jogo, estética e pensamento de jogo para envolver o público e resolver problemas.

Apesar de todos estes conceitos, Seaborn e Fels (2014) indicam que não há uma definição padrão acordada sobre o termo e ainda há pouca coesão com relação aos fundamentos teóricos que a gamificação abrange. Informam que o uso intencional de

elementos de jogos está emergindo para uma experiência lúdica de tarefas e contextos não relacionados ao jogo. Apontam que os elementos de jogos são padrões, objetos, princípios, modelos e métodos diretamente inspirados por jogos. Ressaltam ainda sobre a discórdia entre a extensão da gamificação e sua distinção do jogo propriamente dito.

Deterding et al. 2011 concordam sobre a contestação do termo na comunidade de estudo dos jogos pela super-simplificação ou interpretação errônea. Indicam que por isso alguns pesquisadores usam termos diferentes para a sua própria prática. Termos paralelos continuam sendo usados e novos ainda estão sendo introduzidos como *productivity games*, *surveillance entertainment*, *funware*, *playful design*, *behavioral games*, *game layer* ou *applied gaming*. No entanto, segundo os autores, a gamificação sem dúvida conseguiu institucionalizar-se como o termo mais comum.

O uso do termo *serious game* também é controverso na literatura. Deterding et al. (2011) não consideram essa categoria pertencente a gamificação, já Kapp (2012) informa que é considerado um subconjunto específico do meta-conceito da gamificação. Este trabalho seguirá os conceitos de Kapp (2012) por ser mais abrangente e trazer a relação com as práticas educacionais, objeto deste trabalho. Portanto, o *serious game* será considerado aqui como uma das formas que a gamificação pode manifestar.

O *serious game* é um "jogo sério" projetado usando a mecânica e o pensamento do jogo para educar os indivíduos em um domínio de conteúdo específico. Existem jogos sérios para liderança, técnicas de vendas e outros tópicos de negócios, bem como para o ambiente *healthcare* (KAPP, 2012). Torres-Toukoumidis et al. (2018a) e Johnsen et al. (2018) definem o *serious game* ou jogos formativos como plataformas projetadas por meio de simulações baseadas em celulares, *tablets, softwares* e computadores, com princípios de multimídia e um propósito único e exclusivo. Sardi et al. (2017) destacam que são jogos projetados para fins não recreativos, focando, portanto, em áreas tão "sérias" quanto a economia, educação, saúde, indústria, militar e política, não estando ligada a diversão e entretenimento.

Bond et al. (2017), por sua vez, indicam que são projetados para entreter enquanto se obtém mudanças no conhecimento ou habilidades. De-Marcos et al. (2017) ressaltam que os jogos educativos são às vezes chamados de *serious game* contribuindo na aprendizagem, aquisição de conhecimento, compreensão de conteúdo e até na motivação e outros resultados afetivos. De-Marcos et al. (2016) indicam que é uma área mais ampla,

focada na criação de jogos para um objetivo principal que não seja puro entretenimento que pode ser educacional ou não. Já Fernandez et al. (2016) sugerem que o uso combinado de gamificação e aplicativos interativos (como simuladores de computador) em um contexto de aprendizado é chamado de *serious game*.

Seaborn e Fels (2014), indicam que o termo gamificação na educação também tem sido usada para se referir a aprendizagem baseada em jogos digitais, um outro termo epistemológico.

A aprendizagem baseada em jogos (GBL - *Games-Based Learning*) refere-se à aplicação de elementos de jogos – mecânicas, dinâmicas e contexto educativo com o objetivo de gerar conteúdo instrucional, influir na mudança de atitudes e comportamentos, intermediar a efetividade para melhorar a imersão e oferecer uma experiência mais concreta (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; WANG et al., 2015). A Aprendizagem Digital Baseada em Jogos (DGBL - *Digital Game-based Learning*) se desenvolve em princípios e mecanismos essenciais que articulam sua efetividade. Como princípios, destaca-se (PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018):

- Motivação intrínseca: parte da voluntariedade do jogador em participar e persuadir com o seu uso.
- Aprendizagem por meio do prazer: o participante controla suas ações e fica completamente absorvido com a tarefa que realiza.
- Autenticidade: preocupação com a natureza real da aprendizagem frente as formas mais artificiais e descontextualizada do ensino tradicional.
- Autonomia: estimula a exploração independente, especialmente o ecossistema que o rodeia, tais como habilidade técnica e artística, escrita, desenho, música.
- Aprendizagem experiencial: possibilidade de enfrentar situações que permita aprender fazendo.

Dessa forma, este trabalho trata o termo gamificação no sentindo mais amplo, incluindo todas as potenciais subcategorias e considera diferentes contextos de uso da terminologia com foco na perspectiva do usuário. Assim, conforme exemplo mencionado por Kapp (2012), colocar metas artificiais em itens como subir escadas como objetivo de chegar ao topo engajando o processo é um tipo de gamificação.

De fato, a fronteira entre “jogo” e “artefatos com elementos de jogos” muitas vezes corresponde a um limite tênue, empírico, subjetivo e social e depende das

percepções e representações das pessoas. Portanto, sugere-se não delimitar o termo gamificação para contextos de uso, propósitos ou cenários específicos (DETERDING et al. 2011).

O termo gamificação surgiu provavelmente em 2002 por Nick Pelling, um Programador e inventor britânico que criou uma série de jogos de computador na década de 1980 para a BBC Micro, a máquina usada pela maioria das escolas no Reino Unido na época. Ao utilizar o termo, Pelling fez referência ao uso de uma interface de usuário acelerada semelhante a um jogo no *design* de aplicativos para transações eletrônicas, a fim de torná-las mais agradáveis e rápidas (COCCOLI et al., 2015; MORRISON; DISALVO, 2014).

O trabalho de Deterding et al. (2011) indica que o primeiro uso da gamificação foi documentado em 2008, mas o termo não viu uma adoção generalizada antes do segundo semestre de 2010. Já no setor educativo, especialmente em ambiente *e-learning*, o uso da gamificação teve um incremento exponencial somente a partir de 2014 (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; SIMOES et al., 2013).

Apesar da divergência em alguns conceitos, é unânime que a gamificação é uma tendência em diversos setores, incluindo os negócios, saúde, políticas públicas, entretenimento, matemática, informática, ciências sociais, geografia e educação, incorporando-se rapidamente ao interesse acadêmico. É considerada também um esforço de *marketing* nas empresas mais importantes do mundo, sendo representada em mais de 70% delas ao final de 2014 (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a e 2018b; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018). Promovem com sucesso os negócios de marcas comerciais como um meio de apoiar o envolvimento do usuário e promover atividades, interação social e produtividade de ações (IBÁÑEZ et al., 2014).

A gamificação é possivelmente a ferramenta metodológica que mais atenção tem recebido e tem sido considerada a mais relevante para implantação da educação. Nos últimos anos tem-se percebido um aumento em revistas especializadas que apresentam a gamificação como o novo método chave da educação para fins escolares e particularmente empresariais. Seu objetivo principal é melhorar a motivação dos participantes, ampliar o processo de socialização, tornar a experiência de aprendizado mais envolvente e abordar a dinâmica de um determinado tópico ou assunto de ensino

(PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; BERNIK et al., 2019; DE-MARCOS et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2016).

A vinculação entre a gamificação e a educação, em especial nos contextos de *e-learning*, apesar de ser uma linha ainda em crescimento e em experimentação, é uma das mais promissoras no processo de ensino-aprendizagem. Entre os motivos dessa situação existe o vínculo estreito entre gamificação e computação e com sistemas de treinamento a distância. Essa relação tem sido analisada desde o desenho instrucional a arquitetura do ecossistema de aprendizagem, em que incluem a gamificação como elemento transversal (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; DE-MARCOS et al., 2017).

Podem ser projetados para resolver problemas complexos e reais de forma colaborativa, tornar o processo de aprendizagem mais eficiente, obter modelagem preditiva e visualização em tempo real e obter mais retenção de conhecimento em comparação com os métodos tradicionais (SLIMANI et al., 2018; DE-MARCOS et al., 2017).

Apesar do debate muitas vezes colorido em torno da gamificação, alguns detratores argumentam que o tema é explorador e permite acumular pontos em uma experiência de jogos sem razão compreensível (MORRISON; DISALVO, 2014). O estudo de Tenório et al. (2016) salientam que a competitividade, a pressão para vencer e o entretenimento poderiam obstar a aprendizagem por desmotivar o aluno e afastá-lo das atividades do curso.

Além disso, muitos educadores não se sentem motivados ao usar jogos no contexto educacional. Alguns teriam a visão de que seriam um empecilho a aprendizagem por provocarem alienação ou distração. Nesse sentido, “aplicar a gamificação sem entender como os *games* funcionam pode resultar em uma experiência bastante artificial, talvez até mesmo insignificante” (TENÓRIO et al., 2016).

Ibáñez et al. (2014) acrescentam que a concepção e a implantação de jogos digitais são caros em termos de tempo, esforço e dinheiro, principalmente devido à interface gráfica que eles exigem e a narrativa necessária para apoiá-los. Slootmaker et al. (2014) colaboram informando que as plataformas existentes para o desenvolvimento de *e-learning* baseado em jogos geralmente não são fáceis de usar ou são muito rígidas.

Assim, pode-se concluir que a gamificação é útil em muitos casos, mas não em todos e nem para um único caso (SILVA, 2018). Fato é que a propagação cada vez mais

rápida das tecnologias sofisticadas em todas as facetas da sociedade está causando mudanças significativas, incluindo os sistemas que devem ser estruturados para preparar os alunos efetivamente para a vida e o trabalho no século XXI (SCOULAR et al., 2017; SARDI et al., 2017). Novas metodologias, técnicas e ferramentas precisam ser incorporadas no ensino-aprendizagem para estimular a formação de alunos e profissionais nessa nova era da informação, sendo a gamificação, sem dúvida alguma, uma dessas possibilidades.

1.3.3 Exemplos de Gamificação

As aplicações da gamificação são variadas e o objetivo aqui não é abordar todas elas e sim exemplificar algumas de forma a dar um panorama geral do seu uso e facilitar o entendimento dos conceitos anteriormente explorados.

Alguns exemplos de gamificação são apresentados no trabalho de Blohm e Leimeister (2013):

- NikeFuel é o combustível da comunidade Nike +.[1] Essa comunidade fez dois milhões de usuários queimarem mais de 68 bilhões de calorias e isso se prolifera a cada quilômetro. A plataforma permite que os usuários visualizem seu progresso, comparem seu desempenho com o de outros e obtenham diferentes níveis de *status* que refletem seu potencial. Para cumprir metas específicas, os usuários recebem *badges* (medalhas) que podem ser compartilhados nas redes sociais, como atividades de sucesso e ser exibidos em uma sala de troféus virtual. Assim, a Nike transformou os esportes de resistência em um "jogo" *design*.
- Carwings[2] é um aplicativo de *smartphone* para o carro elétrico da Nissan que tenta encorajar uma maneira ecológica de dirigir a fim de aumentar o alcance limitado do veículo.

[1] Nike. Disponível em: <http://www.nikeplus.com/plus/>. Acesso em: 07 set. 2020
[2] Carwings. Disponível em: <https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/carwings-remote-control-car-app.html>. Acesso em: 07 set. 2020

- Level Eleven[3] oferece *plug-ins* de gamificação para orientar os vendedores salesforce.com.

O aplicativo de GPS *(Global Positioning System)* Waze[4] também utiliza um sistema gamificado para oferecer um melhor serviço para seus usuários. Além de informar o melhor caminho para os endereços, fornece informações sobre trânsito, engarrafamento, radares, acidentes em tempo real, dentre outros. Trata-se de uma comunidade global de mais de 115 milhões de pessoas, comprometido com o bem-estar da sociedade. Os usuários são incentivados a fornecer informações por meio de uma competição social com pontos e *rankings* de liderança (SILVA, 2018).

O *My Starbucks Rewards*[5], por meio da gamificação, permitem que os clientes ganhem estrelas em todas as compras, após registro no programa. Assim, depois de acumulados podem ser trocados por bebidas e alimentos gratuitos. O programa tem três níveis que os usuários podem atingir pelo seu grau de fidelidade: Nível boas-vindas, Nível *Green* e Nível *Gold*.

Os programas de milhagem oferecidos pelas principais companhias aéreas também representam um exemplo típico de gamificação (IBÁÑEZ et al., 2014).

A gamificação também pode ser vista em aplicativos de meditação, como o *lojong*[6] que fornece práticas de meditações guiadas, vídeos explicativos e *timer* customizado que ajudam no treinamento de hábitos mentais saudáveis que refletem na relação corpo-mente. O *app* gamificado avança em fases e níveis à medida que é utilizado. Ao avançar nas fases, também é possível desbloquear os conteúdos para as práticas das sessões.

Os efeitos da gamificação nas redes sociais também são exemplos típicos. Não é de surpreender que o site social *Foursquare*[7], que implementa a mecânica de gamificação, tenha sido amplamente utilizado como campo de teste para analisar a influência dos elementos e da dinâmica do jogo na rede social (DE-MARCOS et al., 2017). Nesta rede as pessoas buscam informações sobre localidades nas diversas regiões

---

[3] Level Eleven. Disponível em: < http://www.leveleleven.com>. Acesso em: 07 set. 2020
[4] Waze. Disponível em: <http://www.waze.com>. Acesso em: 07 set. 2020
[5] Starbucks. Disponível em: <https://www.starbucks.com.br/rewards>. Acesso em: 07 set. 2020
[6] Lojong. Disponível em: <https://lojong.com.br/app/>. Acesso em: 07 set. 2020
[7] Foursquare. Disponível em: <https://pt.foursquare.com/>. Acesso em: 07 set. 2020

do mundo. A reputação de restaurante, evento ou loja são avaliados pelos usuários e serve de comparação para outras pessoas.

Na academia e gestão de pessoas, a Stellantis em parceria com o ISVOR (Educação Corporativa e Consultoria do grupo) conseguiu estimular sua rede de concessionárias e seus respectivos profissionais a se manterem atualizados, através de um programa gamificado, o *Game of Talents*[8], que tem como objetivo promover a formação e o autodesenvolvimento da equipe de forma a influenciar nos resultados dos negócios.

Ainda na academia, o *ResearchGate*[9] se destaca por conectar a comunidade científica com acesso a mais de 135 milhões de páginas de publicação e encontrar trabalhos, conforme o que está acontecendo em sua área. A cada interação com pesquisa compartilhada, artigos visualizados e outras formas, são concedidas recompensas nos mais diversos formatos (SILVA, 2018).

O PMI-MG (*Project Management Institute*), uma associação sem fins lucrativos permanentemente dedicada ao fomento da efetiva aplicação da ciência e das práticas de Gerenciamento de Projetos em sua área de atuação – o Estado de Minas Gerais, também utilizou um programa de gamificação, o *Game* PMI-MG – Prelúdio[10], para premiar os cinco filiados mais ativos nos eventos da diretoria em 2020. Como recompensa cada um ganharia uma cortesia para participar do congresso do instituto. A participação nos eventos, curtidas e compartilhamento das publicações de divulgação, ouvir os *podcasts* e responder às pesquisas de satisfação dos eventos forneciam pontos. A pontuação e organização do *ranking* foi divulgada mês a mês para estimular a competição.

O Duolingo[11], uma plataforma para o ensino de línguas estrangeiras, também se configura em um ambiente gamificado. O aplicativo permite ganhar moedas virtuais, desbloquear novos níveis, receber *feedbacks*, participar de uma competição social e acompanhar a pontuação de fluência à medida que se aprende novas palavras, frases e gramáticas.

---

[8] Game of Talents. Disponível em: <https://gameoftalents.fiat.com.br/>. Acesso em: 07 set. 2020

[9] ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em: 07 set. 2020

[10] Game PMI-MG – Prelúdio. Disponível em: <http://pmimg.org.br/blog/game-pmi-mg-preludio/>. Acesso em: 07 set. 2020.

[11] Duolingo. Disponível em: <https://pt.duolingo.com/>. Acesso em: 07 set. 2020

Estes exemplos mostram que a gamificação pode ser usada em diversas áreas de conhecimento e para diferentes aplicações, seja para o incentivo de prática esportiva, no trânsito, para a saúde e mente, programas de milhagem, redes sociais e sem dúvida, na educação. Os exemplos da gamificação na educação *on-line* são apresentados como resultado deste trabalho por meio da associação com a Indústria 4.0.

1.3.4 Tipos de jogadores

Os jogadores dentro dos jogos são capazes de incorporar um papel autêntico e livre, que os ajuda a ver a si mesmos e uns aos outros, como mais do que apenas estudantes (JACKSON et al., 2018; HAMDAOUI et al., 2015). Aprendem não somente as regras do jogo, mas também como dominá-las, experimentá-las e explorá-las, aprimorando as habilidades para atingir os objetivos do jogo (DE-MARCOS et al., 2017; CALLAGHAN, 2016).

Além disso, muitos jogos eficazes permitem e incentivam a comunicação entre os jogadores, seja durante o jogo, como em jogos *multiplayer* ou em equipe, ou em sessões de reflexão baseadas em classes. Essa interação com outros participantes fornece aos jogadores uma forma de consolidar o conhecimento e fomentar habilidades como resolução de problemas e pensamento crítico (JACKSON et al., 2018).

Os pesquisadores estão explorando o potencial de empregar modelos de tipo de jogador para melhorar e personalizar aplicações gamificadas (LOPEZ; TUCKER, 2019). Um dos principais modelos foi apresentado por Bartle (2004) que sugeriu quatro diferentes tipos de jogadores: (i) conquistadores/empreendedores, (ii) exploradores, (iii) socializadores e (iv) predadores/*killers*.

Conforme Zichermann e Cunningham (2011) e Silva (2018), essas quatro personalidades são encontradas dentro do contexto do jogo com as seguintes características:

- Conquistadores/empreendedores: Conduzem uma grande quantidade de projetos, serviços e marcas. Buscam constantes vitórias e são motivados pela realização de todas as atividades do jogo. Para este perfil, perder um jogo é bastante desmotivador.

- Exploradores: Gostam de sair pelo mundo a fim de trazer coisas de volta para a sua comunidade. Possuem o perfil associado a encontrar novos conteúdos e descobrir as possibilidades do ambiente.
- Socializadores: Possuem interesse na interação e experiência social. Não estão interessados com o jogo em si ou ganhar e sim cooperar por meio de trabalho em equipe.
- Predadores/*killers*: Constituem a menor representatividade de todos os tipos de jogadores, porém são importantes de entender. São similares aos conquistadores/empreendedores quanto ao desejo da vitória, no entanto, vencer não é suficiente, pois além de vencer, este perfil deseja que o outro perca e expresse uma admiração/respeito por eles.

Outras tipologias têm sido apresentadas quanto ao perfil de jogadores em sistemas gamificados. Em destaque o de Marczewski (2015) que traz seis perfis de jogadores, (i) filantropos, (ii) disruptores, (iii) socializadores, (iv) espíritos livres, (v) empreendedores e (vi) jogadores, com os seguintes atributos:

- Filantropos são motivados por propósito e significado. Este grupo é altruísta, querem colaborar e enriquecer a vida dos outros de alguma forma, sem expectativa de recompensa.
- Disruptores são motivados pela mudança. Em geral, desejam interromper seu sistema, diretamente ou por meio de outros usuários, para forçar mudanças positivas ou negativas.
- Socializadores são motivados por relacionamentos. Querem interagir com outras pessoas e criar conexões sociais.
- Espíritos livres são motivados pela autonomia e autoexpressão. Querem criar e explorar experiências.
- Empreendedores são motivados pelo domínio. Procuram aprender coisas novas e se aprimorar. Buscam por desafios a serem superados.
- Jogadores são motivados por recompensas. Farão o que for necessário para receber recompensas de um sistema.

O intuito aqui não foi explorar todos os tipos de jogadores existentes na literatura acadêmica e sim destacar que alguns elementos de jogos podem ser percebidos como positivos por um grupo de indivíduos, embora ao mesmo tempo percebidos como

negativos por outros grupos, conforme exposto por Lopez e Tucker (2019). Além disso, esses perfis não se manifestam de forma isolada e usuários de sistemas gamificados apresentam um pouco de cada uma dessas categorias (SILVA, 2018).

Por esse motivo, bons sistemas precisam oferecer elementos que contribuam e estimulem esses perfis (SILVA, 2018). Apesar da dificuldade de criar sistemas balanceados a todos os tipos de usuários, Marczewski (2015) sugere que sejam projetados de forma a torná-lo social, proporcione algum significado e ofereça liberdade. Em seguida, seja integrado com algum tipo de recompensa (pontos, medalhas, etc). Dessa forma, é possível estimular as pessoas intrinsecamente motivadas e atender os perfis que estejam em busca de recompensas.

2- METODOLOGIA

A etapa metodológica de uma pesquisa é importante em um trabalho, pois nela são definidos os meios pelos quais serão buscadas e obtidas as respostas aos problemas que ocorrem nas mais variadas áreas de conhecimento. Esta etapa também é responsável pelos métodos utilizados para coletar, processar e analisar os dados, de modo a garantir a obtenção de resultados aplicáveis e reais (STENDER, 2016).

A abordagem desta pesquisa pode ser classificada com cunho qualitativo. A classificação qualitativa é em função do uso de pesquisa à literatura existente por meio de uma revisão sistemática para obter o conteúdo desejado e a discussão de fenômenos. Essa abordagem é fundamentada em dados bibliométricos utilizados para composição dos resultados.

No que diz respeito a natureza da pesquisa, esta é considerada pesquisa básica com dados quantitativos, pois gera conhecimentos novos para o avanço da ciência sem uma aplicação prática prevista. Portanto, é considerada uma pesquisa teórica. Considerando os objetivos do estudo, trata-se de uma pesquisa exploratória, envolvendo levantamento bibliográfico, análise de exemplos e pesquisa de estudos aplicados. Tudo isso com o objetivo de obter maior familiaridade com a situação-problema.

A elaboração deste trabalho foi dividida em etapas que pudessem responder as questões de pesquisa, atender aos objetivos do trabalho e apresentar os resultados esperados para composição do estudo, conforme apresentado pela Figura 3.

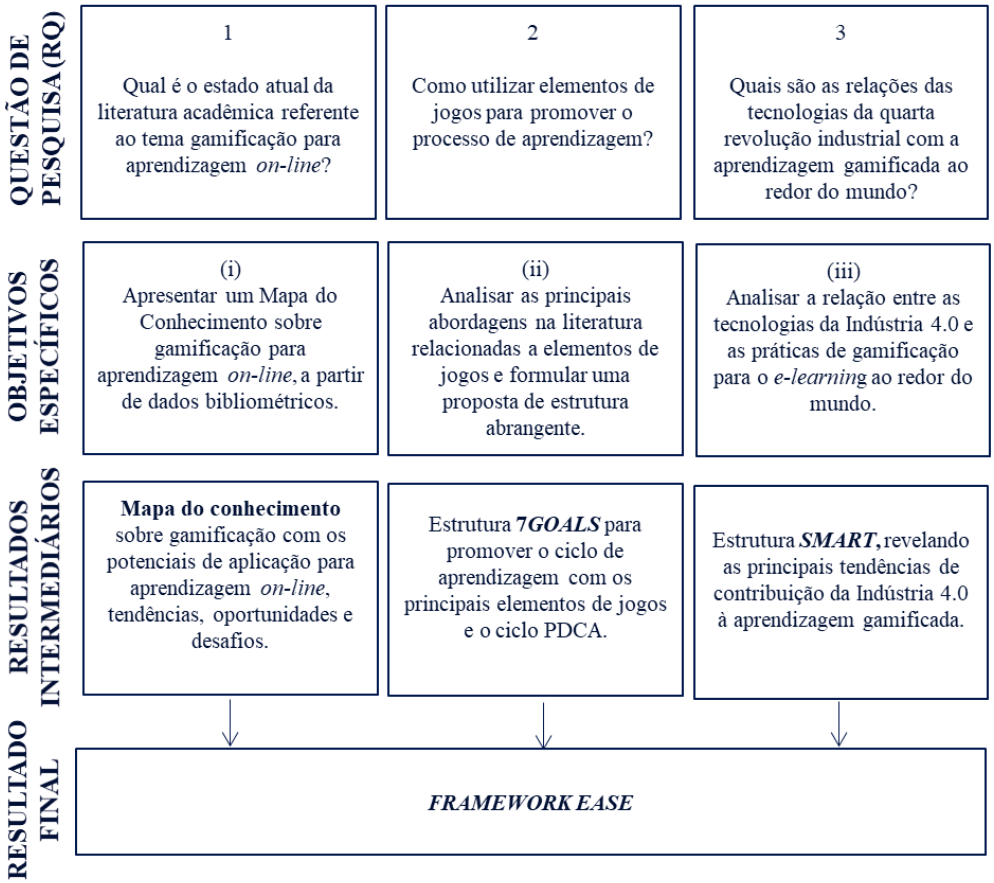


Figura 3 - Estrutura do estudo
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Em relação aos métodos utilizados para desenvolvimento dos resultados e atendimento aos requisitos do trabalho foi estabelecido o seguinte formato:

- Estrutura comum: composta por uma revisão sistemática da literatura, contemplando a coleta de dados e definição dos critérios para composição do estado da arte.
- Especificidades Mapa do Conhecimento: constituída por uma análise qualitativa sobre gamificação em categorias: tendências de publicação, perfil de interesse dos artigos, método de pesquisa, domínio do conhecimento, nível educacional dos alunos, desafios e oportunidades de aplicação.
- Especificidades 7*GOALS*: formada pela análise qualitativa dos dados, conceitos adaptados da metodologia WCM e ciclo PDCA.

- Especificidades *SMART*: formada por critérios para seleção das *keywords* das tecnologias da Indústria 4.0, análise qualitativa e estruturação dos dados em conjuntos de meta-análises com formatação condicional por cores, conforme domínio de conhecimento, nível educacional, ano de publicação e país de aplicação.
- Especificidades *EASE*: estabelecida pelo Modelo IPO (*Input-Process-Output*) que reflete todo o desenvolvimento deste trabalho com discussão e reflexão do assunto.

A Figura 4 a seguir demonstra o formato metodológico utilizado.

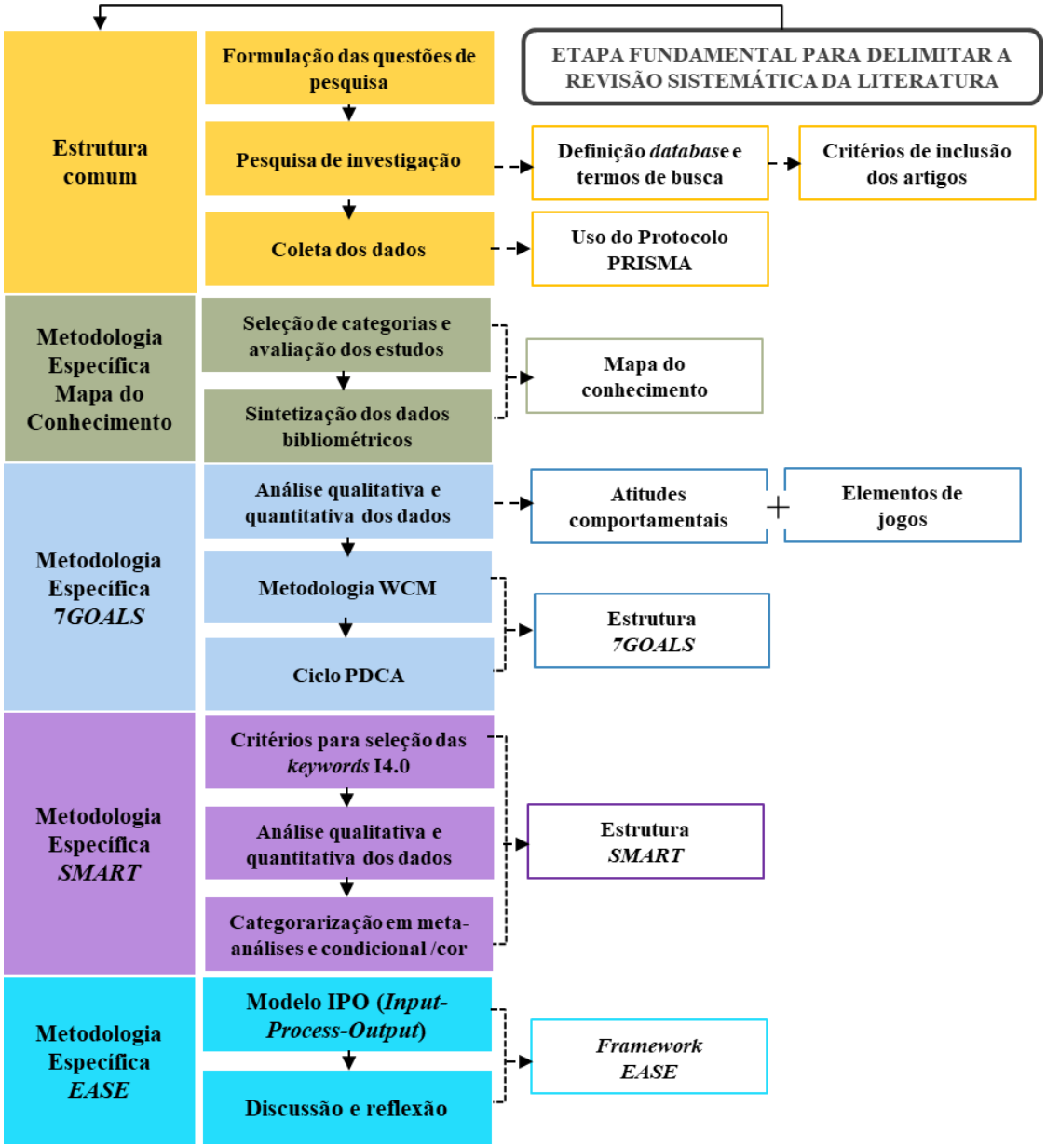


Figura 4 – Fluxo metodológico da pesquisa
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Os rigores técnicos e teóricos para realização dessas etapas são apresentados a seguir.

2.1 Estrutura comum

A elaboração desta tese foi realizada especialmente por uma revisão sistemática da literatura que permeou todas as fases do trabalho para embasamento teórico de construção.

Optou-se em recolher os dados mediante uma revisão sistemática por se tratar de uma investigação científica que possibilita reunir trabalhos relevantes de questão de pesquisa formuladas e obter informações objetivas, sistemáticas e imparciais do tema de interesse (AKMAL et al., 2020; SARDI et al., 2017; LEIRAS et al., 2014). Ainda, permite identificar, avaliar e fornecer uma síntese abrangente e coerente dos estudos disponíveis em relação a uma área de pesquisa específica (SARDI et al., 2017). Outro mais, é conhecido como uma maneira útil de conduzir revisões qualitativas da literatura de forma estruturada e reproduzível (LEIRAS et al., 2014).

Para composição dessa fase alguns passos foram estabelecidos: pesquisa de investigação com a definição da base de dados, termos de busca para pesquisa e coleta dos dados, conforme apresentado adiante.

2.1.1 Pesquisa de investigação

O método de pesquisa aqui adotado consistiu em duas etapas: a primeira estabeleceu a revisão sistemática da literatura por meio dos critérios de seleção vinculados ao referencial teórico e a segunda etapa implicou na análise de conteúdo dos artigos tidos como mais representativos da área pesquisada.

Em um segundo momento, após a revisão sistemática da literatura, foi realizada a análise de conteúdo para classificar e apresentar os artigos. A análise de conteúdo permite aos investigadores selecionar, filtrar e resumir volumes de dados para sua análise. Esta técnica facilita a inferência objetiva e sistemática, o que permite a identificação das características relevantes de um determinado assunto, especialmente aqueles isolados por vários investigadores (GAO, 1996). Difere-se de outros métodos de revisão, pois busca superar possíveis vieses em cada uma das etapas, seguindo um método rigoroso de busca e seleção de pesquisas; avaliação de relevância e validade dos estudos encontrados;

coleta, síntese e interpretação dos dados oriundos de pesquisa (SOUZA et al., 2010). Para tanto, realizou-se a leitura completa de todos os trabalhos encontrados, além da avaliação se os mesmos possuíam o conteúdo integral disponíveis nas bases e se estavam em inglês ou espanhol por serem línguas universais.

Dessa forma, optou-se em recolher os dados exclusivamente a partir de bases *on-line*, uma vez que bases de dados *on-line* são ferramentas importantes na seleção de artigos de revistas científicas (ROWLEY; SLACK, 2004), e acadêmicos e profissionais geralmente usam essas bases para coletar dados de pesquisa, assim como divulgar novos resultados de investigação (REIS, 2013).

Foi escolhida a base de dados *Web of Science*, por meio de assinatura junto à *Thomson Reuters Scientific*, por disponibilizar várias revistas científicas abrangentes para muitas disciplinas acadêmicas. Contudo, sabe-se que outras bases poderiam apresentar conteúdos relevantes neste estudo.

Os critérios de inclusão definidos para a seleção foram artigos indexados no referido banco de dados de forma atemporal, isto é, não foi limitado o tempo da pesquisa que ocorreu até dezembro/2019. Para selecionar os artigos, uma pesquisa avançada foi realizada utilizando a expressão boolena “AND” que combinou palavras-chave para melhores resultados específicos. A definição das palavras-chave no processo de elaboração de um projeto de pesquisa é importante para cumprir com os requisitos necessários ao embasamento teórico e fortalecer os dados discutidos (STENDER, 2016). Várias palavras foram combinadas antes de se chegar aos filtros apresentados. Contudo, os critérios de escolha foram aqueles que resultaram em um maior número de artigos relevantes para o embasamento teórico.

O escopo dessa revisão foi limitado a artigos científicos pesquisados em todas as ciências, em função da relevância acadêmica, da multidisciplinaridade do tema, acessibilidade e facilidade nos achados.

Diante disso, o processo de investigação para revisão sistemática incluiu o termo *game*, e-learn** e *education or teaching* no tópico da pesquisa básica, separados através da booleana “*AND*”. O processo de investigação incluiu o termo *game* no seu sentido mais amplo, já que os elementos de jogos são os componentes básicos da gamificação. Ainda foi interesse a aprendizagem *on-line* e artigos com foco no campo educacional / ensino. O tópico da pesquisa utilizado investiga o termo indicado no título, resumo,

palavras-chave do autor e *Keywords Plus*. O uso do caracter (*) permite encontrar formas no plural e palavras flexionadas, além disso a separação pelo operador "*AND*" é usado para informar dois ou mais termos adjacentes no campo pesquisado, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Pesquisa dos dados

Escopo	**Tópico**
Gamificação	(*game**) AND
Educação *on-line*	(*e-learn**) AND
Educação ou ensino	(*education or teaching*) AND
Tempo estipulado	Todos os anos (1945-2019)

Fonte: Elaboração Própria (2020)

2.1.2 Coleta dos dados

As etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do protocolo PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* – sugerido por Moher et al. (2009) foram utilizados como critério metodológico para seleção dos artigos do estado da arte.

O PRISMA foi criado em 2005 em Ottawa, Canadá por 29 participantes, incluindo autores de revisão, metodologistas entre outros profissionais da área da saúde (MOHER et al. 2009). É amplamente empregado em revisões sistemáticas (KEAN et al., 2021; SANTOS et al., 2020; VIEIRA, 2019; NOSALSKA et al., 2019; SARDI et al., 2017; ZAFAR et al., 2014) e em função de sua notoriedade para embasamento teórico de um trabalho (KEAN et al. 2021; VIEIRA, 2019) foi incoporado no fluxo desta pesquisa, conforme Figura 5.

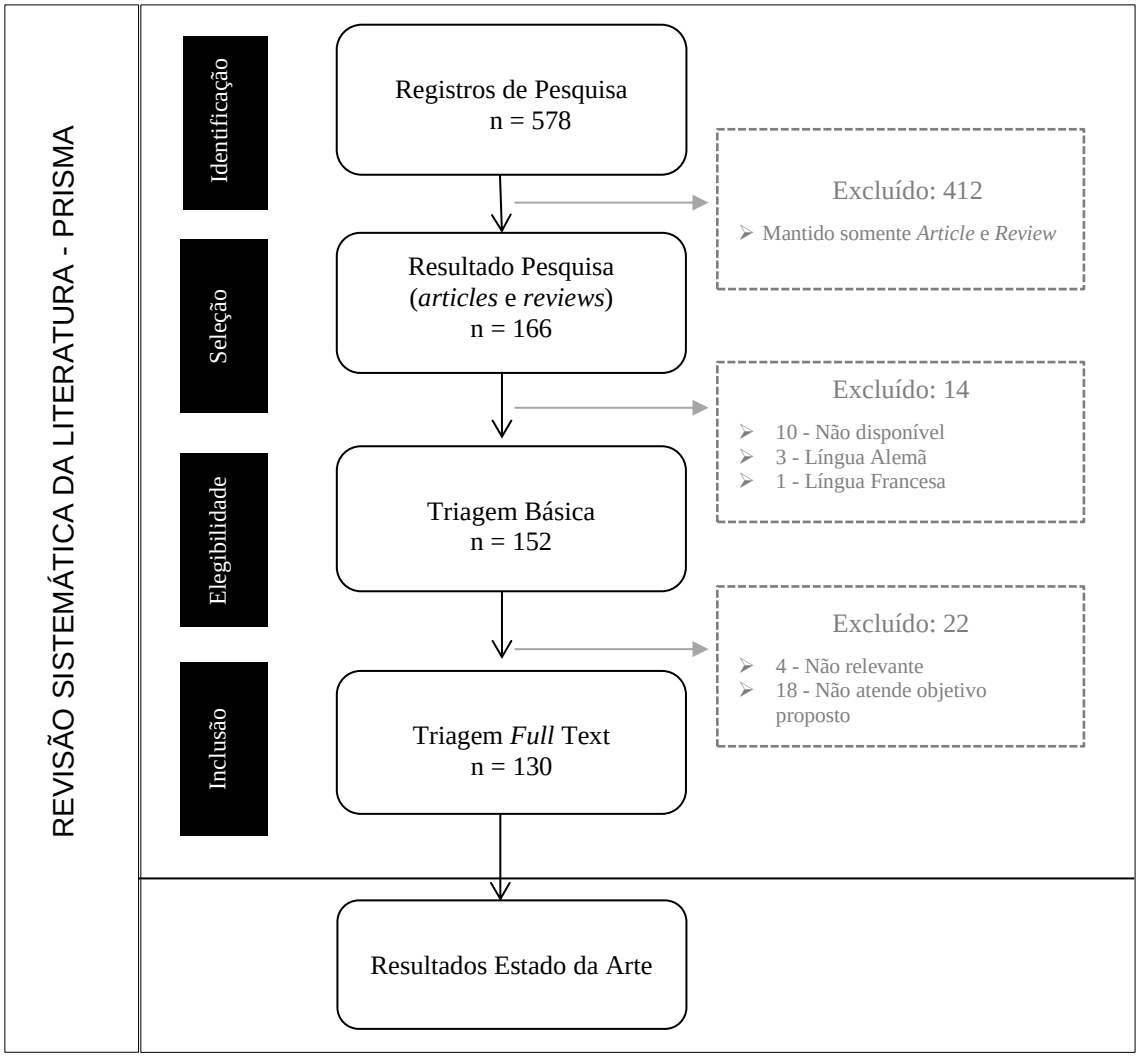


Figura 5 - PRISMA *flow*
Fonte: Elaboração Própria (2021) e baseado em (SANTOS et al., 2020; MOHER et al. 2009)

O resultado da busca dos dados contemplou 578 artigos indexados na *Web of Science* até dezembro/2019, considerando todas as áreas de pesquisa. Após a classificação dos documentos como *Article* e *Review*, foram obtidos 166 artigos. Posteriormente, foi realizada uma seleção dos que atendiam ao objetivo proposto neste trabalho e que possuíam o seu conteúdo total disponível. Nesta etapa foram descartados 10 (dez) artigos que não tinham o seu conteúdo total disponível e 04 (quatro) que estavam na língua Alemã ou Francesa. Em seguida, por meio da leitura na íntegra foram mantidos 130 (cento e trinta) estudos que respondiam ao objetivo proposto.

Após a seleção dos artigos os dados foram clusterizados, identificados e selecionados para atingir os objetivos deste trabalho e para apresentar os resultados conclusivos oriundos da revisão sistemática da literatura.

2.2 Especificidades metodológicas do Mapa do Conhecimento

A fim de responder a RQ1 e atender ao objetivo (i) foi realizada uma análise na íntegra dos conteúdos dos artigos selecionados por meio de uma investigação qualitativa dos dados. Nesse sentido, verificou-se, na literatura científica, as informações partilhadas por vários autores, que os tornam iguais, bem como as informações aplicadas em diferentes cenários e/ou características que os distiguem.

Para tanto, foi feita uma leitura na íntegra dos 130 artigos obtidos pela revisão sistemática e os dados foram categorizados, conforme a seguir:

A. **Tendências de publicação:** ano de publicação, principais indexações, áreas de pesquisa e regiões de aplicação dos artigos. Revisão da literatura ou proposta de solução que não tiveram aplicação em um país específico foram contabilizados como NA (*Not Applicable*).
B. **Perfil de interesse dos artigos:** atores da sociedade que se relacionam com a gamificação no processo de aprendizagem:
    i. Aluno com foco em sua necessidade e aprendizagem.
    ii. Professor como meio para melhorar o ensino.
    iii. Aluno e professor simultaneamente dando enfoque tanto ao processo de ensino quanto ao de aprendizagem.
    iv. Profissionais a fim de aperfeiçoar a formação profissional no exercício da função.
C. **Método de pesquisa:** os artigos foram classificados como conceituais e analíticos, conforme sugerido por Santos et al. (2020), Leiras et al. (2014) e Natarajarathinam e Narayanan (2009). Os autores indicam que trabalhos conceituais são ditos como teóricos e não envolvem uma modelagem ou estudo de caso para sua concepção. Os trabalhos de revisão da literatura são adicionalmente classificados como conceituais. Já os estudos analíticos

contemplam coleta e avaliação de dados, observações, estudos de caso, opiniões, entrevistas, questionários ou simulações computacionais e matemáticas.

D. **Domínio de conhecimento**: domínio de aplicação dos artigos nas ciências. Para esta classificação foram definidos 7 (sete) domínios:

   v. Saúde e Bem-estar: englobou artigos da área da Saúde, Medicina, Enfermagem, Práticas Clínicas ou Bem-Estar de uma forma geral.

   vi. Ciências Exatas: reuniu artigos de Engenharia, Matemática, Física, Tecnologia da Informação, Química, Ciência de Computadores, dentre outros.

   vii. Gestão e Carreira: contemplou artigos que tratam a preparação dos profissionais para atuação na indústria, Gestão de Empresas, escritórios, além de treinamentos profissionais.

   viii. Ciências das Redes: incluiu artigos de Rede Social, Redes de Telecomunicações, Redes de Computadores.

   ix. Ciências Humanas: contemplou artigos com aplicação na História, Geografia, Filosofia, Sociologia, Turismo, Direito, Administração.

   x. Ciências Biológicas: englobou artigos que tratam a Biologia, Genética, Zoologia, Agronegócio, Sustentabilidade.

   xi. Linguagens, Cognição e Comportamento: reuniu artigos de Arte, Teatro, Música, Língua Estrangeira, Educação Física, Memória, Raciocínio, Pensamento e Aprendizado.

E. **Nível Educacional**: modalidade do sistema educacional que classifica o estágio de formação do indivíduo. Aqui foram definidos 3 (três) níveis para facilitar as análises. Os artigos que não estiveram contemplados nesses níveis foram categorizados como Educação Geral, conforme a seguir:

   i. Educação Superior*:* reuniu artigos com aplicação para estudantes de graduação, pós-graduação, especialização, mestrado e doutorado.

ii. Educação Profissional: incluiu artigos com aplicações para o público de empresas ou formação complementar para profissionais no exercício da função.

iii. Educação Básica: englobou a prática do conhecimento para crianças e jovens, desde a educação primária ou elementar, até a secundária ou educação média.

iv. Educação Geral: abrangeu artigos que não especificaram a modalidade e cujo interesse foram alunos de uma forma geral.

Os estudos foram avaliados de acordo com as categorias e critérios supracitados. O processo de categorização foi baseado no conhecimento e embasamento acadêmico para garantir a qualidade e confiabilidade dos dados. Para evitar a subjetividade e desvios de classificação foram feitas várias rodadas entre os autores para discutir as atribuições de cada categoria, como sugerido por Leiras et al. (2021). As decisões que pudessem ser ambíguas foram exaustivamente analisadas em conjunto, antes da classificação final. A análise do conteúdo foi realizada em cada artigo e os dados foram computados por meio de planilhas que pudessem em seguida gerar os resultados em representações gráficas.

Baseado na categorização dos estudos e avaliação do conteúdo, um Mapa do Conhecimento foi construído com a apresentação dos dados em um cálculo percentual.

2.3 Especificidades metodológicas 7*GOALS*

Para responder a RQ2 e atender ao objetivo (ii) foi realizada uma análise na íntegra dos conteúdos dos artigos selecionados para identificar como as atitudes comportamentais e os elementos de jogos se relacionam na literatura. Nesta etapa, os dados foram computados por meio de metanálises e de forma inclusiva, permitindo que um artigo englobasse vários elementos e / ou atitudes. Os dados foram organizados em tabelas e formatação condicional por cores para identificar possíveis relações. O diagrama de *Venn*, comumente usado em Matemática, também foi utilizado para simbolizar graficamente as associações.

A partir dessa análise, os elementos de jogos que efetivamente promovem atitudes comportamentais e garantem a qualidade do processo de aprendizagem foram

estruturados e organizados em uma sequência de etapas para apoiar estratégias de *design* gamificados.

Nesta fase, os elementos de jogos associados com as atitudes comportamentais foram classificados como *7GOALS* (*Gamified Oriented Active Learning Steps*) e apresentados por uma estrutura que utilizou, de forma adaptada, conceitos da metodologia WCM (*World Class Manufacturing*) e do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

A metodologia WCM apresenta um conjunto de princípios, procedimentos e técnicas de gestão, voltadas para reduzir perdas e desperdícios visando promover a excelência dos processos produtivos (SILVA et al., 2019; DJOKIC, 2013). Apesar de desenvolvida e consolidada em ambientes de manufatura, essa metodologia também pode ser aplicada em outras áreas. A metodologia WCM utiliza 7 *steps* ("7 *Steps Problem Solving*"), permitindo sua evolução *step by step* (SVRZIĆ; DANON, 2014).

Na abordagem dos "7 *Steps Problem Solving*", o primeiro *step* identifica o fenômeno do problema; o segundo *step* estuda o sistema e classifica os problemas de acordo com seu fator de impacto; o terceiro define os objetivos e formas para encontrar solução ao mesmo; o quarto analisa a causa raiz; o quinto *step* visa aplicar contramedidas com implementação de ações para atacar as causas raízes anteriormente definidas; o sexto *step* checa os resultados; e o sétimo expande para que haja a melhoria contínua (SVRZIĆ; DANON, 2014).

O ciclo PDCA foi utilizado de forma complementar já que corresponde a um método comumente utilizado nos ambientes para melhoria contínua dos processos abrangendo quatro etapas: *Plan – Do – Check – Act* (NOVICKÁ et al., 2016). Essas etapas são uma abordagem amplamente utilizada em campos distintos, incluindo *e-learning* (HASAN et al., 2020; VYT, 2019). O ciclo PDCA, um dos modelos de sistema de gerenciamento de qualidade mais populares do mundo, foi aqui utilizado para fornecer uma metodologia sólida, a fim de apoiar as ações planejadas para atingir os objetivos de aprendizagem (PASTRANA; MANABAT, 2014).

É uma ferramenta de gestão aplicada para garantir a melhoria contínua dos produtos e processos de uma empresa (CHEN et al., 2020). Leva a ações sistemáticas que aceleram a obtenção de melhores resultados e garantem o crescimento das organizações. Assim, a fase P (*Plan*) consiste em definir o que se deseja, estabelecendo objetivos e atividades para alcançá-lo. A fase D (*Do*) é caracterizada pela execução do que foi

planejado para implementar as ações necessárias. A fase C (C*heck*) envolve o monitoramento do processo e a verificação de quais objetivos foram alcançados. Por fim, a fase A (*Act*) refere-se à busca da melhoria contínua até atingir um excelente padrão ou os resultados esperados (PACHECO et al., 2012).

Ao final, o *7GOALS* associado ao ciclo PDCA é apresentado para garantir a melhoria contínua do processo de aprendizagem e estruturar todas as etapas sequenciais para promover este processo.

2.4 Especificidades metodológicas *SMART*

Nesta etapa do estudo, a fim de mapear a relação das tecnologias I4.0 na aplicação da gamificação no *e-learning* e responder a RQ3, bem como atender ao objetivo (iii), buscou-se em variadas bases de dados *on-line*, as principais tecnologias-chave da Indústria 4.0 utilizadas em áreas interdisciplinares de forma a obter um conteúdo abrangente da pesquisa. Várias palavras foram combinadas para busca dos artigos. Não houve limitação do tempo de pesquisa, critérios sistemáticos ou bases específicas. Contudo, os critérios de escolha foram aqueles que resultassem em trabalhos relevantes.

Ao estudar as classificações das tecnologias I4.0, verificou-se a necessidade de estabelecer um nível mais baixo de granularidade das tecnologias habilitadas, a fim de alcançar um mapeamento significativo (MABKHOT et al., 2021). Para tanto, foi definido um conjunto de *keywords* que representasse cada tecnologia I4.0. O processo de definição dessas *keywords* foi baseada em revisão e identificação dos artigos selecionados, além de validação por um professor Doutor especialista no tema membro do corpo docente do CEFET/RJ.

Em um segundo momento, após definição das *keywords* I4.0, foi realizado um mapeamento destas palavras nos 130 artigos obtidos pelo protocolo PRISMA, descritas no item 2.1 deste trabalho, a fim de averiguar a sua ocorrência. A busca foi realizada pelo comando do *Adobe Systems* com as palavras em inglês e seu respectivo correspondente em espanhol. Todos os dados foram computados, exceto aqueles que apareciam apenas na descrição do autor ou nas referências do artigo. Posteriormente, foi realizada uma investigação para verificar se as palavras apresentadas nos artigos correspondiam ao conceito estabelecido para tecnologia I4.0.

Além disso, foi realizada uma análise de conteúdo dos artigos selecionados pelo PRISMA, de forma a estabelecer a relação com as tecnologias, classificando-os de acordo com o domínio de conhecimento, nível educacional dos alunos, ano e país de aplicação.

Nesta fase de análise de conteúdo, os dados foram clusterizados de acordo com o conteúdo apresentado para que um conjunto de meta-análises e subconjuntos fossem utilizados com formatação condicional por cores para fazer a relação dessas classificações com a Indústria 4.0. Os dados foram computados de forma inclusiva, permitindo que um artigo englobasse várias tecnologias. Portanto, o somatório das relações não tem o intuito de contabilizar 100%. Ainda, a condicional por cores foi realizada em cada linha correspondente, a fim de viabilizar as análises. O resultado completo do mapeamento é apresentado por meio da estrutura *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological)* que simboliza todas essas etapas.

2.5 Especificidades metodológicas *EASE*

Para responder a RQ4, esta etapa foi baseada no modelo IPO (*Input-Process-Output*), um método clássico que identifica as entradas, saídas e tarefas de processamento necessárias para transformar insumos em produtos e obter um efeito integrador sistemático (CHEN et al., 2018). O modelo IPO oferece uma representação visual da integração que ocorre das entradas às saídas e permite sintetizar *insights* oriundos de revisões da literatura por meio da integração dos conceitos (BUGIN et al., 2021).

Assim, o IPO foi aqui utilizado para representar e condensar de forma visual os principais resultados da tese e integrar sistematicamente os conceitos oriundos do estado da arte para aplicação da gamificação em ambientes educacionais *on-line*. Os *inputs* desse modelo foram baseados em fatores ou pressões externas ao setor educacional que influenciam e impactam diretamente os avanços da educação. São eles: fatores tecnológicos, social, legal, político, estrutural, econômico e cultural. Estes fatores não são únicos e/ou exclusivos, o que faz com que outras variantes também influenciem a entrada deste processo.

As tarefas de processamento – *process* – incluíram o papel do professor para planejar e estruturar o ambiente por meio do *7GOALS* e uso de tecnologias da Indústria 4.0 representadas na proposta *SMART*. Ainda, contemplou o aluno como protagonista do

processo, estimulado por atitudes comportamentais, como motivação, satisfação e engajamento, a fim de percorrer o caminho para aprendizagem.

O *output* foi baseado no resultado desejado para aplicação da gamificação no setor educacional, isto é, as competências desenvolvidas ou criadas no aluno que se pretende atingir como resultado do sistema.

O modelo foi nomeado como *EASE* (*Elements, Attitudes, Smart, E-learning)*, relacionando os principais fatores, elementos e critérios que evidenciam a etapa final deste trabalho.

3- MAPA DO CONHECIMENTO DA GAMIFICAÇÃO PARA APRENDIZAGEM *ON-LINE*

Este capítulo sintetiza os dados bibliométricos da gamificação aplicada para aprendizagem *on-line* e apresenta o conhecimento científico da área por meio de um Mapa do Conhecimento que visa atender ao objetivo (i) e responder a RQ1.

3.1 Tendências de publicação

Os artigos selecionados para análise, oriundos do protocolo PRISMA, são apresentados pelo Quadro 2, a seguir. Estes artigos constituem o embasamento teórico utilizado para atender todos os objetivos específicos deste trabalho, incluindo a elaboração do Mapa do Conhecimento.

Quadro 2 - Artigos de gamificação para aprendizagem *on-line* selecionados para análise

Ano	Total	Nº	Referências	Fonte
2019	19	1	Alonso-Fernández et al., 2019	*Journal of Computer Assisted Learning*
		2	Chan et al., 2019	*International Research in Geographical and Environmental Education*
		3	Garcia-Cabot et al., 2019	*Computer Applications in Engineering Education*
		4	Hernández-Lara et al., 2019	*Computers in Human Behavior*
		5	Lorenzo-Alvarez et al., 2019	*Anatomical Sciences Education*
		6	Prochazkova et al., 2019	*BMC Medical Education*
		7	North-Samardzic, Witt, 2019	*Journal of Management Education*
		8	Yoon, Kim, 2019	*New Review of Hypermedia and Multimedia*
		9	Tan, Zary, 2019	*JMIR Serious Games*
		10	Ramos, Silva, 2019	*RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*
		11	Bouchrika et al., 2019	*Interactive Learning Environments*
		12	Mason, Loader, 2019	*Simulation & Gaming*

		13	Terras, Boyle, 2019	*British Journal of Educational Technology*
		14	Martinengo et al., 2019	*JMIR Research Protocols*
		15	Pistoljevic, Hulusic, 2019	*Journal of Computers in Education*
		16	Bernik et al., 2019	*International Journal of Emerging Technologies in Learning*
		17	Romero-Rodríguez et al., 2019	*IEEE Access*
		18	Doney, 2019	*Research in Learning Technology*
		19	Gbolahan Balogun, 2019	*Anatomical Sciences Education*
2018	21	20	Torres-Toukoumidis et al., 2018a	*Education in the Knowledge Society*
		21	Gauthier, Jenkinson, 2018	*Computers & Education*
		22	Ge, 2018	*Computers & Education*
		23	Jackson et al., 2018	*International Journal of Game-Based Learning*
		24	Stevenson et al., 2018	*Journal of Food Science Education*
		25	Sood, Singh, 2018	*Computer Applications in Engineering Education*
		26	Romero-Hernandez et al., 2018	*IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*
		27	Cárdenas-Robledo, 2018	*Telematics and Informatics*
		28	Karaaslan et al., 2018	*Turkish Online Journal of Distance Education*
		29	Pons, 2018	*Ried-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*
		30	Olszewski, et al., 2018	*Clinical Journal of the American Society of Nephrology*
		31	Marchetti, Valente, 2018	*Universal Access in the Information Society*
		32	Chew, et al., 2018	*Journal of Computers in Education*
		33	Benavides, López, 2018	*Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgacion de las Ciencias*
		34	Perez-Manzano, Almela-Baeza, 2018	*Comunicar*
		35	Johnsen et al., 2018	*Nurse Education Today*
		36	Kyewski, Kramer, 2018	*Computers & Education*
		37	Hernández-Lara et al., 2018	*Intangible Capital*
		38	Schwade, Schubert, 2018	*International Journal of Human Capital And Information Technology Professionals*
		39	Slimani et al., 2018	*International Journal of Emerging Technologies in Learning*
		40	Torres-Toukoumidis et al., 2018b	*Revista Complutense de Educacion*

2017	9	41	Lin et al., 2017	*International Journal of Medical Informatics*
		42	Scoular et al., 2017	*Electronic Journal of E-learning*
		43	Sardi et al., 2017	*Journal of Biomedical Informatics*
		44	Bond et al., 2017	*Journal of Medical Internet Research*
		45	Khenissi et al., 2017	*British Journal of Educational Technology*
		46	Kooiman et al., 2017	*Sport Education and Society*
		47	Schmidt et al., 2017	*International Journal of Surgery Protocols*
		48	Paule-Ruiz et al., 2017	*Behaviour & Information Technology*
		49	De-Marcos et al., 2017	*International Journal of Engineering Education*
2016	17	50	DelSignore et al., 2016	*Journal of Medical Internet Research*
		51	Khenissi et al., 2016	*Computers & Education*
		52	Li et al., 2016	*Knowledge Management & E-learning*
		53	Saiz, Chacon, 2016	*Revista Cientifica Electronica de Educacion y Comunicacion en la Sociedad del Conocimiento*
		54	De-Marcos et al., 2016	*Computers in Human Behavior*
		55	Cura-Gonzalez et al., 2016	*Implementation Science*
		56	Tenório et al., 2016	*Revista Edapeci-Educacao a Distancia e Praticas Educativas Comunicacionais e Interculturais*
		57	Stubbé et al., 2016	*Electronic Journal of E-learning*
		58	Kooiman et al., 2016	*International Journal of Distance Education Technologies*
		59	Nyembezi et al., 2016	*International Journal of Educational Sciences*
		60	Callaghan, 2016	*Educational Media International*
		61	Akaslan, Law, 2016	*Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*
		62	Al-Mashaqbeh, 2016	*International Journal of Emerging Technologies in Learning*
		63	Fernandez et al., 2016	*International Journal of Engineering Education*
		64	Spiridonova, 2016	*Journal of E-learning and Knowledge Society*
		65	Kenigsberg et al., 2016	*Dementia-International Journal of Social Research and Practice*

		66	Newbery-Jones, 2016	*The Law Teacher*
2015	15	67	Olsson et al., 2015	*Electronic Journal of E-learning*
		68	Labus et al., 2015	*Journal of Computer Assisted Learning*
		69	Boada et al., 2015	*Computer Methods and Programs in Biomedicine*
		70	Fitó-Bertran et al., 2015	*Computers in Human Behavior*
		71	Coccoli et al., 2015	*Journal of E-learning and Knowledge Society*
		72	Martín-SanJosé et al., 2015	*Computers & Education*
		73	Rasila et al., 2015	*Teaching Mathematics and Its Applications*
		74	Luthon, Larroque, 2015	*IEEE Transactions on Learning Technologies*
		75	Lemcke et al., 2015	*Personal and Ubiquitous Computing*
		76	Fotiadis, Sigala, 2015	*Journal of Hospitality Leisure Sport & Tourism Education*
		77	Schweighofer, Ebner, 2015	*Future Internet*
		78	Osipov et al., 2015	*International Journal of Advanced Computer Science and Applications*
		79	Hamdaoui et al., 2015	*International Journal of Education And Information Technologies*
		80	Wang et al., 2015	*Information Technology & People*
		81	Kooiman, Sheehan, 2015	*Cogent Education*
2014	7	82	Zafar et al., 2014	*European Journal of Radiology*
		83	Martín-SanJosé et al., 2014	*Science of Computer Programming*
		84	Ibáñez et al., 2014	*IEEE Transactions on Learning Technologies*
		85	Shaalan et al., 2014	*Informatics for Health & Social Care*
		86	Slootmaker et al., 2014	*Journal of Universal Computer Science*
		87	Faínã et al., 2014	*International Journal of Engineering Education*
		88	Zhong, Huang, 2014	*International Journal of Engineering Education*
2013	13	89	Boeker et al., 2013	*Plos One*
		90	Reynolds, Chiu, 2013	*Learning Media and Technology*
		91	Jackson, McNamara, 2013	*Journal of Educational Psychology*
		92	Liu et al., 2013	*Research in Developmental Disabilities*
		93	Inayat et al., 2013	*Computers & Education*

		94	Lin et al., 2013	*Computers & Education*
		95	Duque et al., 2013	*Australasian Journal on Ageing*
		96	Hwang et al., 2013	*Educational Technology & Society*
		97	Domínguez et al., 2013	*Computers & Education*
		98	Miyagawa et al., 2013	*Interactive Learning Environments*
		99	Simoes et al., 2013	*Computers in Human Behavior*
		100	Callaghan et al., 2013	*IEEE Transactions on Industrial Informatics*
		101	Creutzfeldt et al., 2013	*Journal of Medical Internet Research*
2012	4	102	Creutzfeldt et al., 2012	*Scandinavian Journal of Trauma Resuscitation and Emergency Medicine*
		103	Sancho et al., 2012	*Journal of Universal Computer Science*
		104	Wautelet, Kolp, 2012	*International Journal of Engineering Education*
		105	Chen, Huang, 2012	*International Journal of Mobile Communications*
2011	5	106	Bekebrede et al., 2011	*Computers & Education*
		107	Hong et al., 2011	*Turkish Online Journal of Educational Technology*
		108	Atanasijevic-Kunc et al., 2011	*IEEE Transactions on Education*
		109	Rubin-Vaughan et al., 2011	*Computers & Education*
		110	Kanthan, Senger, 2011	*Archives of Pathology & Laboratory Medicine*
2010	5	111	Moreno-Ger et al., 2010	*International Journal of Medical Informatics*
		112	Magro et al., 2010	*Journal of Computer-Mediated Communication*
		113	Brom et al., 2010	*Multimedia Systems*
		114	Choudhury et al., 2010	*Anatomical Sciences Education*
		115	Holzinger et al., 2010	*Computing and Informatics*
2009	4	116	Bryceson, 2009	*Electronic Commerce Research*
		117	Franceschi et al., 2009	*Journal of Management Information Systems*
		118	Regueras et al., 2009	*IEEE Transactions on Education*
		119	Fu et al., 2009	*Computers & Education*

2008	6	120	Bieliková et al., 2008	*Signal Image and Video Processing*
		121	Wang, 2008	*Computers & Education*
		122	Vassileva, 2008	*IEEE Transactions on Learning Technologies*
		123	Siddiqui et al., 2008	*Computers & Education*
		124	Wall, Ahmed, 2008	*Computers & Education*
		125	Retalis, 2008	*Journal of Universal Computer Science*
2007	3	126	Fernandez et al., 2007	*IEEE Transactions on Industrial Electronics*
		127	Munz et al., 2007	*IEEE Transactions on Industrial Electronics*
		128	Ebner, Holzinger, 2007	*Computers & Education*
2006	1	129	Foss, Eikaas, 2006	*International Journal of Engineering Education*
2004	1	130	Martens et al., 2004	*Journal of Computer Assisted Learning*

Fonte: Elaboração Própria (2021)

É possível verificar que os artigos foram explorados na literatura a partir de 2004, chegando até o ano de 2012 com poucas contribuições, conforme pode ser visto pela Figura 6. A partir de então, encontra-se um volume mais significativo de artigos indexados com maior contribuição nos anos de 2019, 2018 e 2016, com 19, 21 e 17 artigos, respectivamente. Apesar de não haver linearidade na publicação dos artigos, pode-se afirmar que com o passar dos anos o ecossistema de aprendizagem precisa ser ampliado para contemplar colaboradores e estudantes mais conectados e com necessidade de maior flexibilidade, com atitudes protagonistas e de liderança sobre a gestão do seu próprio desenvolvimento (AFFEROLAB, 2020).

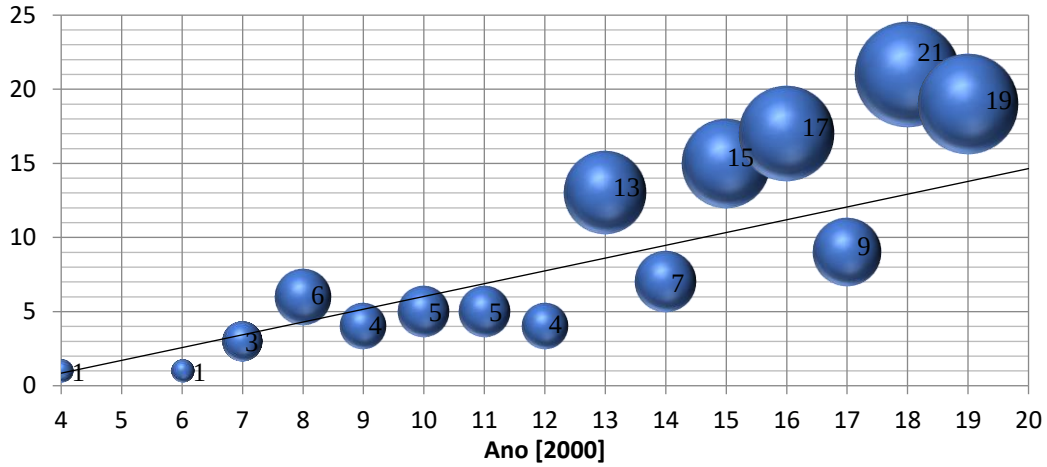


Figura 6 - Evolução temporal dos artigos
Fonte: Elaboração Própria (2021)

As indexações destes artigos ocorreram em diversas fontes, sendo as mais colaborativas em termos de volume de publicações, as destacadas pela Tabela 2.

Tabela 2 - Fontes com maior volume de publicação

Fontes	Qtd
Computers & Education	15
International Journal of Engineering Education	6
Computers in Human Behavior	4
Anatomical Sciences Education	3
Electronic Journal of E-Learning	3
IEEE Transactions on Learning Technologies	3
International Journal of Emerging Technologies in Learning	3
Journal of Computer Assisted Learning	3
Journal of Medical Internet Research	3
Journal of Universal Computer Science	3

Fonte: Elaboração Própria (2021)

Os trabalhos foram realizados em várias regiões, conforme pode ser visto pela Figura 7. A região com maior publicação foi a Europa (38,5%), seguido da Ásia (13,8%), América (13,1%), África (5,4%), Oceania (4,6%), América e Europa (1,5%) e de forma transcontinental com aplicação na Turquia (1,5%). Além disso, 21,5% dos estudos não tiveram uma aplicação em um país específico.

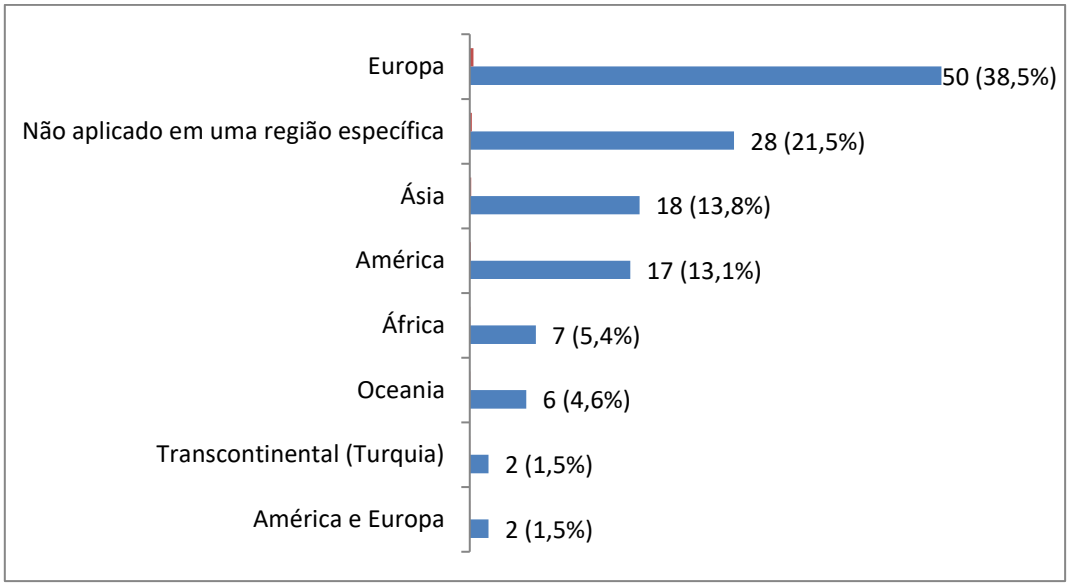


Figura 7 - Regiões mundiais com a aplicação da gamificação para o *e-learning*
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Dentre os países, a Espanha é o que mais contribuiu com publicações na área com 17 artigos aplicados, seguido dos Estados Unidos e China com 9 artigos cada um, Alemanha e Austrália com 6 artigos cada e Canadá com 4 artigos. Estes foram os países mais representativos e classificados como Grupo A, conforme pode ser visto pela Figura 8. Os países classificados como Grupo B tiveram 2 publicações, exceto a Holanda com 3 publicações. O Brasil foi o único país em desenvolvimento que apresentou 2 publicações sobre o tema. Os categorizados como Grupo C tiveram apenas 1 contribuição nos respectivos países. Os demais países, classificados como Grupo D, não foram encontrados na revisão sistemática. A Rússia apesar de ser um dos maiores países em extensão territorial não teve trabalhos aplicados.

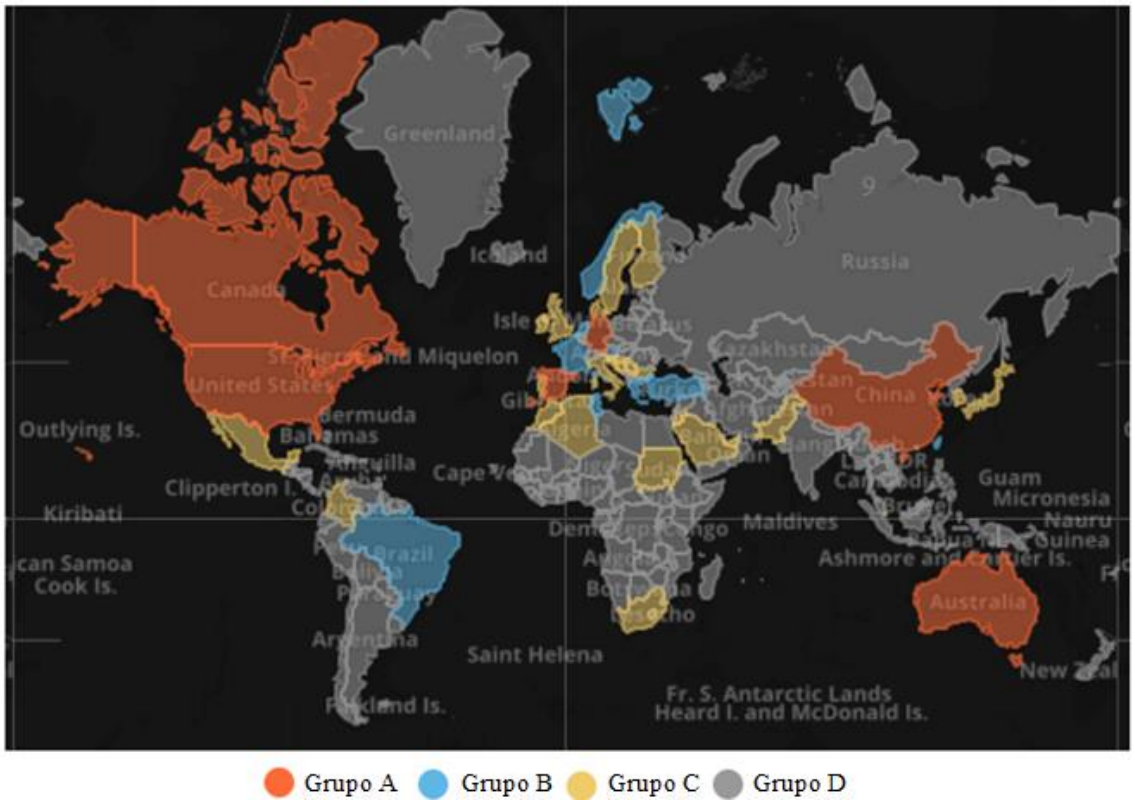


Figura 8 - Países com aplicação da gamificação para aprendizagem *on-line*
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Segundo a revisão sistemática, os países que aplicam a gamificação para o *e-learning* possuem em sua grande maioria, economias desenvolvidas e elevados indicadores sociais. Estes países podem ser vistos em relatórios de desempenho de qualidade, como o apresentado por Cubo et al. (2021), que indica 11 países líderes em indicadores de qualidade: Suíça, Noruega, Suécia, Dinamarca, Holanda, Inglaterra, Alemanha, Áustria, Finlândia, Irlanda e Austrália.

Estes países também são vistos em relatórios de conectividade, como o emitido pela InterNations (2019) que elaborou um relatório chamado "*Digital Life Abroad*", destacando os países quanto a disponibilidade de serviços governamentais *on-line*, facilidade de obter um número de celular local, disponibilidade de internet de alta velocidade em casa, facilidade de fazer pagamentos sem dinheiro físico e acesso aberto a internet. Dentre os 10 primeiros lugares deste relatório, estão nesta ordem: Estônia, Finlândia, Noruega, Dinamarca, Nova Zelândia, Israel, Canadá, Singapura, Holanda e EUA.

Complementarmente, também são encontrados no *Global Connectivity Index* (GCI) da Huawei (2020) que rastreia a relação entre o investimento de TIC em infraestrutura e crescimento econômico. O estudo da Huawei mostra que economias com pontuações mais altas têm maior prontidão digital, graças à infraestrutura madura, como banda larga de alta velocidade e acesso a nuvem. Dentre os principais países deste relatório estão: EUA, Singapura, Suíça, Suécia, Dinamarca, Finlândia, Holanda, Inglaterra, Japão e Noruega.

A infraestrutura de qualidade e conectividade de banda larga, destacados por estes estudos, são essenciais para alunos que estudam em casa. Os recursos de aprendizagem digital, como *laptop* ou computador pessoal de mesa, ambiente adequado e habilidades de alfabetização digital também são necessárias. No entanto, sabe-se que famílias com baixo nível socioeconômico tem menos probabilidade de acesso a esses recursos, o que pode prejudicar a aprendizagem *on-line* (CULLINAN et al., 2021).

Com tudo, percebe-se que independente da forma de classificação, se por nível de desempenho de qualidade ou conectividade, os países predominantes são europeus com destaque também aos Estados Unidos. Os países em desenvolvimento ou emergentes ainda possuem baixa qualidade de vida digital, sendo um dos motivos de aparecerem de forma pouco representativa dentre os que mais aplicam a gamificação para o *e-learning*.

As áreas de pesquisa também foram variadas, o que demonstra a multidisciplinariedade do tema, conforme pode ser visto pela Tabela 3.

Tabela 3 - Áreas de pesquisa da Gamificação para aprendizagem *on-line*

Áreas de Pesquisa	**Qtd**
Education & Educational Research	45
Computer Science; Education & Educational Research	18
Computer Science	10
Education & Educational Research; Engineering	8
Psychology	5
Health Care Sciences & Services; Medical Informatics	4
Business & Economics	3
Computer Science; Engineering	3
Automation & Control Systems; Engineering; Instruments & Instrumentation	2
Computer Science; Education & Educational Research; Engineering	2
Computer Science; Health Care Sciences & Services; Medical Informatics	2
Geriatrics & Gerontology	2
Health Care Sciences & Services	2
Information Science & Library Science	2

Automation & Control Systems; Computer Science; Engineering	1
Communication	1
Communication; Education & Educational Research	1
Communication; Information Science & Library Science	1
Computer Science; Engineering; Medical Informatics	1
Computer Science; Engineering; Telecommunications	1
Computer Science; Information Science & Library Science; Business & Economics	1
Computer Science; Medical Informatics	1
Computer Science; Telecommunications	1
Education & Educational Research; Nursing	1
Education & Educational Research; Psychology; Social Sciences - Other Topics	1
Education & Educational Research; Rehabilitation	1
Education & Educational Research; Social Sciences - Other Topics	1
Education & Educational Research; Social Sciences - Other Topics; Sport Sciences	1
Emergency Medicine	1
Engineering; Imaging Science & Photographic Technology	1
Medical Informatics	1
Medical Laboratory Technology; Research & Experimental Medicine; Pathology	1
Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging	1
Science & Technology - Other Topics	1
Surgery	1
Urology & Nephrology	1
Total Geral	**130**

Fonte: Elaboração Própria (2021)

Ainda, várias palavras-chave foram encontradas na revisão sistemática da literatura. O grau de frequência com que essas palavras foram encontradas nos trabalhos estão representadas pela Nuvem de Palavras a seguir, sendo destaque Gamificação, Educação, Jogos, Motivação, Engajamento, Pensamento Crítico, Satisfação, Solução de Problemas, Experiência, dentre outros, conforme Figura 9.

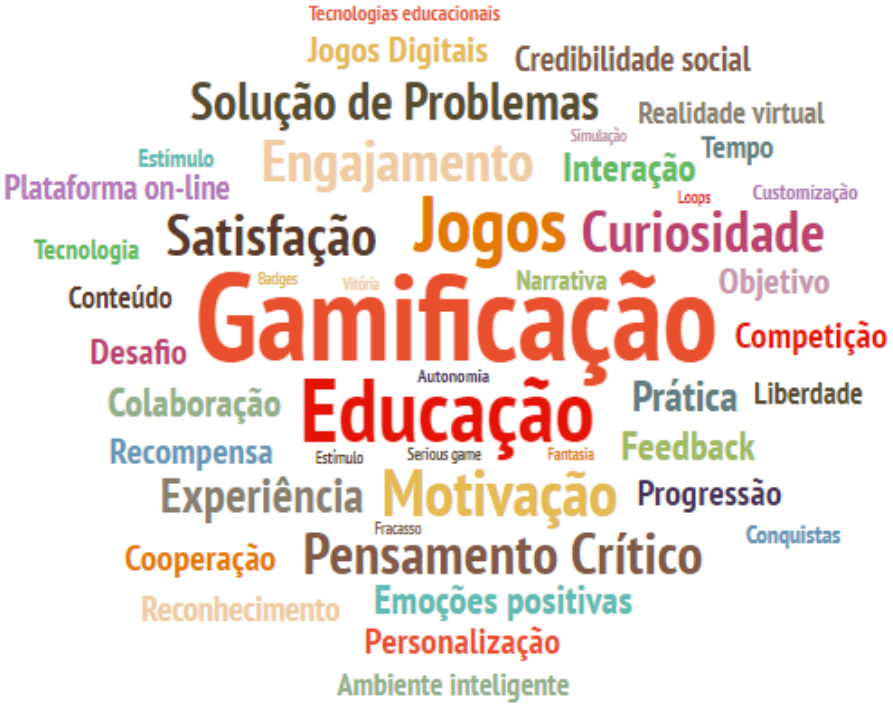


Figura 9 - Nuvem de palavras
Fonte: Elaboração Própria (2021)

3.2 Perfil de interesse dos artigos

Os artigos selecionados foram classificados nos principais perfis: aluno; professor; aluno e professor; profissionais. A maioria dos estudos tiveram uma abordagem voltada para o aluno, representando 74,6% dos trabalhos analisados. O objetivo foi no processo de aprendizagem por meio de plataformas, teorias e ferramentas. Os alunos de interesse foram em todos os domínios de conhecimento.

Em relação aos estudos com foco no professor com uma representatividade de 7,7%, o campo de atuação foi basicamente na educação de forma generalista. A grande maioria destes estudos, apesar de ter o foco no professor, foram conduzidos para que se tivesse o público de interesse os alunos. Somente três trabalhos tiveram como foco e público de interesse o professor, apresentando as dificuldades enfrentadas por estes.

Dos artigos analisados, 15 deles (11,5%) tiveram abordagem no professor e aluno. Isto é, foram elaborados com foco no processo de ensino-aprendizagem. Os artigos foram conduzidos de forma a explorar as ferramentas, ambientes virtuais, benefícios e desafios

para adaptar as estratégias de ensino com o envolvimento e motivação dos alunos no processo de aprendizagem.

Do percentual de profissionais abordados na revisão sistemática, que corresponde a 8 artigos (6,2%), 5 destes foram relacionados a área da saúde, o que demonstra uma aplicabilidade da gamificação para esse público, sendo os outros 3 artigos para o desenvolvimento profissional contínuo e automação de escritórios. A Figura 10 sintetiza esses dados.

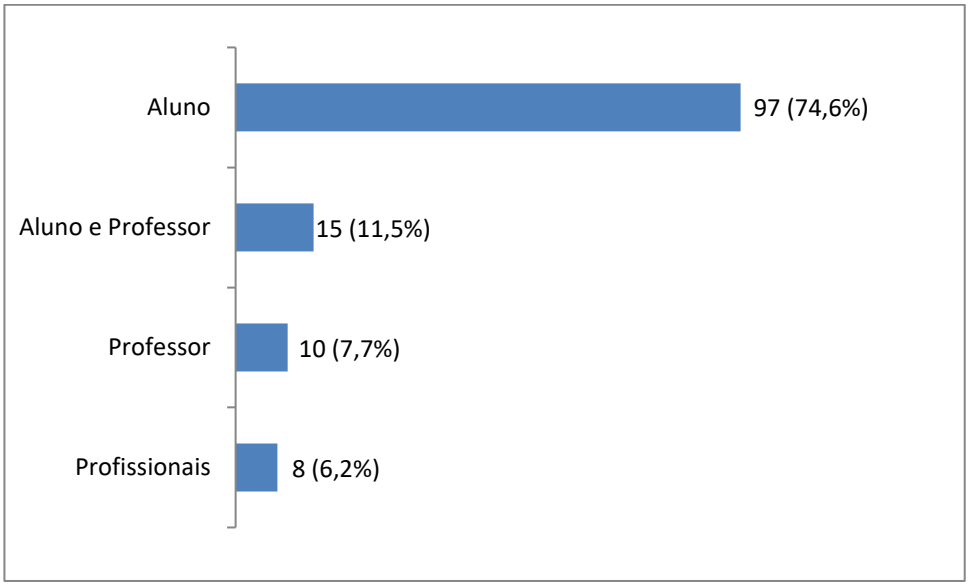


Figura 10 - Perfil de interesse dos artigos
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Em função da gamificação, especificamente para o *e-learning*, promover atitudes comportamentais nos alunos, aprimorando o engajamento, satisfação e motivação (BENAVIDES; LÓPEZ, 2018, DE-MARCOS et al., 2017, DOMÍNGUEZ et al., 2013, KANTHAN; SENGER, 2011, NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; IBÁÑEZ et al., 2014, GE, 2018; LIN et al., 2017) e proporcionar uma experiência única e diferenciada (TOLKS et al., 2020; ALSHAMMARI, 2020; KLOCK et al., 2019, SILVA, 2018; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018), percebe-se que o enfoque dos trabalhos são direcionados, em sua grande maioria, ao perfil dos alunos.

Ainda, há pouca abordagem sobre as dificuldades enfrentadas pelos professores, diante as estruturas necessárias, preparação de conteúdo e adequação a novas estratégias no sistema educacional. Chew et al. (2018), colaboram informando que os professores não foram ensinados nas universidades para o uso das tecnologias na educação e por isso

a grande dificuldade em incluí-las em sala de aula. Nyembezi et al. (2016), acrescentam que a escassez de professores especializados no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são dificultadores para esta implantação. Ramos e Silva (2019) agregam que há poucos exemplos de aulas disponíveis com o uso de jogos digitais integrados as práticas pedagógicas. Com tudo isso, estudos com a perspectiva dos professores são essenciais para evoluir com o tema e ampliar a aplicabilidade da gamificação para o *e-learning*, já que a revisão sistemática demonstra uma carência de estudos voltados para este enfoque.

Por fim, nenhum dos trabalhos retratou o universo de universidades corporativas para aplicação da gamificação. Apesar da classificação no perfil profissional e na motivação de conteúdos que possam produzir profissionais aceitos globalmente (MARTINENGO et al., 2019) e com maior experiência prática no exercício da função (GBOLAHAN BALOGUN, 2019; OLSZEWSKI et al., 2018; BOND et al., 2017; KENIGSBERG et al., 2016; COCCOLI et al., 2015; MAGRO et al., 2010; WALL, AHMED, 2008), não há menção das universidades empresariais como apoio neste tipo de estudo. Isso pode ser em função da falta de registro no meio acadêmico de aplicações dentro desta entidade educacional.

3.3 Método de pesquisa

Os estudos foram analisados quanto a metodologia de pesquisa utilizada, sendo classificados como conceitual ou analítico (SANTOS et al., 2020; LEIRAS et al., 2014; NATARAJARATHINAM; NARAYANAN, 2009), conforme Figura 11.

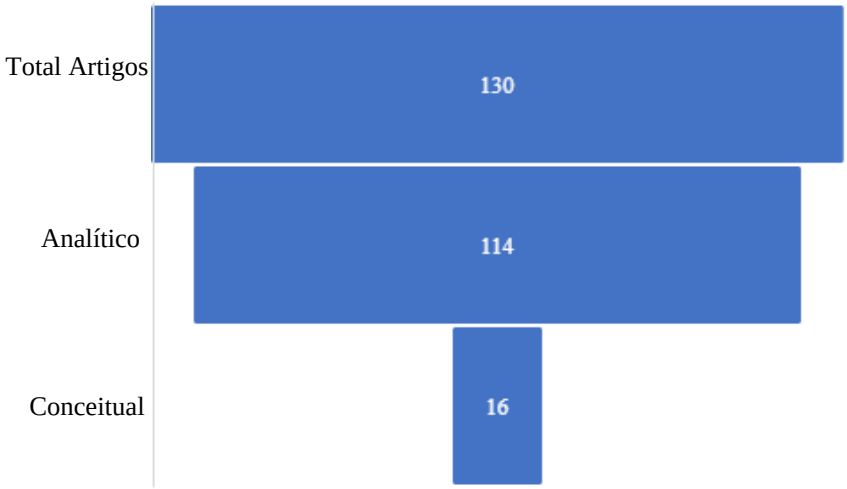


Figura 11 - Método de Pesquisa
Fonte: Elaboração Própria (2021)

A maioria dos trabalhos selecionados, isto é, 114 (87,7%) foram classificados pelo método analítico, por meio de estudos de casos, experimentos, questionários, grupo focal, entrevistas, prototipagem e aplicações práticas. Os demais trabalhos, 16 (12,3%), foram categorizados como conceitual, envolvendo revisão da literatura e análises teóricas. Desses, apenas 5 artigos foram baseados em revisão sistemática da literatura (SARDI et al., 2017; SAIZ; CHACON, 2016; SCHWEIGHOFER; EBNER, 2015; ZAFAR et al., 2014; LIU et al., 2013), o que demonstra um hiato na contribuição acadêmica para este formato de pesquisa.

Como a gamificação para aprendizagem eletrônica ainda é recente e está em experimentação (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; DE-MARCOS et al., 2017), é natural que os estudos tenham um formato mais analítico para comprovar os efeitos em termos de aprendizagem e atitudes comportamentais. Em função disso, há uma carência de estudos teóricos que buscam mapear o conhecimento aplicado da área e apresentar os principais conceitos de forma estruturada e fundamentada. Este trabalho visa contribuir para tal.

3.4 Domínio de conhecimento

Os trabalhos também foram classificados quanto ao domínio de conhecimento para analisar as áreas com maior aplicabilidade do tema, conforme pode ser visto pela Figura 12.

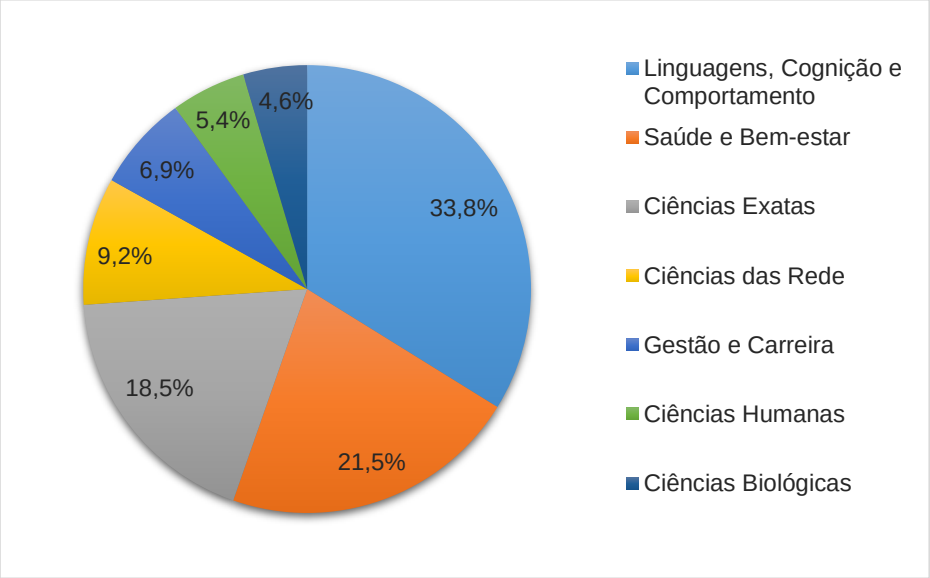


Figura 12 - Domínio de conhecimento
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Os domínios mais significativos foram Linguagens, Cognição e Comportamento; Saúde e Bem-estar e Ciências Exatas, nesta ordem. O domínio Linguagens, Cognição e Comportamento representou 33,8% dos estudos. Isto porque os artigos classificados neste domínio possuem interesse em analisar a experiência de aprendizagem (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a e 2018b; SCOULAR et al., 2017; BEKEBREDE et al., 2011) e como isso contribui nos processos cognitivos do aluno (SOOD; SINGH, 2018; SLOOTMAKER et al., 2014), além de aspectos pedagógicos (DONEY, 2019), habilidades de teatro (ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018), aprendizado de música (PAULE-RUIZ et al., 2017), capacidade de memória (KHENISSI et al., 2017), aperfeiçoamento de língua estrangeira (KARAASLAN et al., 2018, MARCHETTI; VALENTE, 2018, GE, 2018; OSIPOV et al., 2015), dentre outros.

Em seguida, identificou-se uma maior contribuição no domínio Saúde e Bem-estar com 21,5% dos estudos. Os trabalhos neste domínio buscaram reforçar o ensino

(GBOLAHAN BALOGUN, 2019; CHOUDHURY et al., 2010) e utilizar protótipos que simulem a realidade, onde não há o risco de dano ao paciente (JOHNSEN et al., 2018), além da conscientização de temas relacionados a saúde (SHAALAN et al., 2014), proficiência de treinamento cirúrgico (SCHMIDT et al., 2017), emergência médica (CREUTZFELDT et al., 2013; CREUTZFELDT et al., 2012; BOADA et al., 2015), não se limitando apenas a estas.

O domínio Ciências Exatas representou 18,5% dos estudos. Alguns trabalhos aplicaram o tema para o Gerenciamento da Cadeia de suprimentos (ZHONG; HUANG, 2014), aprendizagem de circuitos elétricos (CALLAGHAN et al., 2013), práticas de laboratório (ATANASIJEVIC-KUNC et al., 2011), além de resolver o hiato entre teoria e prática (MUNZ et al., 2007), entre outras coisas.

3.5 Nível educacional

Para a categorização do nível educacional dos alunos, três estágios foram definidos: Educação Superior, Educação Profissional e Educação Básica. Os artigos que não estiveram contemplados nesses níveis foram categorizados como Educação Geral, como pode ser visto pela Figura 13.

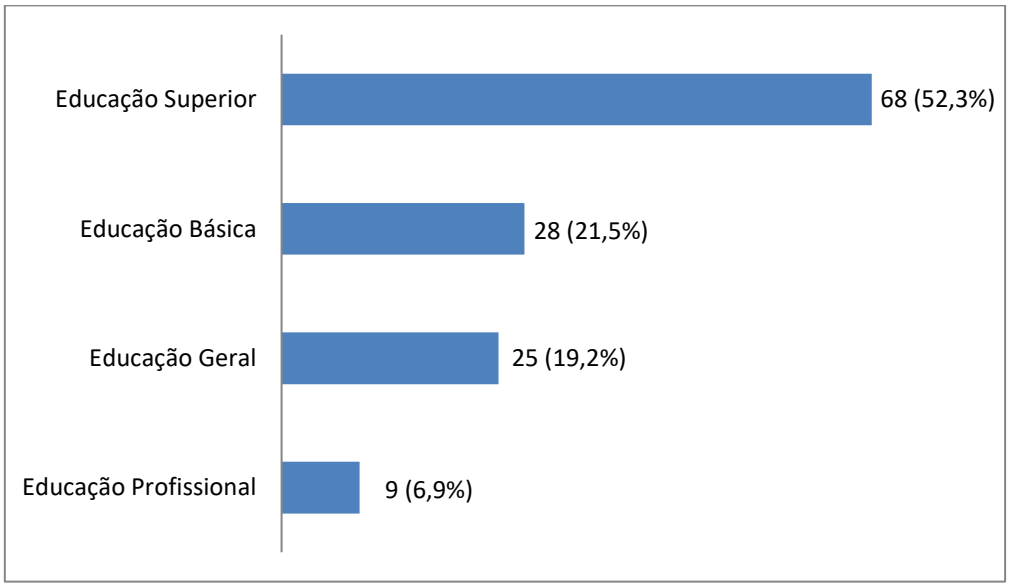


Figura 13 - Nível educacional
Fonte: Elaboração Própria (2021)

A maioria dos artigos (52,3%) utilizam a gamificação para o ensino-aprendizagem da Educação Superior em todos os domínios de conhecimento. O intuito é introduzir sessões interativas para reforçar o ensino (CHOUDHURY et al., 2010), implementar protótipos que simulem a realidade (PROCHAZKOVA et al., 2019; CHAN et al., 2019; JOHNSEN et al., 2018; FERNANDEZ et al., 2016; MORENO-GER et al., 2010), apresentar o conteúdo em estruturas modulares combinando presencial e virtual (AKASLAN; LAW, 2016; DUQUE et al., 2013), comparar resultados com a instrução convencional (MASON; LOADER, 2019; BOEKER et al., 2013), explorar a retenção do conhecimento e eficácia de aprendizagem (HERNÁNDEZ-LARA et al., 2019; BERNIK et al., 2019; DE-MARCOS et al., 2016; IBANEZ et al., 2014; CREUTZFELDT et al., 2012), investigar a motivação dos alunos em ambiente de aprendizado eletrônico (DOMINGUEZ et al., 2013; MARTENS et al., 2004), dentre outros.

Em seguida, utilizam na Educação Básica (21,5%), Educação Geral (19,2%) e Educação Profissional (6,9%), nesta ordem.

3.6 Desafios e oportunidades

De acordo com a análise de conteúdo e resultados dos artigos, é possível observar que a aplicação da gamificação para o *e-learning* apresenta oportunidades suficientes para se tornar uma tendência para aprimorar a aprendizagem e aumentar o engajamento (TOLKS et al., 2020; ALSHAMMARI, 2020; SILVA, 2018; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018). No entanto, também apresenta desafios que precisam ser enfrentados, especialmente em países em desenvolvimento ou periféricos. As principais oportunidades e desafios encontrados na revisão sistemática foram agrupados, conforme Figura 14.

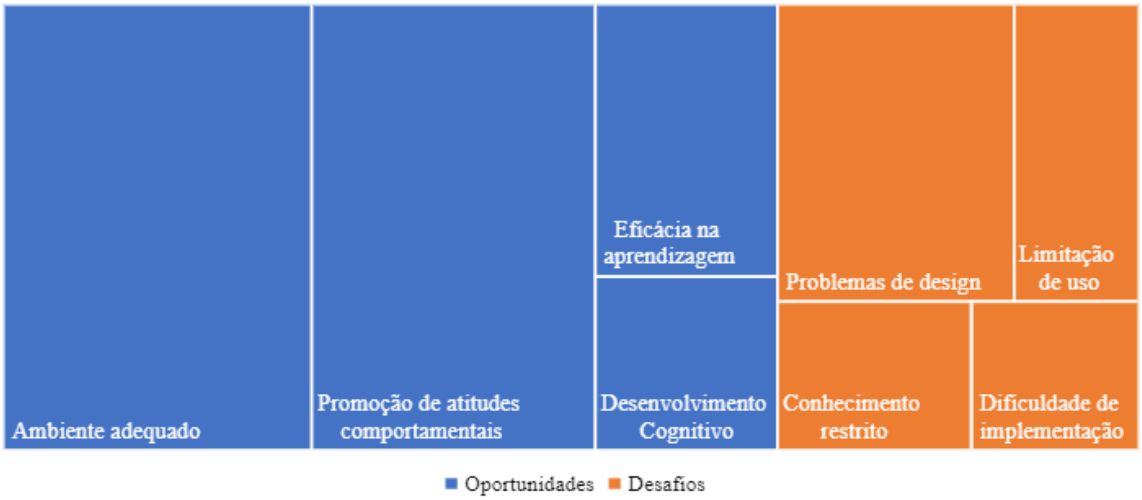


Figura 14 - Concentração das oportunidades e desafios da gamificação para o *e-learning*
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Embora a opinião ainda esteja dividida em seus méritos (BERNIK et al., 2019; DONEY, 2019; SOOD; SINGH, 2018; GBOLAHAN BALOGUN, 2019), vários estudos destacam diversas oportunidades e características propulsoras para o uso da gamificação para aprendizagem eletrônica. As principais foram aqui ressaltadas em ordem decrescente de indicação dos trabalhos:

- Ambiente adequado: os estudos indicam que a gamificação permite ambiente envolvente e divertido (PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019; MASON; LOADER, 2019; LORENZO-ALVAREZ et al., 2019; GBOLAHAN BALOGUN, 2019; CÁRDENAS-ROBLEDO, 2018; OLSZEWSKI, et al., 2018; BOND et al., 2017; KOOIMAN et al., 2016), controlado pelos alunos (ROMERO-RODRIGUEZ et al., 2019; CHEW, et al., 2018; LIN et al., 2013), simulação da realidade e repetições práticas (DONEY, 2019; MARTINENGO et al., 2019; JOHNSEN et al., 2018; SCHMIDT et al., 2017), arquitetura adaptável (SHAALAN et al., 2014), flexibilidade de local, tempo e espaço (MARTINENGO et al., 2019; BOND et al., 2017; BOADA et al., 2015; CHEN; HUANG, 2012; MAGRO et al., 2010) experiências mais contemporâneas (KANTHAN; SENGER, 2011; PAULE-RUIZ et al., 2017) e lúdicas (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018b; CALLAGHAN, 2016).
- Promoção de atitudes comportamentais: destaque para motivação aliada pelas habilidades afetivas, estados emocionais e sociais dos alunos

(BENAVIDES; LÓPEZ, 2018; DE-MARCOS et al., 2017; DOMÍNGUEZ et al., 2013, KANTHAN; SENGER, 2011), engajamento que promove o foco e atenção dos participantes (BOUCHRIKA et al., 2019; GE, 2018; FRANCESCHI et al., 2009) e satisfação que traz uma sensação de prazer e afeta o uso contínuo de sistemas gamificados (GE, 2018; LIN et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2017; LI et al., 2016).

- Eficácia na aprendizagem: os estudos apontam que o uso da gamificação possibilita o aumento do conhecimento (PROCHAZKOVA et al., 2019; ALONSO-FERNANDEZ et al., 2019; OLSZEWSKI, et al., 2018; CREUTZFELDT et al., 2012), maior eficácia se comparado aos formatos tradicionais (AKASLAN; LAW, 2016; BOEKER et al., 2013; CHOUDHURY et al., 2010), retenção de informações (MAGRO et al., 2010; CHOUDHURY et al., 2010) e resultados de aprendizagem mais amplos (GARCIA-CABOT et al., 2019; SCHWEIGHOFER; EBNER, 2015; BOEKER et al., 2013).
- Desenvolvimento cognitivo: aumento da concentração e atenção (GE, 2018; KOOIMAN et al., 2017; LABUS et al., 2015; CREUTZFELDT et al., 2013), estímulo do desenvolvimento e habilidades cognitivas (YOON; KIM, 2019; SPIRIDONOVA, 2016; SLOOTMAKER et al., 2014; KANTHAN; SENGER, 2011; BROM et al., 2010; SIDDIQUI et al., 2008; BIELIKOVA et al., 2008) e melhora da função cognitiva (LIN et al., 2017).

Apesar das oportunidades mencionadas, a aplicação da gamificação para o *e-learning* ainda enfrenta desafios. Os principais desafios encontrados são aqui agrupados em ordem decrescente de citação:

- Problemas de *design*: engloba a falta de metodologia adaptada (SAIZ; CHACON, 2016), exagero no uso de recompensas (GE, 2018; SARDI et al., 2017; PAULE-RUIZ et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2017), problemas de interface gráfica e narrativa (PROCHAZKOVA et al., 2019; BOADA et al., 2015; BRYCESON, 2009), falta de informações para iniciar ou continuar o jogo corretamente e instruções vagas (LORENZO-

ALVAREZ et al., 2019; KOOIMAN et al., 2017), pouco consenso de elementos que proporcionam seriedade e diversão (TAN; ZARY, 2019), dentre outros.

- Limitações de uso: mencionam a dificuldade de aplicação em formatos generalistas com grupos heterogêneos (DE-MARCOS et al., 2017; INAYAT et al., 2013) e em contextos multiculturais (HERNÁNDEZ-LARA et al., 2018; CREUTZFELDT et al., 2013). Outros estudos mencionam barreiras em relação a pais de alunos que não acreditam no uso de tecnologias em sala de aula (CHEW et al., 2018); professores que possuem dificuldades de incluir tais metodologias por ausência de formação (CHAN et al., 2019; RAMOS; SILVA, 2019; CHEW et al., 2018; NYEMBEZI et al., 2016; AL-MASHAQBEH, 2016; SCHWEIGHOFER; EBNER, 2015) e pelos próprios alunos que acham os jogos desnecessários, se sentem cansados ou pressionados (ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; TENÓRIO et al., 2016; OSIPOV et al., 2015; DOMINGUEZ et al., 2013).
- Conhecimento restrito: alguns estudos informam que o impacto em conhecimento ao longo prazo ainda é desconhecido pela gamificação (CURA-GONZALEZ et al., 2016), indicam a falta de evidências empíricas de sua pedagogia (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018b; KANTHAN; SENGER, 2011) e a ausência de comprovações sólidas sobre os resultados de aprendizagem (LUTHON; LARROQUE, 2015; MARTIN-SANJOSE et al., 2014; WANG, 2008).
- Dificuldade de implementação: Este desafio foi o menor percentual indicado pelos trabalhos. O motivo para isso é que a maioria dos artigos da revisão sistemática foram aplicados em países de primeiro mundo e por isso fatores como custo e infraestrutura não foram traduzidos como problemas reais. No entanto, sabe-se que países subdesenvolvidos ou de terceiro mundo teriam dificuldades quanto a isto.

O objetivo desta seção não foi relatar todas as oportunidades e desafios encontrados nos estudos e sim destacar as principais, de forma a apresentar as

preferências e restrições da aplicação da gamificação para o *e-learning*, ampliar as possibilidades práticas e considerações destes fatores no *design* de sistemas gamificados.

3.7 Mapa do conhecimento e perspectivas

A partir dos resultados bibliométricos da revisão sistemática, pode-se reunir as informações em um Mapa do Conhecimento, conforme Figura 15.

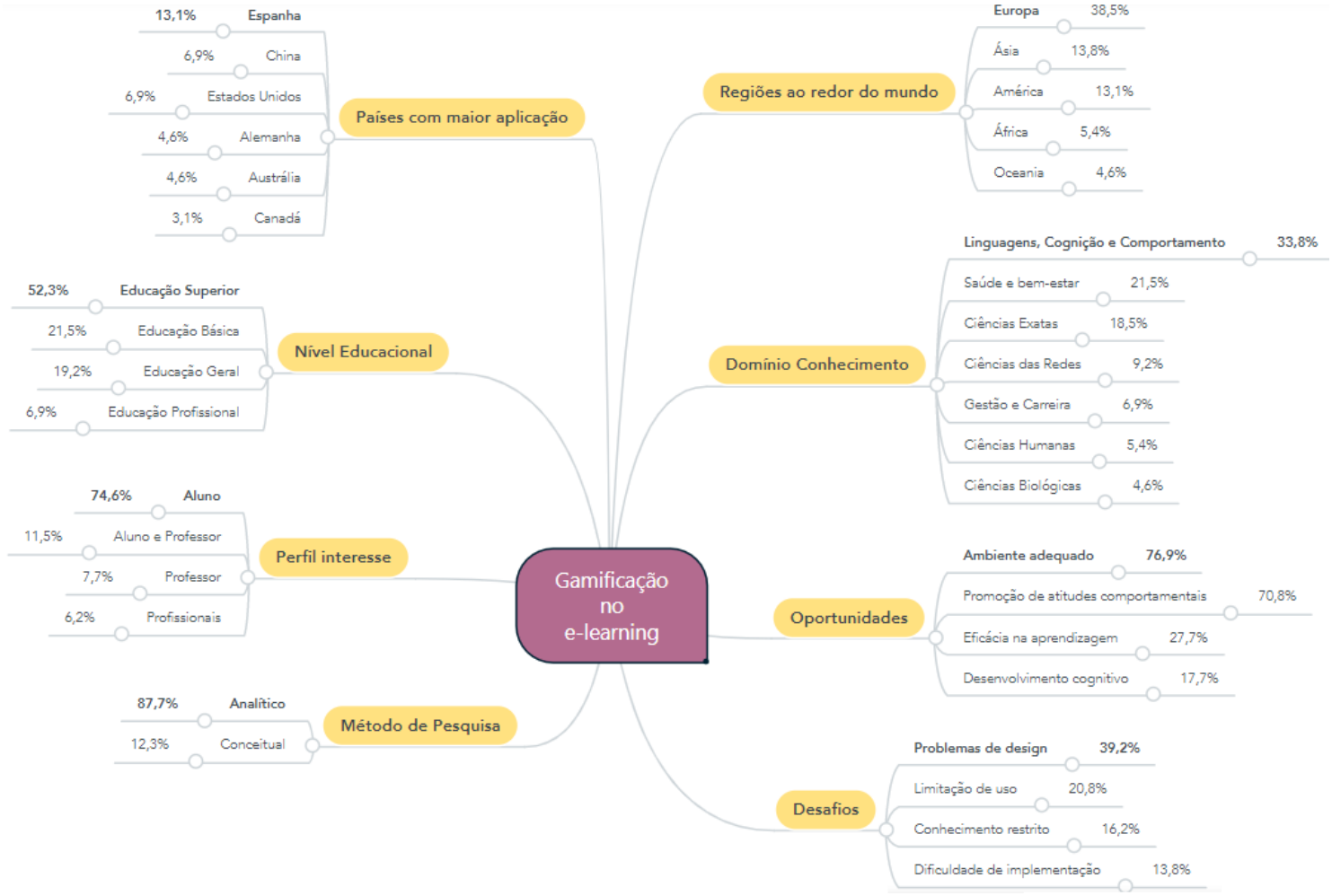


Figura 15 - Mapa do Conhecimento da Gamificação para o *e-learning*
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Os resultados mostram que a Europa é a região que mais contribui com publicações, tendo a Espanha como destaque de aplicação. Em seguida as principais contribuições estão na Ásia e América representadas por China e Estados Unidos respectivamente. Apesar de haver aplicações em países em desenvolvimento ou emergentes como Brasil (TENÓRIO et al., 2016, RAMOS; SILVA, 2019), Colômbia (BENAVIDES; LÓPEZ, 2018), África subsaariana (GBOLAHAN BALOGUN, 2019), África do Sul (NYEMBEZI et al., 2016), Marrocos (SLIMANI et al., 2018), México (ROMERO-RODRIGUEZ et al., 2019), Paquistão (INAYAT et al., 2013) e Arábia Saudita (SIDDIQUI et al., 2008), estes são em proporções menores e por isso não tem o seu universo todo contemplado.

Em função das regiões e principais países que aplicam a gamificação, segundo a revisão sistemática, os desafios para implementação englobam de forma discreta os custos de desenvolvimento (DONEY, 2019, RAMOS; SILVA, 2019, SCOULAR et al., 2017), acesso à internet (GBOLAHAN BALOGUN, 2019), congestionamento de largura de banda (SOOD; SINGH, 2018) e ausência de recursos de TIC nas escolas (NYEMBEZI et al., 2016). Os desafios de implementação foram comumente vistos na aplicação em países emergentes.

Já em países desenvolvidos estes desafios, algumas vezes, são apontados de forma generalista, sem de fato retratar o seu real cenário, já que esses países costumam não enfrentar essa problemática. Dessa forma, os desafios estão mais concentrados aos problemas de *design* com o uso inadequado de elementos de jogos para promover o engajamento dos alunos, limitação de uso em função de restrições de pais, professores e até mesmo dos próprios alunos e ausência de comprovações sobre os resultados da aprendizagem e conhecimento obtido pelo processo gamificado.

Quanto as oportunidades para se aplicar a gamificação para o *e-learning* os destaques são para o ambiente que é apontado como adequado e amigável para a aprendizagem já que proporciona maior envolvimento, entusiasmo, flexibilidade, adaptabilidade e ludicidade (MARTINENGO et al., 2019; PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019; MASON; LOADER, 2019; TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018b; SHAALAN et al., 2014). Este ambiente por sua vez promove atitudes comportamentais como, motivação, engajamento e satisfação o que colabora com a eficácia e resultados de aprendizagem (JACKSON et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; BOND et al., 2017).

Além disso, alguns estudos indicam benefícios em relação ao desenvolvimento e habilidades cognitivas dos alunos (YOON; KIM, 2019; SPIRIDONOVA, 2016; SLOOTMAKER et al., 2014; KANTHAN; SENGER, 2011).

Dada a necessidade de oferecer aos alunos atividades de aprendizado mais motivadoras e envolventes (JACKSON et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; CHEN; HUANG, 2012), o enfoque da maioria dos trabalhos (74,6%) é sob a ótica do aluno. Há poucas contribuições relacionadas ao professor, mesmo estes apresentando dificuldades de implementação pela falta de preparação para tal (CHEW, et al., 2018). Ainda, apesar da gamificação ser bastante utilizada como estratégia de *marketing* nas principais empresas do mundo (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a e 2018b; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018), não são vistas contribuições na academia retratando o universo empresarial de ensino-aprendizagem pelas universidades corporativas. Um dos fatores pode ser a falta de registro dessa prática em literaturas acadêmicas.

Dentre os níveis educacionais, a maior contribuição está na Educação Superior (52,3%). Apesar da literatura acadêmica informar que a gamificação pode ser utilizada para qualquer idade, ainda há predominância em contextos universitários acadêmicos (PARRA-GONZÁLEZ et al., 2020; IBANEZ et al., 2014).

Quanto ao domínio de conhecimento Linguagens, Cognição e Comportamento, seguido de Saúde e Bem-estar são os mais representativos, contabilizando 33,8% e 21,5%, respectivamente. Isso demonstra que os sistemas gamificados são utilizados para aprendizagem de língua estrangeira (KARAASLAN et al., 2018; MARCHETTI, VALENTE, 2018; GE, 2018; OSIPOV et al., 2015), música (PAULE-RUIZ et al., 2017), arte e teatro (ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018), estilos cognitivos e intuitivos (SOOD, SINGH, 2018; KHENISSI et al., 2016; SLOOTMAKER et al., 2014), além de simulação de cenários e proficiência de assuntos relacionados a *healthcare* (SCHMIDT et al., 2017; SARDI et al., 2017; CREUTZFELDT et al., 2012; MAGRO et al., 2010) e bem-estar (ALONSO-FERNANDEZ et al., 2019; SAIZ, CHACON, 2016).

O método de pesquisa adotado pelos estudos em sua maioria (87,7%) é analítico com estudos de caso (ALONSO-FERNANDEZ et al., 2019), questionários (HERNÁNDEZ-LARA et al., 2019), grupos focais (NORTH-SAMARDZIC, WITT, 2019), entrevistas (TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a), dentre outros para identificar a contribuição prática da gamificação. Em função do tema ainda estar em

experimentação, os estudos conceituais com abordagens e estruturas teóricas ainda são pouco representativos (12,3%).

Dessa forma, reunindo as principais categorias para análise, foi possível apresentar um panorama geral do conhecimento da gamificação aplicada em ambientes educacionais *on-line*.

4- 7*GOALS*: ELEMENTOS DE JOGOS E O CICLO DE APRENDIZAGEM *ON-LINE*

Este capítulo visa estruturar os principais elementos de jogos em uma sequência de etapas, o *7GOALS - Gamified Oriented Active Learning Steps*, combinados com as fases de planejamento, execução, controle e atuação do PDCA, de forma a afetar positivamente os sentimentos emocionais dos alunos e assim influenciar na melhoria da aprendizagem *on-line* pela gamificação. Desta forma, neste capítulo, o objetivo específico (ii) é atendido e a RQ2 respondida.

4.1 Atitudes comportamentais e elementos de jogos

Os resultados demonstrados nesta seção estão relacionados as atitudes comportamentais estimuladas pela gamificação, bem como na identificação dos principais elementos de jogos que podem despertar tais atitudes e assim obter melhores resultados de aprendizagem.

4.1.1 Atitudes comportamentais associadas à melhoria da aprendizagem por meio da gamificação

De acordo com a literatura, o uso da gamificação promove três atitudes comportamentais nos alunos: Motivação, Engajamento e Satisfação, conforme Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 - Atitudes comportamentais abordadas na literatura

Atitudes	Total Artigos	Referências
Motivação	45 Artigos	GARCIA-CABOT et al., 2019; HERNÁNDEZ-LARA et al., 2019; MARTINENGO et al., 2019; DONEY, 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; ROMERO-RODRIGUEZ et al., 2019; GAUTHIER; JENKINSON, 2018; KYEWSKI; KRÄMER, 2018; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; OLSZEWSKI et al., 2018; JACKSON et al., 2018; GE, 2018; BENAVIDES; LÓPEZ, 2018; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; KOOIMAN et al., 2017; TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a; SARDI et al., 2017; LIN et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2017, 2016; FERNANDEZ et al., 2016; LI et al., 2016; STUBBÉ et al., 2016; TENÓRIO et al., 2016; WANG et al., 2015; LUTHON; LARROQUE, 2015; LABUS et al., 2015; OLSSON et al., 2015; FAÍÑA et al., 2014; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; SIMOES et al., 2013; LIN et al., 2013; JACKSON; MCNAMARA, 2013; CALLAGHAN et al., 2013; DOMÍNGUEZ et al., 2013; CHEN; HUANG, 2012; SANCHO et al., 2012; KANTHAN; SENGER, 2011; BROM et al., 2010; REGUERAS et al., 2009; VASSILEVA, 2008; EBNER; HOLZINGER, 2007; MUNZ et al., 2007; MARTENS et al., 2004
Engajamento	26 Artigos	GARCIA-CABOT et al., 2019; BOUCHRIKA et al., 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; DONEY, 2019; MASON; LOADER, 2019; NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; GAUTHIER; JENKINSON, 2018; JACKSON et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; GE, 2018; BOND et al., 2017; SARDI et al., 2017; CALLAGHAN, 2016; IBÁÑEZ et al., 2014; CALLAGHAN et al., 2013; JACKSON; MCNAMARA, 2013; DOMÍNGUEZ et al., 2013; SIMOES et al., 2013; CREUTZFELDT et al., 2013, 2012; RUBIN-VAUGHAN et al., 2011; MORENO-GER et al., 2010; FRANCESCHI et al., 2009; CHOUDHURY et al., 2010; REGUERAS et al., 2009
Satisfação	21 Artigos	CHAN et al., 2019; PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; GE, 2018; DE-MARCOS et al., 2017; LIN et al., 2017; SARDI et al., 2017; TENÓRIO et al., 2016; LI et al., 2016; KHENISSI et al., 2016; NYEMBEZI et al., 2016; LABUS et al., 2015; FITÓ-BERTRAN et al., 2015; IBÁÑEZ et al., 2014; ZAFAR et al., 2014; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; JACKSON; MCNAMARA, 2013; SANCHO et al., 2012; KANTHAN; SENGER, 2011; MORENO-GER et al., 2010; REGUERAS et al., 2009

Fonte: Elaboração Própria (2021)

A motivação, aliada ao afeto e às emoções humanas, é uma das atitudes comportamentais mais relevantes na aprendizagem, principalmente nos cursos *on-line*, sendo citada por 45 artigos. Pode ser extrínseco ou intrínseco. A motivação extrínseca se refere a fazer algo em busca de um resultado, como tirar uma boa nota. No entanto, a

motivação intrínseca refere-se a fazer algo porque é atraente ou agradável e está relacionada a três aspectos: autonomia, relacionamento e competência (KYEWSKI; KRÄMER, 2018; DE-MARCOS et al., 2017; OLSSON et al., 2015; MARTENS et al., 2004).

Alguns fatores estimulam a motivação: competição, desafio, imaginação, colaboração, objetivos, cooperação, recompensa e reconhecimento, muitos dos quais estão presentes nos jogos (TERRAS; BOYLE, 2019; LUTHON; LARROQUE, 2015; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2014; LIN et al., 2013; BROM et al., 2010; EBNER; HOLZINGER, 2007; MUNZ et al., 2007).

Benavides e López (2018), De-Marcos et al. (2017), Domínguez et al. (2013), Kanthan e Senger (2011) apontam que o jogo estimula a motivação devido ao seu impacto no desenvolvimento cognitivo, habilidades afetivas, estados emocionais e sociais dos jogadores. Faíña et al. (2014) e Callaghan et al. (2013) acrescentam que os jogos permitem reduzir ligeiramente a abstração da teoria ao estimular uma maior motivação nos alunos. Chen e Huang (2012) afirmam que, além da motivação, os jogos educativos melhoram o interesse e a concentração, melhorando a aprendizagem dos alunos.

O engajamento é outra atitude comportamental identificada como um indicador valioso de desempenho acadêmico e está positivamente correlacionada com os resultados de aprendizagem dos alunos (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; IBÁÑEZ et al., 2014), conforme visto em 26 artigos. O engajamento acontece quando a atenção de alguém está completamente focada em uma atividade específica. Assim, a indústria de jogos virtuais indica que o engajamento é uma ferramenta para manter a atenção do participante no jogo (FRANCESCHI et al., 2009). O engajamento também pode ser explicado como o tempo e esforço que os alunos dedicam às atividades educacionais e o cuidado com práticas educativas eficazes. É composta por três elementos: afeto (euforia, vontade e pertencimento), cognição (aprendizagem efetiva e autoconhecimento) e comportamento (tempo, dedicação e colaboração) (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019).

O engajamento afetivo ocorre quando é despertado o interesse e envolvimento dos alunos pelo universo da emoção. Refere-se as reações afetivas por entusiamo e sensação de pertencimento (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019). O engajamento cognitivo pode ser retratado como o investimento psicológico ou mental e os esforços do aluno para

compreender, aprender ou adquirir conhecimentos e habilidades precisas. O engajamento comportamental consiste no grau de envolvimento, imaginação, atenção, entusiasmo e vontade de aprender que os alunos demonstram durante o processo de aprendizagem (BOUCHRIKA et al., 2019).

Uma força dos jogos educacionais deriva de seu potencial para promover a motivação e o engajamento dos alunos durante o desempenho das atividades (JACKSON et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; BOND et al., 2017; CALLAGHAN, 2016; JACKSON; MCNAMARA, 2013). Creutzfeldt et al. (2013) também destacam que os jogos podem variar seu nível de dificuldade, mantendo o participante em um alto nível de engajamento. Por sua vez, Ge (2018) afirma que a ansiedade de aprendizagem dos jogos pode aumentar o engajamento dos alunos à medida que eles dedicam mais tempo ao processo de aprendizagem e realização de tarefas, obtendo assim maior retenção de conhecimento. A interação dos usuários com fatores sociais também influencia o engajamento (ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; SARDI et al., 2017).

Outra atitude comportamental crucial é a satisfação do aluno, que afeta positivamente a aprendizagem e traz uma sensação de prazer (GE, 2018; LIN et al., 2017), de acordo com 21 artigos. A satisfação está relacionada ao desempenho do aluno e é um indicador de qualidade educacional, bem como um fator importante para medir o sucesso (LORENZO-ALVAREZ et al., 2019; GARCIA-CABOT et al., 2019; BOUCHRIKA et al., 2019; ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; TORRES-TOUKOUMIDIS et al., 2018a) ou a eficácia do processo de *e-learning* (ZAFAR et al., 2014; REGUERAS et al., 2009). Além disso, o aumento do engajamento dos alunos e a promoção da satisfação proporcionada pelos jogos digitais oferecem uma experiência autêntica e contemporânea para melhorar a aprendizagem (KANTHAN; SENGER, 2011).

Estudos mostram que a percepção da facilidade de uso e, principalmente, da ludicidade afetam diretamente a satisfação e o uso contínuo de um sistema gamificado (LIN et al., 2017; LI et al., 2016). As influências sociais geram um senso de competição e melhoram os resultados, produzindo assim várias habilidades emocionais, como autossatisfação, autoestima, autoeficácia e orgulho (SARDI et al., 2017; KHENISSI et al., 2016; LI et al. ., 2016; LABUS et al., 2015; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2015). Ainda assim, atividades que satisfazem as necessidades motivacionais de capacidade, autonomia

e habilidades impactam positivamente a satisfação dos usuários (DE-MARCOS et al., 2017).

Portanto, dado o que é apresentado na literatura individualmente, é possível analisar a relação das três atitudes par a par, conforme Figura 16. Pelo diagrama de *Venn* é possível verificar que dos 63 artigos que citam a motivação, o engajamento e a satisfação como as principais atitudes comportamentais para promover o processo de aprendizagem pela gamificação, 5 atribuem simultaneamente essas atitudes e 39 artigos, ou seja, 61,9% das análises os mencionam separadamente. Ainda assim, 24 artigos indicam pelo menos duas dessas atitudes, o que corresponde a 38% da análise. Além disso, a satisfação é pouco citada de forma isolada (9,5%), o que mostra que para que os alunos fiquem satisfeitos com o processo de aprendizagem, eles precisam estar engajados e motivados. Por fim, é possível concluir que embora essas sejam as principais atitudes citadas na literatura, ainda há necessidade de explorá-las em conjunto.

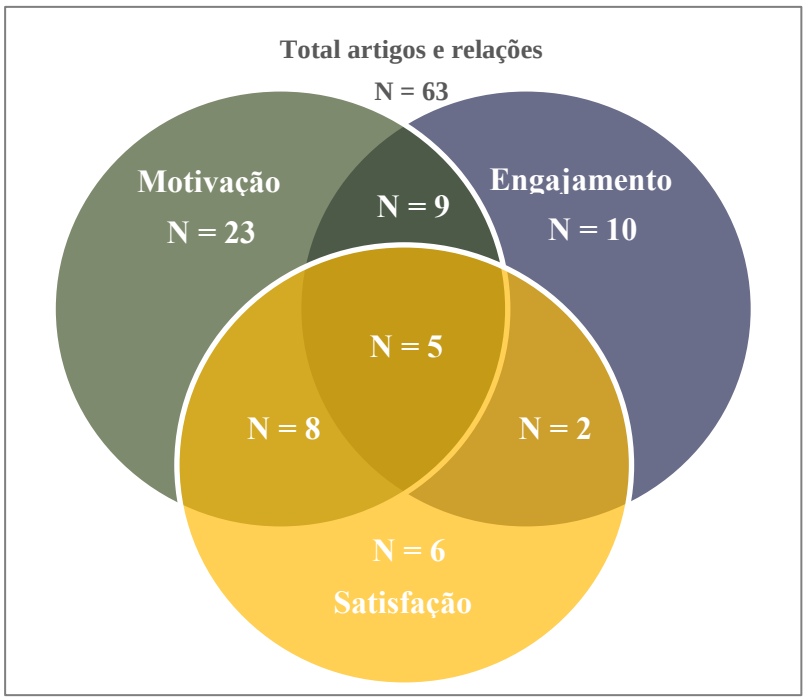


Figura 16 - Atitudes comportamentais promovidas pela gamificação no processo de aprendizagem
Fonte: Elaboração Própria (2021)

4.1.2 Principais elementos utilizados para estimular o ciclo de aprendizagem

Zepeda-Hernandez et al. (2016) indicam que atividades baseadas em aprendizagem ativa e gamificação podem ser uma alternativa para influenciar a atitude mais positiva dos alunos e criar um ambiente mais amigável para o ensino. Além disso, a aprendizagem ativa proporcionada pela gamificação está entre as estratégias de aprendizagem mais eficazes, pois proporcionam aos alunos uma melhor compreensão, retenção de informações e maior aproveitamento da aula (TERRAS; BOYLE, 2019; KANTHAN; SENGER, 2011; CHOUDHURY et al., 2010; REGUERAS et al., 2009).

Acredita-se que a identificação e a utilização de elementos de jogos nesse processo podem impulsionar o aprendizado em diversos segmentos, domínios e áreas de pesquisa (ALSHAMMARI, 2019). Os principais elementos identificados na revisão sistemática são apresentados por etapas pelo Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 - Principais elementos de jogos usados para estimular o ciclo de aprendizagem

Step	Descrição	Total Artigos	Referências
1	Perfil do usuário e experiências personalizadas	13 Artigos	TAN; ZARY, 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; GBOLAHAN BALOGUN, 2019; HERNÁNDEZ-LARA et al., 2019, 2018; MARCHETTI; VALENTE, 2018; GE, 2018; CALLAGHAN, 2016; SLOOTMAKER, 2014; HWANG et al., 2013; SIMOES et al., 2013; SIDDIQUI et al., 2008; WALL; AHMED, 2008
2	Desafio e missões claras	14 Artigos	DONEY, 2019; TAN; ZARY, 2019; NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; CHEW et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; BENAVIDES; LÓPEZ, 2018; SLIMANI et al., 2018; DE-MARCOS et al., 2017; SARDI et al., 2017; FERNANDEZ et al., 2016; DOMÍNGUEZ et al., 2013; FU et al., 2009; RETALIS, 2008; VASSILEVA, 2008
3	Narrativa e fantasia	15 Artigos	CHAN et al., 2019; MASON; LOADER, 2019; ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; JACKSON et al., 2018; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; SARDI et al., 2017; STUBBÉ et al., 2016; DE-MARCOS et al., 2016; IBÁÑEZ et al., 2014; DOMÍNGUEZ et al., 2013; SANCHO et al., 2012; BRYCESON, 2009; FRANCESCHI et al., 2009; EBNER; HOLZINGER, 2007

4	*Loops* Repetitivos e liberdade de falhar	09 Artigos	DONEY, 2019; GAUTHIER; JENKINSON, 2018; SCHMIDT et al., 2017; LUTHON; LARROQUE, 2015; DOMÍNGUEZ et al., 2013; SIMOES et al., 2013; MORENO-GER et al., 2010; REGUERAS et al., 2009; EBNER; HOLZINGER, 2007
5	Competição e engajamento social	19 Artigos	GARCIA-CABOT et al., 2019; LORENZO-ALVAREZ et al., 2019; DONEY, 2019; BOUCHRIKA et al., 2019; KARAASLAN et al., 2018; BOND et al., 2017; SARDI et al., 2017; TENÓRIO et al., 2016; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2015; DOMÍNGUEZ et al., 2013; JACKSON; MCNAMARA, 2013; SANCHO et al., 2012; ATANASIJEVIC-KUNC et al., 2011; REGUERAS et al., 2009; FRANCESCHI et al., 2009; FU et al., 2009; WAUTELET; KOLP, 2012; EBNER, HOLZINGER, 2007; FERNANDEZ et al., 2007
6	*Feedback* e reflexão	25 Artigos	GARCIA-CABOT et al., 2019; LORENZO-ALVAREZ et al., 2019; DONEY, 2019; MARTINENGO et al., 2019; NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019; PROCHAZKOVA et al., 2019; SCHWADE; SCHUBERT, 2018; OLSZEWSKI et al., 2018; GE, 2018; SOOD; SINGH, 2018; KARAASLAN et al., 2018; KOOIMAN et al., 2017; SPIRIDONOVA, 2016; FERNANDEZ et al., 2016; BOADA et al., 2015; RASILA et al., 2015; IBÁÑEZ et al., 2014; JACKSON; MCNAMARA, 2013; DUQUE et al., 2013; MAGRO et al., 2010; CHOUDHURY et al., 2010; VASSILEVA, 2008; WALL; AHMED, 2008; FOSS; EIKAAS, 2006
7	Recompensa e credibilidade social	13 Artigos	GARCIA-CABOT et al., 2019; BERNIK et al., 2019; DONEY, 2019; CHEW et al., 2018; GAUTHIER; JENKINSON, 2018; GE, 2018; KYEWSKI; KRÄMER, 2018; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; DE-MARCOS et al., 2017; SARDI et al., 2017; TENÓRIO et al., 2016; LI et al., 2016; DOMÍNGUEZ et al., 2013

Fonte: Elaboração Própria (2021)

Step 1: Perfil do usuário e experiências personalizadas

É necessário analisar o perfil psicológico do aluno. A teoria e a prática devem ter foco no indivíduo e não na tecnologia, guiadas pelo perfil cognitivo e socioemocional do aluno e como isso impacta a tecnologia de aprendizagem. Na personalização, o *design*

que conheça o perfil do usuário é cada vez mais importante e requer um reconhecimento claro. Isso permite que as experiências de aprendizagem sejam psicologicamente acessíveis e não apenas fisicamente. Reflete também o conhecimento cognitivo e o perfil socioemocional do aluno, além de como atributos psicológicos únicos se relacionam com o ambiente e a estrutura pedagógica. Ainda assim, permite considerar que cada aluno tem necessidades diferentes que devem ser reconhecidas (GBOLAHAN BALOGUN, 2019; TERRAS; BOYLE, 2019; GE, 2018; MARCHETTI; VALENTE, 2018; HERNÁNDEZ-LARA et al., 2018; CALLAGHAN, 2016; SLOOTMAKER, 2014; SIMOES et al., 2013; SIDDIQUI et al., 2008; WALL; AHMED, 2008).

Experiências de aprendizagem personalizadas ou adaptativas para cada aluno são características essenciais dos sistemas de *e-learning*. Ao se referir as informações pessoais, os sistemas podem fornecer conteúdo customizado para cada aluno ou direcioná-los para um caminho específico (HWANG et al., 2013). Além disso, deve focar em um público-alvo e ser orientado para a idade. Para ter sucesso, é crucial obter a idade dos futuros jogadores de forma correta (TAN; ZARY, 2019; ROMERO-HERNANDEZ et al., 2018).

Step 2: Desafio e missões claras

Os jogos precisam ser desafiadores, envolvendo uma quantidade adequada de dificuldade e complexidade, tendo múltiplos objetivos e alguma aleatoriedade (KARAASLAN et al., 2018; DE-MARCOS et al., 2017). Os jogadores devem superar desafios ao longo do jogo para atingir objetivos específicos e claros (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019).

O desafio refere-se ao nível de dificuldade das atividades. É um elemento presente em muitos estudos de caso, que afirma que níveis crescentes de dificuldade para os alunos os ajudam a desenvolver o conhecimento progressivamente (CHEW et al., 2018; KARAASLAN et al., 2018; BENAVIDES; LÓPEZ, 2018; SLIMANI et al., 2018; SARDI et al., 2017; VASSILEVA, 2008; RETALIS, 2008). Os desafios devem ser adequadamente envolventes para que os alunos estejam motivados para resolvê-los. No entanto, é vital garantir que os desafios não sejam muito complicados para não gerar tédio ou ansiedade. Desafiar o jogo deve ser considerado durante a definição de seus objetivos e regras para garantir que sejam possíveis e encorajadores (DONEY, 2019). Além disso,

deve começar em um nível inferior antes de aumentar a dificuldade para manter o interesse e o fluxo em andamento. Se houver uma dificuldade moderada devido às variações da mecânica do jogo, essa mecânica deve ser administrável (TAN; ZARY, 2019).

Além disso, as tarefas a serem realizadas devem ser claramente explicadas, envolvendo os jogadores em um processo de aprendizagem ativo que os ajude a dominar a mecânica do jogo e superar desafios (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019; TAN; ZARY, 2019; FERNANDEZ et al ., 2016; DOMÍNGUEZ et al., 2013; FU et al., 2009).

Step 3: Narrativa e fantasia

O contexto do jogo, que se expressa em sua narrativa, gráficos e música, pode estimular o interesse dos jogadores se utilizado de forma adequada (DOMÍNGUEZ et al., 2013). A encenação e o enredo fornecem cenários que auxiliam na tomada de decisão dos jogadores (CHAN et al., 2019). Uma narrativa forte com vários arcos, ou seja, uma sequência de eventos baseada na narrativa, personagens emocionantes com os quais os alunos podem interagir e um cenário realista apoiado por recursos e atividades desafiadores também podem influenciar os resultados de aprendizagem (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019).

A narrativa consiste em alguns aspectos essenciais, como evento, personagem, configuração, arranjo e tempo. Os resultados mostram que, com a utilização desses elementos, os alunos podem se convencer com as histórias do jogo por meio da fantasia, o que leva a maiores níveis de aprendizado e motivação para a realização de tarefas (ROMERO-RODRÍGUEZ et al., 2019; JACKSON et al., 2018; PEREZ-MANZANO; ALMELA-BAEZA, 2018; SARDI et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2016; STUBBÉ et al., 2016; IBÁÑEZ et al., 2014; FRANCESCHI et al., 2009). No entanto, Ebner e Holzinger (2007) enfatizam que a fantasia deve ser cuidadosamente escolhida para atrair o público-alvo e criar ambientes intrinsecamente motivadores.

Permite também uma metáfora fantástica e uma dinâmica de dramatização subjacente a uma estratégia de aprendizagem baseada em problemas (SANCHO et al., 2012; BRYCESON, 2009). Ainda assim, possibilita a criação de ambientes mais autênticos e realistas que contribuem para melhor identificação de comportamentos e maior envolvimento dos participantes (MASON; LOADER, 2019).

Step 4: Loops Repetitivos e liberdade de falhar

Os *loops* repetitivos de tentar, falhar, ajustar, melhorar e tentar novamente em um jogo são chamados de negatividade produtiva e podem contribuir para o *design* do jogo. Um usuário tenta um desafio com seu conhecimento atual e pode falhar (negativo). Ele precisa, então, reformular seu entendimento (produtivo) para atingir o objetivo do jogo e obter um resultado (GAUTHIER; JENKINSON, 2018).

Na forma de indignação, decepção e irritação, essa negatividade produtiva expõe os alunos a algo novo e permite que eles alcancem uma perspectiva diferente de consciência por meio da experiência, que promove o aprendizado. Decepção, fracasso e frustração podem desempenhar um papel importante na motivação e no aprendizado do jogo. O fracasso é necessário nesta experiência, tanto que vencer sem fracassos anteriores cria um sentimento de descontentamento com a vitória. Em geral, os jogos promovem a negatividade ao mesmo tempo que estimulam a resolução de tarefas, garantindo assim o avanço do conhecimento e das habilidades por meio de um ambiente envolvente (GAUTHIER; JENKINSON, 2018).

Embora algum grau de ansiedade causado pelo fracasso seja necessário, não é interessante transformar-se em decepção. Portanto, as sequências de tarefas devem ser cuidadosamente projetadas para se adequar ao conhecimento e ao perfil dos jogadores, incluindo baixas penalidades por falhas para promover a repetição de tarefas e disposição para acertar (DONEY, 2019; DOMÍNGUEZ et al., 2013; SIMOES et al., 2013) .

Ainda assim, a literatura sugere que várias práticas de repetição fazem parte do processo de aprendizagem e são necessárias para atingir a qualidade desejada (GAUTHIER; JENKINSON, 2018; SCHMIDT et al., 2017; LUTHON; LARROQUE, 2015; DOMÍNGUEZ et al., 2013 ; MORENO-GER et al., 2010; REGUERAS et al., 2009; EBNER; HOLZINGER, 2007).

Step 5: Competição e engajamento social

A competição é um elemento crucial dos jogos e é constantemente usada para aumentar o desempenho acadêmico (LORENZO-ALVAREZ et al., 2019; BOUCHRIKA et al., 2019). Deve ser considerado no jogo, seja contra você ou outros usuários (DONEY, 2019; KARAASLAN et al., 2018). O desejo de vencer o jogo resulta em competição e ambição, fazendo com que os alunos pensem e aprendam rapidamente para o sucesso,

proporcionando motivação extra que possibilita o alcance de melhores resultados (KARAASLAN et al., 2018; FERNANDEZ et al., 2007). Muitos estudiosos acreditam que o uso da competição pode melhorar a robustez do *design* do jogo (DONEY, 2019; BOND et al., 2017; TENÓRIO et al., 2016; MARTÍN-SANJOSÉ et al., 2015; SANCHO et al., 2012 ; ATANASIJEVIC-KUNC et al., 2011; FRANCESCHI et al., 2009; FU et al., 2009; REGUERAS et al., 2009; WAUTELET; KOLP, 2012; FERNANDEZ et al., 2007).

A competição permite que os alunos compartilhem ideias de ajuda ou transfiram a culpa em casos de reprovação. Além disso, os alunos gostam de aprender com o inesperado e a empolgação, aguardando o que virá a seguir e perguntando qual será o assunto e quem vencerá. Ou seja, os desafios e a visibilidade das tarefas por outros usuários podem promover a competição (KARAASLAN et al., 2018; SARDI et al., 2017; JACKSON; MCNAMARA, 2013).

A influência social também pode estimular a competição para alcançar um *status* mais elevado na tabela de classificação e permitir inúmeras habilidades emocionais, como autosatisfação, autoestima e orgulho (BOUCHRIKA et al., 2019; SARDI et al., 2017). Tabelas de classificação, que geralmente contêm nome, apelido e / ou avatar, servem como fontes de motivação, porque os alunos desejam que seu esforço seja reconhecido publicamente e serve para comparar seu progresso com o de outros colegas (GARCIA-CABOT et al., 2019; DOMÍNGUEZ et al., 2013).

No entanto, muita ênfase na competição também pode prejudicar alguns usuários, pois eles podem ficar obcecados em tentar melhorar seus pontos e, portanto, perder o foco na aprendizagem (DONEY, 2019; EBNER; HOLZINGER, 2007).

Step 6: Feedback e reflexão

Fornecer *feedback* e permitir a aquisição de conhecimento por meio da experiência de jogo também são fatores essenciais em uma experiência de aprendizagem positiva (DONEY, 2019; GE, 2018; SPIRIDONOVA, 2016; DUQUE et al., 2013; VASSILEVA, 2008; WALL; AHMED, 2008). O *feedback* evita que os alunos se percam ou se confundam sobre o que e como realizar uma tarefa ou missão. Além disso, ajuda a acompanhar o progresso, desempenho, melhorar a compreensão e incentivar o envolvimento (MARTINENGO et al., 2019; PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019; SCHWADE; SCHUBERT, 2018; KOOIMAN et al., 2017; IBÁÑEZ et al., 2014;

JACKSON; MCNAMARA, 2013; MAGRO et al., 2010; CHOUDHURY et al., 2010; FOSS; EIKAAS, 2006). O *feedback* também pode ajudar na experiência, conhecimento e aprendizagem dos alunos ao aplicar o jogo (SOOD; SINGH, 2018; RASILA et al., 2015).

Doney (2019) acrescenta que em jogos complexos, é essencial fornecer *feedback* específico e individual realizado por um facilitador ou tutor para a evolução das tarefas. (LORENZO-ALVAREZ et al., 2019) Embora o professor não atue de forma síncrona durante o jogo, ele desempenha o papel de mentor esclarecendo as regras, treinando, enviando informações, atualizando o conteúdo e fornecendo *feedback* sobre a evolução do jogo.

Muitos alunos consideram o *feedback* imediato como o ambiente gamificado (GE, 2018; BOADA et al., 2015; FOSS; EIKAAS, 2006). *Feedback* direcionado, individualizado, detalhado e contínuo, de acordo com o ritmo e o tempo do aluno, são considerados de grande importância para aumentar o engajamento e melhorar a compreensão (MARTINENGO et al., 2019; KARAASLAN et al., 2018; OLSZEWSKI et al., 2018 ; FERNANDEZ et al., 2016).

O *feedback* também pode aumentar por meio das etapas, sendo determinado por certos pontos e permitindo que o conteúdo seja desbloqueado progressivamente, através dos níveis. A mesma lógica funciona para tarefas, pois uma tarefa respondida corretamente permite que o usuário prossiga para a próxima etapa. Essa progressão visual do conteúdo aumenta o foco no processo de aprendizagem (GARCIA-CABOT et al., 2019; PROCHAZKOVA et al., 2019). Além disso, as caixas de diálogo que esclarecem as respostas adequadas, explicando por que está correto ou simplesmente indicando que a escolha não foi a mais adequada, de forma educativa e não punitiva, são fontes importantes de *feedback* (NORTH-SAMARDZIC; WITT, 2019).

Step 7: Recompensa e credibilidade social

Os jogos tentam ativar os sentimentos dos alunos com sistemas de recompensa que reconhecem imediatamente o sucesso dos jogadores (DOMÍNGUEZ et al., 2013). A recompensa - sistemas de pontuação, plotagem com animações, emblemas, troféus e tabelas de classificação - é frequentemente empregada em jogos educacionais para estimular o jogador e apresentar, de forma encorajadora, o progresso das atividades.

Quando há uma recompensa envolvida, os jogadores geralmente ficam mais dispostos a vencer e, com isso, sua motivação é aumentada, além de, eventualmente, incentivar a participação (BERNIK et al., 2019; CHEW et al., 2018; GAUTHIER; JENKINSON, 2018; GE, 2018; PEREZ-MANZANO; ALMELA- BAEZA, 2018; SARDI et al., 2017; DE-MARCOS et al., 2017; DOMÍNGUEZ et al., 2013).

As recompensas podem ser por meio de prêmios virtuais ou reais com base no tempo gasto no sistema após a conclusão das tarefas, ou com base em outros elementos. Compromisso, motivação, engajamento ou satisfação são os principais benefícios desse elemento. Os prêmios / *badges* (medalhas) e homenagens estão diretamente relacionados ao *status* visual e credibilidade social dos jogadores e é por isso que são considerados altamente motivadores, divertidos e encorajadores (GARCIA-CABOT et al., 2019).

O uso de *badges* é um método típico de recompensa. São mostras visuais do progresso dos usuários que podem funcionar como uma recompensa extrínseca, levando as pessoas a realizarem atividades específicas para recebê-los. Eles também podem estimular a comparação social, ou seja, comparar suas realizações com as realizações dos outros e servir como um condutor de comportamento (KYEWSKI; KRÄMER, 2018; TENÓRIO et al., 2016). Li et al. (2016) acrescentam que a possibilidade de postar seu progresso na linha do tempo das mídias sociais para compartilhar com os amigos pode aumentar a motivação, a interação do usuário com o jogo e facilitar a aprendizagem autodirigida.

No entanto, deve-se ter cuidado para equilibrar a motivação intrínseca e extrínseca nos sistemas de recompensa. O aprendizado pode ser mais eficaz quando alguém está intrinsecamente motivado, por exemplo, pela curiosidade ou desejo de resolver um desafio para sua satisfação; ou extrinsecamente, para obter uma nota ou outra remuneração (DONEY, 2019; KYEWSKI; KRÄMER, 2018; DE-MARCOS et al., 2017; DOMÍNGUEZ et al., 2013).

Embora a literatura apresente diversos elementos que devem estar presentes nos jogos para que eles possam promover os efeitos de aprendizagem, estes são os mais utilizados. Além disso, percebe-se que a literatura sobre o assunto é dispersa, abordando os elementos de forma isolada e fragmentada, como pode ser visto na Figura 17. Poucos estudos mencionam esses elementos em conjunto. A competição e o engajamento social

são os elementos que mais se associam aos demais elementos, enquanto o perfil do usuário e as experiências personalizadas são os menos associados.

Figura 17 - Relação par a par entre os elementos de jogos

Elementos de Jogos	Perfil do usuário e experiências personalizadas	Desafio e missões claras	Narrativa e fantasia	*Loops* Repetitivos e liberdade de falhar	Competição e engajamento social	*Feedback* e reflexão	Recompensa e credibilidade social
Perfil do usuário e experiências personalizadas	13	1	0	1	0	2	1
Desafio e missões claras	1	14	3	2	5	5	5
Narrativa e fantasia	0	3	15	2	5	2	3
Loops Repetitivos e liberdade de falhar	1	2	2	9	4	1	2
Competição e engajamento social	0	5	5	4	19	5	5
Feedback e reflexão	2	5	2	1	5	25	3
Recompensa e credibilidade social	1	5	3	2	5	3	13
Legenda de cor	0	4	8	12	16	20	25

Fonte: Elaboração Própria (2021)

4.2 *7GOALS* e a abordagem do ciclo PDCA

A ideia passo a passo, baseada na abordagem "7 *Steps Problem Solving*" da metodologia WCM, foi utilizada e adaptada para apresentar, de forma sequencial, a evolução dos conceitos e o processo de planejamento do sistema para atingir o aprendizado *on-line* promovido pela gamificação, aumentando a motivação, o engajamento e a satisfação do aluno. Esses elementos foram classificados pela sigla *7GOALS - Gamified Oriented Active Learning Steps*.

Os *7GOALS* foram identificados na literatura de forma dispersa e isolada e aqui foram reunidos e estruturados para facilitar a concepção de ambientes gamificados para

o *e-learning*. Com o apoio do PDCA, os elementos foram combinados nas fases de planejamento, execução, controle e atuação, de forma a agrupar as ações sistemáticas necessárias à criação de tais sistemas, garantir que todas as etapas sejam consideradas e atender aos requisitos fundamentais para a percepção de valor nas interações dos alunos com o processo de aprendizagem pela gamificação.

A associação do PDCA com as etapas do 7*GOALS* é demonstrada pela estrutura apresentada na Figura 18. Assim, por meio de ciclos crescentes de evolução voltados para a aprendizagem do aluno, é possível promover o aprimoramento e a ampliação do uso da gamificação neste processo.

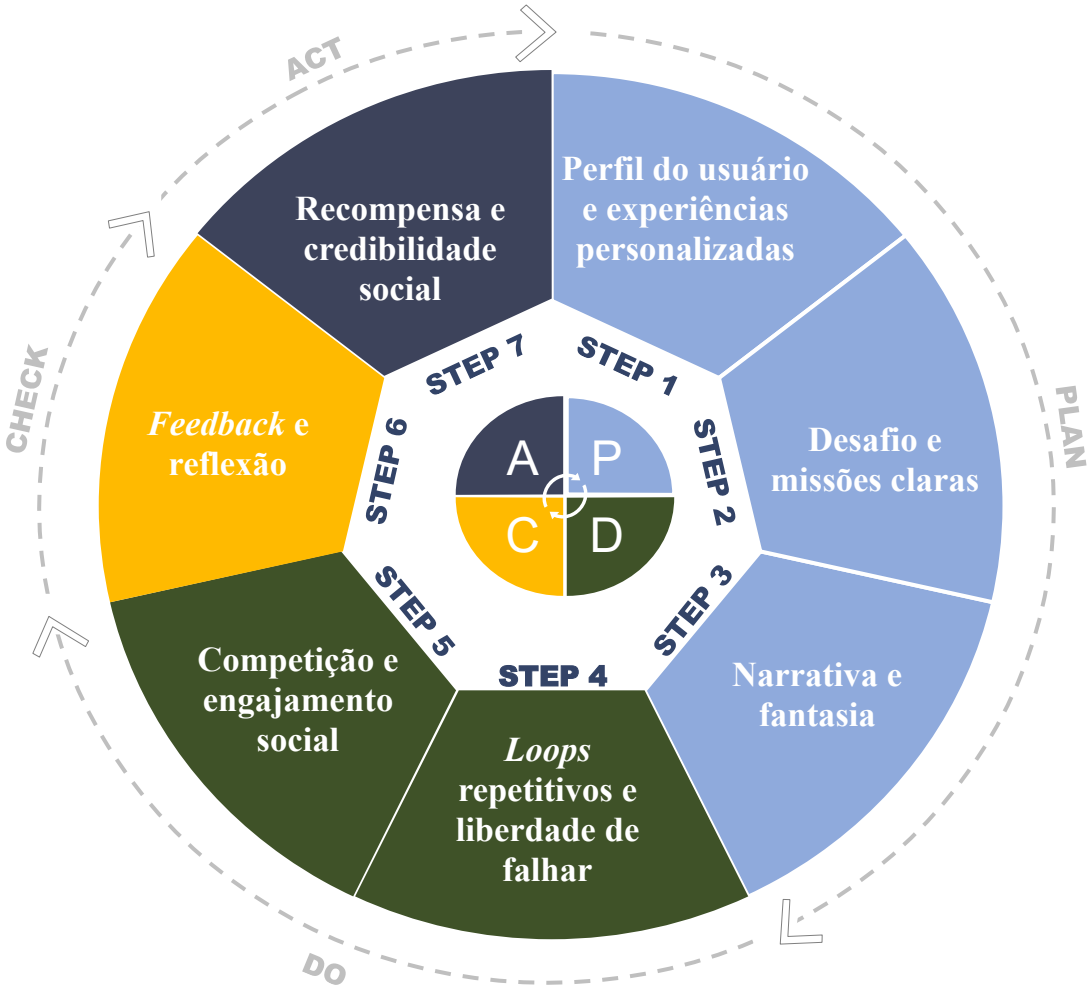


Figura 18 - *7GOALS* e o ciclo PDCA
Fonte: Baseado no WCM (DJOKIC, 2013)

A Figura 18 apresenta os principais elementos encontrados na literatura para o *design* de ambientes gamificados para o *e-learning*, com ciclos crescentes de evolução destinados à aprendizagem dos alunos. O *Step* 1 (perfil do usuário e experiências personalizadas), *Step* 2 (desafio e missões claras) e *Step* 3 (narrativa e fantasia) compõem o processo de planejamento do sistema (P – *Plan*). O objetivo é definir o perfil do aluno, habilidades cognitivas, público-alvo, faixa etária, grau de dificuldade das atividades e estabelecer os desafios explicando claramente seus objetivos e traçando-os, através de narrativas com uma metáfora de fantasia para atrair o público inicial. Esta etapa é importante para planejar o sistema gamificado, ou seja, conhecer o público a que se destina, definir os desafios que esses alunos esperam e compreender a narrativa necessária para que a imersão seja completa.

Em seguida, o *Step* 4 (*loops* repetitivos e liberdade de falhar) e *Step* 5 (competição e engajamento social) são associadas à execução das tarefas pelos alunos (Fase D - *Do*). Assim, repetir atividades várias vezes com a permissão para reprovar prepara os alunos para a proficiência em habilidades / conhecimento e competição por meio de influência social e tabelas de classificação. É aqui que o aluno poderá realizar as tarefas, repeti-las quantas vezes forem necessárias, não ser punido severamente por falhas, além de competir com outros alunos de forma colaborativa ou individual com a possibilidade de divulgar os resultados por meio de redes sociais.

Na sequência, o *Step* 6 (*feedback* e reflexão) permite monitorar o processo de aprendizagem, verificar se os objetivos foram alcançados e refletir sobre as melhorias necessárias (Fase C - *Check*). Nesse momento, os alunos poderão ter sinais do andamento das tarefas e direção do que precisa ser feito para concluí-las. Como pode ser observado na revisão sistemática da literatura, diversos estudos consideram esse elemento como um dos principais elementos para promover a aprendizagem de forma eficaz.

Por fim, o *Step* 7 (recompensa e credibilidade social) corresponde à busca pela ampliação do conhecimento ocasionada pelo estímulo das recompensas e da credibilidade social que pontos, medalhas, troféus, entre outros, representam a Fase A (*Act*). É uma forma de celebrar o aprendizado, corrigir as falhas encontradas na etapa anterior e manter esse ciclo constante.

Dessa forma, o *7GOALS* se propõe a ajudar na dualidade entre a ludicidade e seriedade do processo de ensino por meio de processos gamificados. Isso porque reúne

os principais blocos de construção da gamificação para estimular atitudes comportamentais e assim alavancar os resultados de aprendizagem. Este formato permite uma forma lúdica para aprendizagem, aproximando-se das novas gerações e ao mesmo tempo trazendo a discussão de assuntos sérios educacionais.

5- *SMART:* RELAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E AS PRÁTICAS DE GAMIFICAÇÃO PARA O *E-LEARNING*

Este capítulo tem o intuito de analisar a relação da Indústria 4.0 com a aplicação da gamificação em ambientes educacionais *on-line*. Uma estrutura retratando esta relação e as principais tendências de contribuição da quarta revolução industrial à aprendizagem gamificada é aqui apresentada com o nome de *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological*) para atender ao objetivo específico (iii) e responder a RQ3.

5.1 Classificação das tecnologias da Indústria 4.0

O conceito da Indústria 4.0 (I4.0) ainda é diverso na literatura acadêmica e não há um consenso universalmente aceito sobre o tema (NOSALSKA et al., 2019). No entanto, desde o seu primeiro anúncio em 2011, na Alemanha, a Indústria 4.0 se tornou uma das principais prioridades do desenvolvimento industrial atual (MUELLER et al., 2017; ROBLEK et al., 2016).

De acordo com a literatura, há várias terminologias utilizadas para referir-se a Indústria 4.0. São elas: *Industrie* 4.0 (NOSALSKA et al., 2019; MUELLER et al., 2017); *Smart Factory* (NOSALSKA et al., 2019; MUELLER et al., 2017); *Fourth Industrial Revolution* (NOSALSKA et al., 2019; ROBLEK et al., 2016); *Smart Manufacturing* (NOSALSKA et al., 2019; FRANK et al., 2019; FATORACHIAN; KAZEMI, 2018); *Smart Industry* (NOSALSKA et al., 2019); *Industrial Internet of Things* (NOSALSKA et al., 2019); *Digital Transformation* (NOSALSKA et al., 2019); *Smart Working* (FRANK et al., 2019); *Advanced Manufacturing* (FRANK et al., 2019; YANG; GU, 2021, NOSALSKA et al., 2019).

A Indústria 4.0 é apontada como tendência para o uso crescente das tecnologias de informação e comunicação para autonomia dentro do ambiente de manufatura (MUELLER et al., 2017). Deu origem a quarta revolução industrial com características de produção de sistemas ciberfísicos com comunicação entre humanos e máquinas, heterogeneidade de dados e integração do conhecimento (LU, 2017; ROBLEK et al.,

2016). Tem como objetivo atingir um nível mais alto de eficiência operacional e produtividade, bem como um nível mais alto de automatização (LU, 2017).

A I4.0 engloba várias tecnologias-chave e paradigmas associados de áreas interdisciplinares (MABKHOT et al., 2021; LU, 2017). No total, nove dimensões ou tecnologias facilitadoras principais são descritas na literatura: *Big Data Analytics;* Robôs Autônomos; Simulação; Sistema de Integração Horizontal e Vertical; Internet das Coisas *(IoT - Internet of Things);* Computação em Nuvem; Manufatura Aditiva; Realidade Virtual/Aumentada e *Cyber* Segurança (MABKHOT et al., 2021; HASNAN; YUSOFF, 2018; JAFERY et al., 2019; ERBOZ, 2017).

Essas tecnologias são, também, chamadas de pilares ou blocos de construção do I4.0 e podem ser definidas por um nível inferior de granularidade, por meio de elementos, para facilitar sua compreensão, diminuir o nível de abstração e alcançar mapeamentos significativos (MABKHOT et al., 2021). Neste trabalho, definiu-se em atuar com as nove tecnologias de forma mais granular por meio de *keywords* que pudessem representar cada uma. No total, 66 *keywords* foram definidas e classificadas, de acordo com a definição da tecnologia e referências da literatura acadêmica, conforme pode ser visto pelo Quadro 5.

Quadro 5 - Tecnologias I4.0 e suas respectivas *keywords*

Tecnologias	Definições	*Keywords* correspondentes
T1. *Big Data Analytics*	T1.1 *Big data* consiste na coleta de dados de sistemas e objetos, como leitura de sensores. *Analytics* consiste em mineração de dados e aprendizado de máquina. A combinação de *big data* com *analytics* pode otimizar as atividades da linha de produção e apoiar a tomada de decisão em todas as dimensões de um negócio industrial (FRANK et al., 2019). T1.2 É definido com um grande conjunto de dados heterogêneo, oriundo de várias fontes, em diferentes formatos e tempo (MABKHOT et al., 2021). T1.3 O processo de *big data analytics* fornece informações sobre as preferências dos clientes, algoritmos de correlações, tendências e outras informações (ERBOZ, 2017).	•*Big Data* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019; FRANK et al., 2019; JAFERY et al., 2019; FATORACHIAN; KAZEMI, 2018; ERBOZ, 2017) •*Data Analytic* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019) •*Data Process, Data Access* (MABKHOT et al., 2021) •*Data Mining* (FRANK et al., 2019) •*Dataset, Data Generated* (ERBOZ, 2017)

T2. Robôs Autônomos	T2.1 *Autonomous robots* (AR) são máquinas inteligentes capazes de realizar tarefas, sem o controle humano explícito. Fazem parte do núcleo da produção autônoma que é uma importante parte da *Smart Factory* (MABKHOT et al., 2021). T2.2 Utilizam interface homem-máquina baseado em sensores inteligentes e são capazes de colaborar e interagir ativamente com os humanos (D'ORAZIO et al., 2020). T2.3 São usados na indústria de manufatura para resolver tarefas complexas que não são facilmente resolvidas por um ser humano (ERBOZ, 2017).	•*Autonomous Robot* (MABKHOT et al., 2021; JAFERY et al., 2019; ERBOZ, 2017) •*Robot* (YANG; GU, 2021; NOSALSKA et al., 2019) •*Industrial Robot, Automated Guided Vehicle* (AGV) (NOSALSKA et al., 2019) •*Advanced Robotic, Intelligent Robot* (D'ORAZIO et al., 2020) • *Human-robot* (ERBOZ, 2017) •*Collaborative Robot (Cobots)* (NOSALSKA et al., 2019; FRANK et al., 2019)
T3. Simulação	T3.1 É uma representação de operações que ocorre no mundo real em uma determinada função de tempo (MABKHOT et al., 2021). T3.2 Permite desenvolver um processo de análise e otimização de cenários em um ambiente virtual, colaborando com a redução do risco associado a um processo, uma vez que este pode ser identificado com antecedência (D'ORAZIO et al., 2020). T3.3 Ferramentas de simulação desempenham um papel de apoio nas atividades de produção, promovendo um ambiente de manufatura sustentável (ERBOZ, 2017).	•*Simulation* (MABKHOT et al., 2021; D'ORAZIO et al., 2020; YANG; GU, 2021; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019; ERBOZ, 2017) •*Virtual Factory* (MABKHOT et al., 2021) •*Virtual Scenario* (D'ORAZIO et al., 2020) •*DigitalTwins, Digital Twin* (MABKHOT et al., 2021; D'ORAZIO et al., 2020)
T4. Sistema de Integração Horizontal e Vertical	T4.1 Integra e constrói um ambiente colaborativo para melhorar produtos e serviços ao longo do seu ciclo de vida. A integração horizontal ocorre em toda a rede de criação de valor. A vertical é intra-empresa e se concentra na colaboração entre os diferentes níveis da hierarquia corporativa (MABKHOT et al., 2021). T4.2 A integração horizontal envolve a troca de informações em tempo real sobre as ordens de produção com fornecedores e centros de distribuição (FRANK et al., 2019). T4.3 A integração vertical refere-se aos sistemas flexíveis e reconfiguráveis dentro da fábrica e até que ponto eles estão integrados para garantir agilidade (ERBOZ, 2017).	•*Horizontal Integration* (MABKHOT et al., 2021; FRANK et al., 2019; HASNAN; YUSOFF, 2018; ERBOZ, 2017) •*Vertical Integration* (MABKHOT et al., 2021; HASNAN; YUSOFF, 2018; ERBOZ, 2017) •*System Integration, Model Integration* (MABKHOT et al., 2021) •*DigitalTwins, Digital Twin* (MABKHOT et al., 2021) •*Integrated Model* (MABKHOT et al., 2021)

T5. Internet das Coisas (IoT)	T5.1 O paradigma IoT prevê uma infraestrutura de rede global conectando uma variedade de dispositivos físicos e virtuais as coisas inteligentes (*smart things*) que fornecem recursos de identificação, processamento de dados, sensoriamento e conexão para apoiar o desenvolvimento de serviços e aplicativos cooperativos (SANTOS et al., 2015). T5.2 Permite que pessoas e coisas se conectem a qualquer hora, lugar e com qualquer pessoa, de preferência usando qualquer caminho / rede /serviço (MABKHOT et al., 2021). T5.3 Possibilita incorporar as informações de objetos físicos no mundo virtual, colaborando para a fusão entre os sistemas reais e virtuais (MUELLER et al., 2017). T5.4 Permite a criação de produtos, serviços e modelos de negócios completamente novos (ROBLEK et al., 2016). T5.5 IoT é a tendência para a nova revolução industrial (LU, 2017) e integra várias tecnologias facilitadoras (ATZORI et al., 2010).	• *Internet of Things, RFID, Sensor / Sensory / Sensorial* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019; FRANK et al., 2019; MUELLER et al., 2017; LU, 2017; ROBLEK et al., 2016; HOZDIĆ, 2015; ATZORI et al., 2010) • *Service Oriented Architecture* (SOA) (MABKHOT et al., 2021; ATZORI et al., 2010) • *Connectivity* (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018); *Network Connectivity* (ATZORI et al., 2010) • *Tags, Interoperability, Web of Things, Authentication, Data Collection, Data Sensing, Network Protocol, Social Network* (ATZORI et al., 2010)
T6. Computação em Nuvem	T6.1 É um modelo que permite o acesso onipresente, conveniente e sob demanda à rede e a um *pool* compartilhado de recursos de computação que pode ser configurado e liberado rapidamente com o mínimo de esforço de gerenciamento (MABKHOT et al., 2021). T6.2 Nuvem é um conjunto em grande escala (idealmente limitado) de recursos de computação virtualizados de fácil utilização que pode ser configurado dinamicamente para atender uma carga variável (SANTOS et al., 2015). T6.3 Rede em Nuvem possibilita a comunicação remota de produtos, dispositivos e máquinas, permitindo que os dados gerados em vários locais sejam transferidos para armazenamento de dados centrais para acesso e análise subsequente (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018).	•*Cloud* (YANG; GU, 2021; FATORACHIAN; KAZEMI, 2018; HASNAN; YUSOFF, 2018; SANTOS et al., 2015; ERBOZ, 2017) • *Cloud Computing* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019; FATORACHIAN; KAZEMI, 2018; ROBLEK et al., 2016) • *Cloud of Sensor, Cloud of Things, Virtualization Virtualized, Transmission of Data, Decentralized / Descentralization* (SANTOS et al., 2015) •*Cloud Manufacturing* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019) • *Cloud Service* (FRANK et al., 2019) • *Cloud System, Cloud Network* (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018)

T7. Manufatura Aditiva	T7.1 É o termo usado para se referir a um grupo de tecnologias de produção que são nativamente digitais e são baseadas no uso e processamento de dados digitais (MABKHOT et al., 2021). T7.2 É definida como impressão 3D e refere-se à produção de produtos customizados para as necessidades dos clientes. Utiliza de protótipos para isso (ERBOZ, 2017). T7.3 A impressão 3D permite a construção de várias geometrias complexas de estruturas usando metal ou plástico (YANG; GU, 2021).	•*Additive Manufacturing; 3D Printing* (MABKHOT et al., 2021; YANG; GU, 2021; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019; HASNAN; YUSOFF, 2018) •3D *Model* (MABKHOT et al., 2021)
T8. Realidade Virtual / Aumentada	T8.1 Representa uma combinação do mundo real com o virtual, possibilitando aumentar a percepção humana (MABKHOT et al., 2021). T8.2 É um sistema gráfico interativo que permite intervir em um fluxo de imagens de vídeo, modificando a realidade por meio da adição de conteúdos e animações virtuais em tempo real (D'ORAZIO et al., 2020). T8.3 É definida como a tecnologia interativa que permite a harmonia entre o mundo virtual e seus usuários, enquanto o mundo virtual está sendo usado como parte do ambiente real (ERBOZ, 2017).	•*Augmented Reality* (MABKHOT et al., 2021; D'ORAZIO et al., 2020; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019; FRANK et al., 2019; HASNAN; YUSOFF, 2018; ERBOZ, 2017) •*Computer-mediated Reality* (D'ORAZIO et al., 2020) •*Virtualization*, *Virtualized*, *Virtual Environment* (MABKHOT et al., 2021) •*Virtual Reality* (NOSALSKA et al., 2019; FRANK et al., 2019)
T9. *Cyber* Segurança	T9.1 É a capacidade de proteger ou defender o uso do ciberespaço de ataques cibernéticos (MABKHOT et al., 2021). T9.2 Fornece comunicações confiáveis e controle de acesso para proteger os sistemas contra ameaças de segurança (HASNAN; YUSOFF, 2018). T9.3 Permite soluções para evitar os efeitos negativos de incidentes de terror por meio de sistemas de defesa (ERBOZ, 2017).	•*Cybersecurity / Cyber security* (MABKHOT et al., 2021; NOSALSKA et al., 2019; JAFERY et al., 2019; HASNAN; YUSOFF, 2018; ERBOZ, 2017) •*Computer Security* (NOSALSKA et al., 2019) •*Network Security* (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018) •*Data Security* (ATZORI et al., 2010) •*Security / Secure Web* (MABKHOT et al., 2021; JAFERY et al., 2019; PILLONI, 2018) • *Secure Environment* (ATZORI et al., 2010) • *Information Security / Security Informatic* (MABKHOT et al., 2021)

Fonte: Elaboração Própria (2021)

5.2 Relação das tecnologias I4.0 com a gamificação aplicada para o *e-learning*

A gamificação é uma tecnologia emergente no contexto da filosofia da quarta revolução industrial em ambientes de Educação 4.0. Permite uma abordagem em que os alunos desenvolvam habilidades baseadas em tecnologia e ofereçam um modelo de aula mais eficiente e diversificado (ALMEIDA; SIMOES, 2019). No entanto, ainda existem poucos estudos abordando tópicos da Indústria 4.0 dentro da temática de gamificação. Na revisão sistemática estudada, apenas um artigo, por meio de três *keywords*, faz essa relação direta, conforme pode ser visto pela Tabela 4.

Tabela 4 - Citação da Indústria 4.0 na gamificação para o *e-learning*

Tecnologia	*Keywords*	Artigos	Total Artigos
Indústria 4.0	*Industry 4.0*	0	
	Industrie 4.0	0	
	Smart Factory	1	
	Fourth industrial revolution	0	
	Smart manufacturing	1	
	Smart industry	0	1
	Industrial Internet of things	0	
	Digital transformation	0	
	Smart Working	0	
	Advanced manufacturing	0	
	Smart Environment	1	

Fonte: Elaboração Própria (2021)

O artigo indicado pela Tabela 4 de Zhong e Huang (2014) apresenta um ambiente pedagógico inteligente baseado em jogos e tecnologias avançadas da Internet das Coisas (IoT) para o ensino do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (SCM). Os autores utilizam um estudo de caso do Departamento de Engenharia da Universidade de Hong Kong para simular a gestão da operação e produção por meio de aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em experiência, *e-learning* colaborativo e jogos logísticos.

Apesar de somente estes autores declararem explicitamente a Indústria 4.0 na composição do artigo, vários outros citam as tecnologias do I4.0 indiretamente por meio das *keywords* que as definem. As principais tecnologias citadas na gamificação para

aprendizagem *on-line* são Simulação com 70 artigos, Internet das Coisas com 56 artigos e Realidade Virtual/Aumentada com 46 artigos. As tecnologias com menos representatividade foram Manufatura Aditiva com 4 artigos, seguido de Sistema de integração Horizontal e Vertical com 5 artigos e Robôs Autônomos com 6 artigos, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Citação das tecnologias I4.0 na gamificação para o *e-learning*

Item	Tecnologia	*Keywords*	Artigos	Total Artigos
1	*Big Data Analytics*	*Big Data*	2	18
		Data Analytic	0	
		Data Process	3	
		Data Access	1	
		Data Mining	8	
		Dataset	5	
		Data Generated	2	
2	Robôs Autônomos	*Robot*	6	6
		Autonomous Robot	1	
		Industrial Robot	0	
		Automated Guided Vehicle (AGV)	0	
		Advanced Robotic	0	
		Intelligent Robot	0	
		Human-robot	0	
		Collaborative Robot	0	
3	Simulação	*Simulation*	70	70
		Virtual Factory	0	
		Virtual Scenario	2	
		DigitalTwins	0	
4	Sistema de Integração Horizontal e Vertical	*Horizontal Integration*	0	5
		Vertical Integration	1	
		System Integration	0	
		Model Integration	0	
		DigitalTwins	0	
		Integrated Model	5	
5	Internet das Coisas (IoT)	*Internet of Things*	3	56
		RFID	6	
		Sensor	20	
		Service Oriented Architecture	1	
		Connectivity	10	

		Network Connectivity	0	
		Tags	5	
		Interoperability	6	
		Web of Things	0	
		Authentication	5	
		Data Collection	2	
		Data Sensing	0	
		Network Protocol	0	
		Social Network	25	
6	Computação em Nuvem	*Cloud*	14	16
		Cloud Computing	3	
		Decentralized	1	
		Transmission of Data	0	
		Virtualization	2	
		Cloud of Things	0	
		Cloud of Sensor	0	
		Cloud Manufacturing	0	
		Cloud Service	0	
		Cloud System	0	
		Cloud Network	0	
7	Manufatura Aditiva	*Additive Manufacturing*	0	4
		3D Printing	1	
		3D Model	3	
8	Realidade Virtual / Aumentada	*Augmented Reality / Virtuality*	14	46
		Computer-mediated Reality	0	
		Virtualization	2	
		Virtual Reality	20	
		Virtual Environment	29	
9	*Cyber* Segurança	*Securtity*	11	13
		Cybersecurity	0	
		Computer Security	0	
		Network security	1	
		Data Security	1	
		Secure environment	1	
		Information security	2	
		Secure web	1	

Fonte: Elaboração Própria (2021)

No que se refere ao domínio de conhecimento dos artigos e sua relação com as tecnologias da Indústria 4.0, percebe-se que Simulação é a tecnologia predominante nos domínios já que possibilita a imersão, estimula a fantasia e experimentação, elementos estes essenciais nos jogos, seguido da Internet das Coisas e Realidade Virtual/Aumentada. A maior parte dos artigos classificados em Gestão e Carreira (89%) usam a Simulação como forma de aplicar os conhecimentos pela gamificação. Além disso, todas as tecnologias do I4.0 foram mencionadas de alguma forma no domínio Linguagens, Cognição e Comportamento uma justificativa pode ser a amplitude do tema. Ainda, 83% dos artigos de Ciências das Redes usam as *keywords* da Internet das Coisas em sua descrição, o que é esperado pelo formato de atuação deste domínio. A análise foi baseada pelo valor absoluto e seu respectivo percentual, conforme Figura 19.

Domínio / Tecnologias	Big Data Analytics	Cyber Segurança	Robôs Autônomos	Realidade Virtual / Aumentada	Manufatura Aditiva	Computação em Nuvem	Simulação	Internet das Coisas (IoT)	Sistema Integração
Ciências Biológicas	2	1	0	2	1	0	2	1	1
Ciências Exatas	2	3	3	7	0	1	14	11	0
Ciências Humanas	0	0	0	3	0	1	5	2	0
Linguagens, Cognição e Comportamento	9	2	3	16	1	6	19	17	3
Gestão e Carreira	0	1	0	3	0	2	8	3	0
Ciências das Redes	2	3	0	3	1	4	6	10	0
Saúde e Bem-estar	3	3	0	12	1	2	16	12	1
Total	18	13	6	46	4	16	70	56	5
Legenda de cor	0	5	10	20	30	40	50	60	70

Domínio / Tecnologias	Big Data Analytics	Cyber Segurança	Robôs Autônomos	Realidade Virtual / Aumentada	Manufatura Aditiva	Computação em Nuvem	Simulação	Internet das Coisas (IoT)	Sistema Integração
Ciências Biológicas	33%	17%	0%	33%	17%	0%	33%	17%	17%
Ciências Exatas	8%	13%	13%	29%	0%	4%	58%	46%	0%
Ciências Humanas	0%	0%	0%	43%	0%	14%	71%	29%	0%
Linguagens, Cognição e Comportamento	20%	5%	7%	36%	2%	14%	43%	39%	7%
Gestão e Carreira	0%	11%	0%	33%	0%	22%	89%	33%	0%
Ciências das Redes	17%	25%	0%	25%	8%	33%	50%	83%	0%
Saúde e Bem-estar	11%	11%	0%	43%	4%	7%	57%	43%	4%
Total	14%	10%	5%	35%	3%	12%	54%	43%	4%
Legenda de cor	0%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	100%

Figura 19 - Classificação dos artigos, pertencentes aos domínios de conhecimento, em relação à menção das tecnologias da I4.0
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Quanto aos níveis educacionais e sua associação com a I4.0, é possível verificar que a Educação Superior utiliza com predominância Simulação para a prática do conhecimento, já a Educação Profissional se divide basicamente entre Simulação, Realidade Virtual/Aumentada e Internet das Coisas, enquanto a Educação Básica se distribui entre Internet das Coisas, Simulação e Realidade Virtual/Aumentada. A Educação Geral utiliza com predominância a Internet das Coisas e igualmente Simulação e Realidade Virtual/Aumentada. *Big Data Analytics*, Robôs Autônomos e Computação em Nuvem apresentam componentes em todos os níveis de Educação, exceto em Educação Profissional. O resultado é apresentado pela Figura 20 com o valor absoluto e seu respectivo percentual.

Educação / Tecnologias	Big Data Analytics	Robôs Autônomos	Manufatura Aditiva	Cyber Segurança	Simulação	Computação em Nuvem	Realidade Virtual / Aumentada	Internet das Coisas (IoT)	Sistema Integração
Educação Superior	10	3	2	7	43	6	21	26	2
Educação Profissional	0	0	0	1	4	0	4	4	0
Educação Básica	4	1	0	3	10	3	8	11	0
Educação Geral	4	2	2	2	13	7	13	15	3
Total	18	6	4	13	70	16	46	56	5
Legenda de cor	0	5	10	20	30	40	50	60	70

Educação / Tecnologias	Big Data Analytics	Robôs Autônomos	Manufatura Aditiva	Cyber Segurança	Simulação	Computação em Nuvem	Realidade Virtual / Aumentada	Internet das Coisas (IoT)	Sistema Integração
Educação Superior	15%	4%	3%	10%	63%	9%	31%	38%	3%
Educação Profissional	0%	0%	0%	11%	44%	0%	44%	44%	0%
Educação Básica	14%	4%	0%	11%	36%	11%	29%	39%	0%
Educação Geral	16%	8%	8%	8%	52%	28%	52%	60%	12%
Total	14%	5%	3%	10%	54%	12%	35%	43%	4%
Legenda de cor	0%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	100%

Figura 20 - Relação dos níveis educacionais e as tecnologias I4.0
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Ainda, as regiões com aplicação das tecnologias I4.0 nos artigos de gamificação são variadas, sendo predominante no ambiente Europeu, seguido do continente Asiático e Americano. Dentre os destaques, pode-se citar o Canadá, Alemanha e Austrália na tecnologia *Big Data Analytics*; Espanha em Robôs Autônomos, bem como em Simulação; Austrália e México na tecnologia Sistema de Integração Horizontal e Vertical; Estados Unidos, Espanha e China em Internet das Coisas; Sub-Saharan Africa e Croácia em Manufatura Aditiva; Espanha, Estados Unidos, Canadá e China em Realidade Virtual/Aumentada; China em *Cyber* Segurança. A tecnologia Computação em Nuvem teve contribuições dispersas em alguns países da América, Ásia, Europa, Ásia e Oceania, não havendo um país mais representativo, conforme Figura 21.

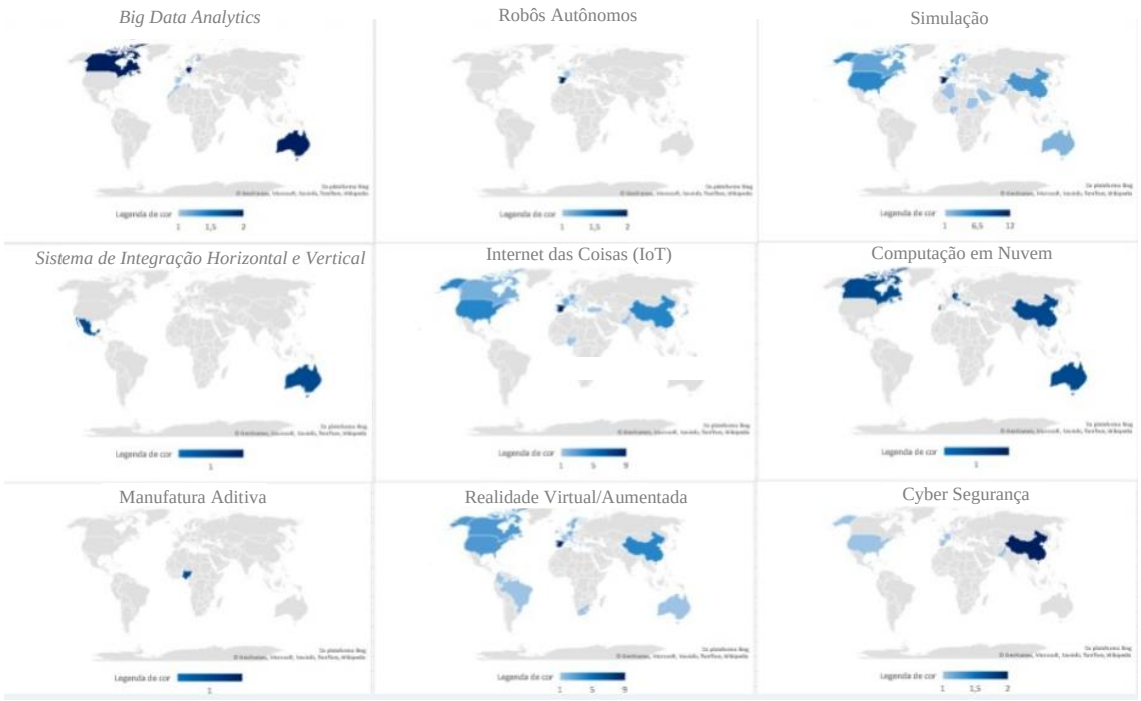


Figura 21 - Distribuição dos países por tecnologia I4.0 nos artigos de gamificação
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Apesar da I4.0 ter sido lançada em 2011, as tecnologias que a compõe já apareciam na literatura anterior a essa data. No entanto, foi a partir desse ano que as *keywords* do I4.0 ficaram mais evidentes. A Figura 22 apresenta a evolução das tecnologias conforme o ano de publicação dos artigos e a Figura 23 demonstra a evolução acumulada. Percebe-se que a partir de 2008 três tecnologias tiveram publicações contínuas: Internet das Coisas (IoT), Realidade Virtual/Aumentada e Simulação. Além

disso, os anos de 2018 e 2019 foram mais representativos com o uso das tecnologias, mostrando o início de uma tendência para a sinergia entre gamificação e tecnologias da Indústria 4.0.

★ Início I4.0

Tecnologia / Ano	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Internet das Coisas (IoT)	0	0	1	3	3	3	1	2	6	5	8	7	5	6	6	56
Manufatura Aditiva	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
Cyber Segurança	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	3	2	1	3	0	13
Realidade Virtual / Aumentada	0	0	0	2	4	3	3	2	5	2	4	5	2	10	4	46
Big Data Analytics	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	3	2	6	2	18
Simulação	1	1	2	3	3	4	3	4	4	4	8	5	1	11	16	70
Robôs Autônomos	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	0	6
Computação em Nuvem	0	0	0	1	0	1	0	0	3	1	1	3	0	5	1	16
Sistema Integração	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	5
Legenda de cor	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Figura 22 - Evolução temporal dos artigos que relacionam a gamificação com as tecnologias I4.0
Fonte: Elaboração Própria (2021)

★ Início I4.0

Tecnologia / Ano	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Internet das Coisas (IoT)	0	0	1	4	7	10	11	13	19	24	32	39	44	50	56	56
Manufatura Aditiva	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
Cyber Segurança	0	0	0	0	0	2	2	2	3	4	7	9	10	13	13	13
Realidade Virtual / Aumentada	0	0	0	2	6	9	12	14	19	21	25	30	32	42	46	46
Big Data Analytics	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	5	8	10	16	18	18
Simulação	1	2	4	7	10	14	17	21	25	29	37	42	43	54	70	70
Robôs Autônomos	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	6	6	6
Computação em Nuvem	0	0	0	1	1	2	2	2	5	6	7	10	10	15	16	16
Sistema Integração	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	5	5
Legenda de cor	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Figura 23 - Evolução acumulada dos artigos que relacionam a gamificação com as tecnologias I4.0
Fonte: Elaboração Própria (2021)

É importante destacar que embora os artigos não tragam uma relação direta da Indústria 4.0 com a gamificação, várias tecnologias do I4.0 foram mencionadas nos trabalhos. No total, 234 contribuições das tecnologias foram identificadas nos 130 artigos analisados. Deste quantitativo, apenas 10% da revisão sistemática não fizeram nenhuma menção as *keywords* pesquisadas e todas as tecnologias do I4.0 foram identificadas nos artigos de gamificação aplicada para o *e-learning*. A Figura 24 apresenta o resumo das tecnologias consideradas, com sua respectiva quantidade de artigos de gamificação que trouxeram essa contribuição, bem como o período de sua publicação.

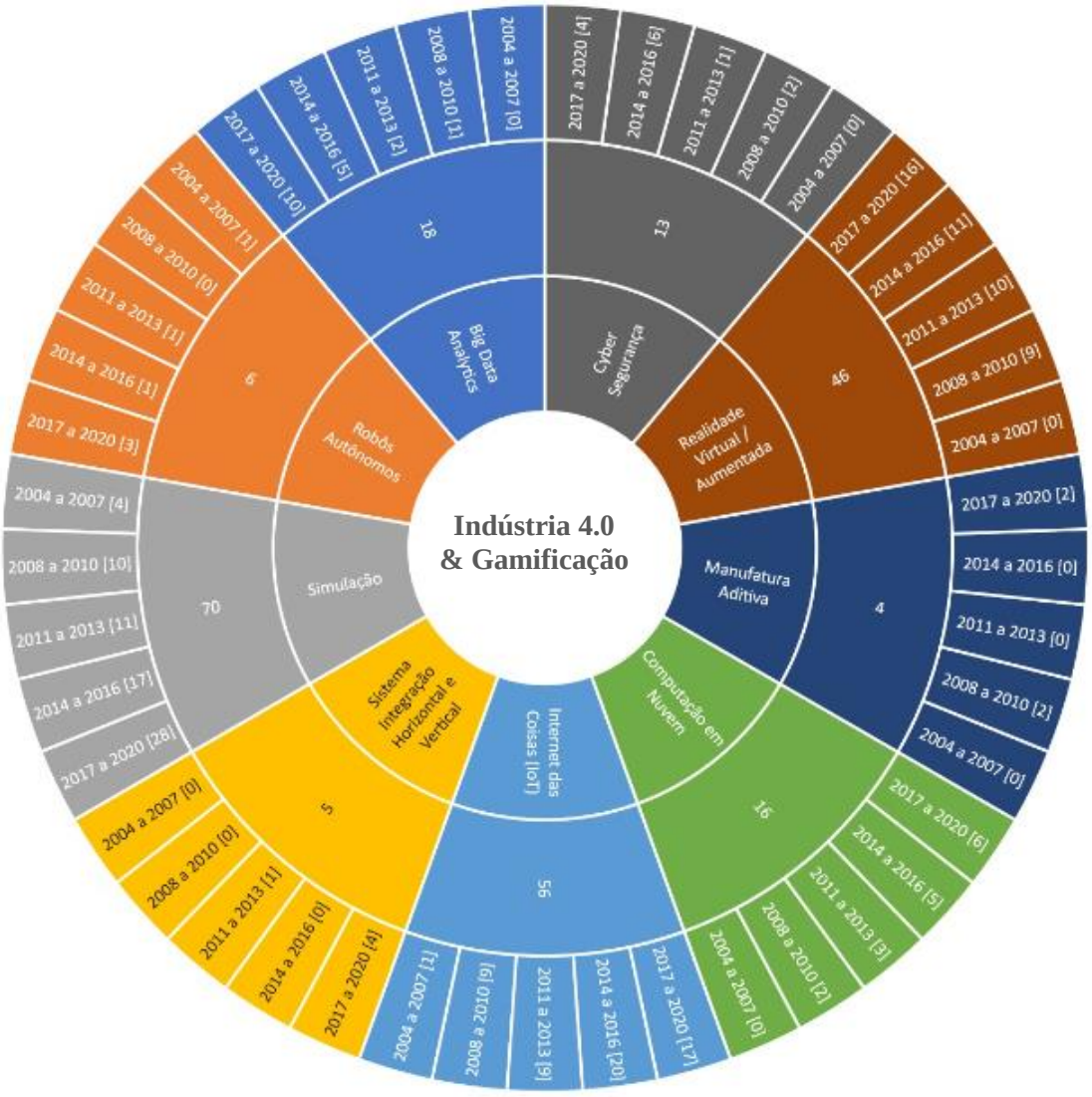


Figura 24 - Tecnologias I4.0 com a quantidade de artigos da revisão sistemática
Fonte: Elaboração Própria (2021)

No que se refere a quantidade de tecnologias englobadas em cada artigo, 40.77% dos artigos citam ao menos uma tecnologia, 23.08% citam duas tecnologias, 16.15% três tecnologias, 6.15% quatro tecnologias, 3.08% cinco tecnologias e 0.77 as seis tecnologias. Os artigos mais representativos na citação das *keywords* I4.0, mencionando 5 ou 6 tecnologias, são apresentados pelo *Top* 5 da Figura 25.

Dentre os *Top* 5, 4 (quatro) são estudo de caso e apenas 1 (um) revisão sistemática. Ainda, 3 (três) estão englobados no domínio Linguagens, Cognição e Comportamento, 1 (um) em Ciências Exatas e 1 (um) em Ciências das Redes. Além disso, 4 (quatro) estão classificados como Educação Geral e 1 (um) em Educação Superior. Quanto a motivação desses artigos, Cárdenas-Robledo (2018) tem interesse na aprendizagem onipresente e busca analisar as principais manifestações do *u-learning*, tendo os jogos digitais como um dos cenários atraentes; Sood e Singh (2018) enfocam as habilidades cognitivas e propõe uma estrutura de jogos educativos baseados no EEG - *electroencephalography* e modelado em arquitetura de algoritmo; Chew et al. (2018) analisam a experiência compartilhada por professores especialistas na implementação e utilização de tecnologias inovadoras em salas de aula; Luthon e Larroque (2015) apresentam um jogo de laboratório acoplado a um sistema de gerenciamento de aprendizagem (LMS) que possibilita construir circuitos usando um braço robótico controlado para o ensino da Engenharia e por fim, Vassileva (2008) apresenta como as tecnologias de aprendizagem social podem ser projetadas e as técnicas relevantes como psicologia social, teoria de jogos e sistemas multiagentes. Todos esses estudos possuem uma abordagem abrangente e usam as tecnologias como forma de apoiar os sistemas de aprendizagem.

Item	Referências	Revista	Educação	Tecnologias						
1	Sood, Singh, 2018	*Computer Applications in Engineering Education*	Educação Geral	Realidade Virtual / Aumentada	Simulação	*Big Data Analytics*	Internet das Coisas (IoT)	Computação em Nuvem	Robôs Autônomos	
2	Cárdenas-Robledo, 2018	*Telematics and Informatics*	Educação Geral	Realidade Virtual / Aumentada	Simulação	*Big Data Analytics*	Internet das Coisas (IoT)	Computação em Nuvem		
3	Chew et al., 2018	*Journal of Computers in Education*	Educação Geral	Realidade Virtual / Aumentada	Simulação	*Big Data Analytics*			Robôs Autônomos	*Cyber* Segurança
4	Luthon, Larroque, 2015	*IEEE Transactions on Learning Technologies*	Educação Superior	Realidade Virtual / Aumentada	Simulação		Internet das Coisas (IoT)		Robôs Autônomos	*Cyber* Segurança
5	Vassileva, 2008	*IEEE Transactions on Learning Technologies*	Educação Geral	Realidade Virtual / Aumentada	Simulação	*Big Data Analytics*	Internet das Coisas (IoT)	Computação em Nuvem		

Figura 25 - *Top* 5: artigos com o maior número de tecnologias mencionadas
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Como última análise, buscou-se investigar tendências entre as tecnologias do I4.0 mencionadas nos artigos de gamificação com o intuito de avaliar se os artigos que citam uma determinada tecnologia tendem a citar outra também. Como destaque é possível analisar que existe uma tendência dos artigos de gamificação que citam *Big Data* mencionar Simulação (61%); 100% dos artigos que citam Robôs Autônomos também citam Simulação e 83% Realidade Virtual/Aumentada e Internet das Coisas (IoT); dos 69% dos artigos que mencionam *keywords* de Computação em Nuvem também mencionam Internet das Coisas (IoT); 100% dos artigos de Manufatura Aditiva estão no Internet das Coisas (IoT); 72% dos artigos de Realidade Virtual/Aumentada estão em Simulação e 69% de *Cyber* Segurança estão relacionados a Internet das Coisas (IoT). O resultado é apresentado pela Figura 26 com o valor absoluto e seu respectivo percentual.

Com tudo isso, os principais achados dessa relação foram expostos pela Figura 27 e aqui denominada *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological*). A figura *SMART* demonstra como a Indústria 4.0 se relaciona com sistemas gamificados para o *e-leaning* para gerar aprendizagem *SINGULAR*, isto é, única e individual, embora seja personalizada em massa; *MODERN* reflexo da produção do novo em larga escala e ambientes que pertencem aos modelos atuais; *ACTIVE* possibilitando maior protagonismo na aprendizagem por meio da metodologia ativa e de acordo com o domínio de conhecimento e nível de escolaridade do aluno; *REALIST* baseada na experimentação e práticas reais em um processo dinâmico e *TECHNOLOGICAL* utilizando as tecnologias da Indústria 4.0 e se aproximando ao mundo atual que exige conhecimento e familiriaridade em tais tecnologias para desfrutar dos novos arranjos de trabalho.

Dessa forma, o primeiro pilar do *SMART* é composto pela Indústria 4.0 com as principais tecnologias ou dimensões apresentadas na literatura acadêmica. No segundo pilar está a Educação 4.0, fruto da quarta revolução industrial, que descreve a geração dos avanços tecnológicos para inovação da educação e protagonismo do aluno por meio das metodologias ativas. O pilar seguinte apresenta uma das formas da metodologia ativa se manifestar, através da gamificação, e portanto, contempla o desenho de um projeto gamificado destacando o domínio de conhecimento a ser aplicado e o nível de escolaridade para escolha dos próximos blocos. O pilar posterior destaca os sistemas gamificados com as tecnologias predominantes aplicadas neste segmento. Por fim, o pilar

subsequente é a aprendizagem em si, com o próposito de atender as demandas individualizadas em massa e assim promover o aprendizado de cada aluno.

Tecnologias I4.0	Big Data Analytics	Robôs Autônomos	Manufatura Aditiva	Cyber Segurança	Simulação	Computação em Nuvem	Realidade Virtual / Aumentada	Internet das Coisas (IoT)	System Integration
Big Data Analytics	18	2	0	2	11	5	8	7	0
Robôs Autônomos	2	6	0	2	6	1	5	5	0
Simulação	11	6	3	7	70	8	33	27	1
Sistema Integração	0	0	0	0	1	0	1	1	5
Internet das Coisas (IoT)	7	5	4	9	27	11	23	56	1
Computação em Nuvem	5	1	0	3	8	16	7	11	0
Manufatura Aditiva	0	0	4	0	3	0	1	4	0
Realidade Virtual/Aumentada	8	5	1	3	33	7	46	23	1
Cyber Segurança	2	2	0	13	7	3	3	9	0
Legenda de cor	0	5	10	20	30	40	50	60	70

Tecnologias I4.0	Big Data Analytics	Robôs Autônomos	Manufatura Aditiva	Cyber Segurança	Simulação	Computação em Nuvem	Realidade Virtual / Aumentada	Internet das Coisas (IoT)	Sistema Integração
Big Data Analytics	100%	11%	0%	11%	61%	28%	44%	39%	0%
Robôs Autônomos	33%	100%	0%	33%	100%	17%	83%	83%	0%
Simulação	16%	9%	4%	10%	100%	11%	47%	39%	1%
Sistema Integração	0%	0%	0%	0%	20%	0%	20%	20%	100%
Internet das Coisas (IoT)	13%	9%	7%	16%	48%	20%	41%	100%	2%
Computação em Nuvem	31%	6%	0%	19%	50%	100%	44%	69%	0%
Manufatura Aditiva	0%	0%	100%	0%	75%	0%	25%	100%	0%
Realidade Virtual/Aumentada	17%	11%	2%	7%	72%	15%	100%	50%	2%
Cyber Segurança	15%	15%	0%	100%	54%	23%	23%	69%	0%
Legenda de cor	0%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	100%

Figura 26 - Tendências de relação entre as tecnologias I4.0
Fonte: Elaboração Própria (2021)

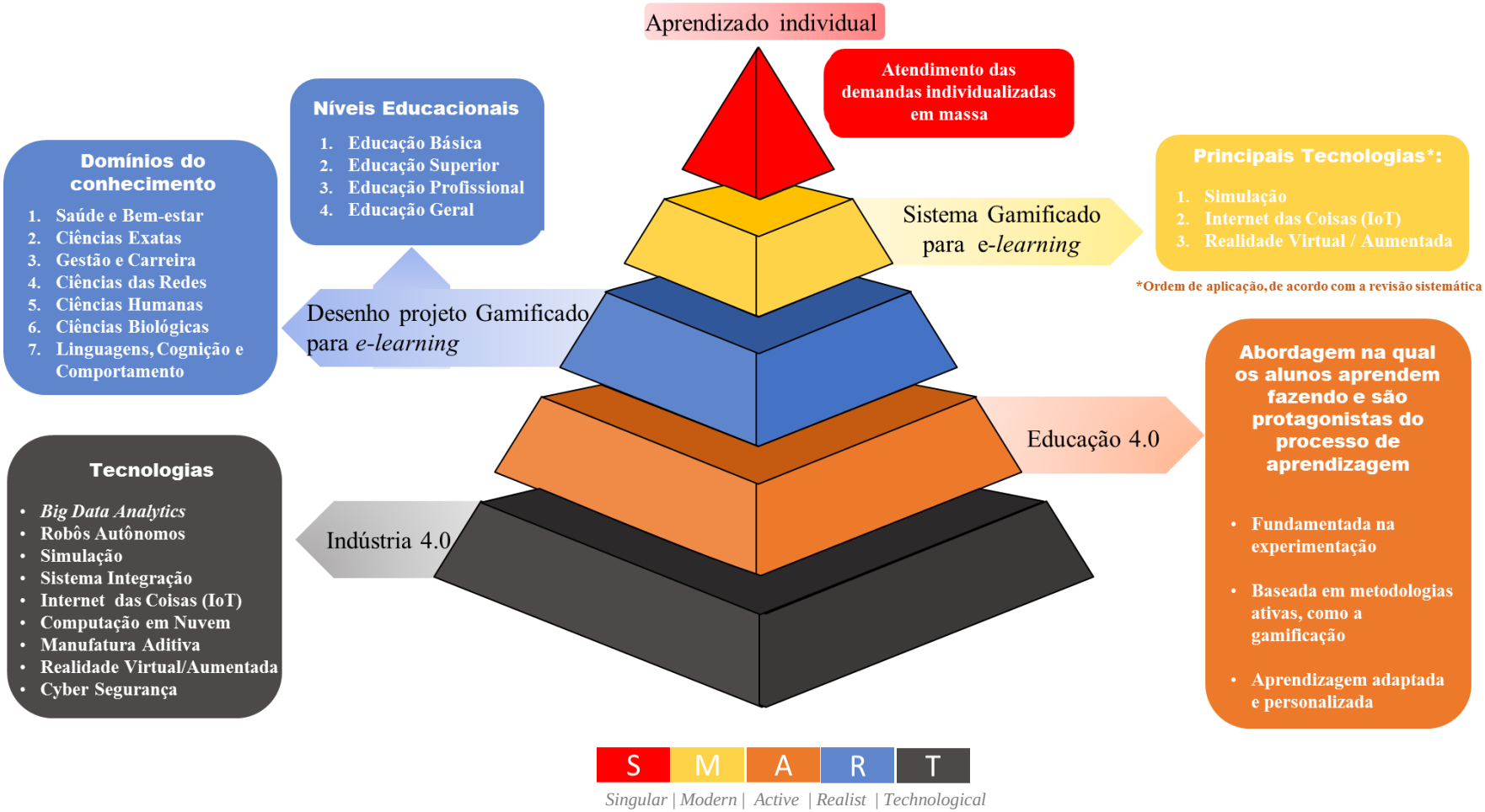


Figura 27 - *SMART:* Relação entre as tecnologias I4.0 e as práticas de Gamificação para o *e-learning*
Fonte: Elaboração Própria (2021)

6- *EASE*: GAMIFICAÇÃO PARA APRENDIZAGEM NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Este capítulo reúne e discute os principais resultados apresentados ao longo deste trabalho e propõe um *framework* simples e relevante, denominado *EASE* (*Elements, Attitudes, Smart, E-learning*), baseado no modelo IPO (*input-process-output*), para aprendizagem via mídia eletrônica por meio da gamificação. Este capítulo atende ao objetivo geral da pesquisa e responde a RQ4.

6.1 Input EASE e seus desafios: Fatores ou pressões externas ao setor educacional

O mundo atual vivencia grandes transformações tecnológicas, políticas e sociais, o que contribui para o projeto, desenvolvimento e experimento de soluções inovadoras em benefício dos cidadãos e organizações (ELIA et al., 2020).

Os recentes avanços tecnológicos transformaram as sociedades e melhoraram os padrões de vida globalmente (KIZILKAYA et al., 2021). Entre as inovações tecnológicas emergentes que redefinem as atividades *on-line* estão as mídias digitais. Pode-se dizer que a mídia digital domina o cotidiano das pessoas, seja assistindo TV, jogando videogames, lendo histórias por meio de *e-books*, *tablets* e *smartphones* (PISTOLJEVIC; HULUSIC, 2019). Cerca de 3,6 bilhões de pessoas globalmente usaram mídias em 2020 e esse número deve aumentar para quase 4,41 bilhões em 2025. Isso ilustra a mudança como as pessoas se comunicam e como as informações são compartilhadas (MARCIAL et al., 2021).

Esses avanços são explicitamente refletidos na educação e na maneira como os alunos percebem os ambientes de aprendizagem que são contingentes, mutáveis e podem englobar ferramentas digitais, como a internet e outros elementos para transformar a forma como se dá a aprendizagem (FERREIRA et al., 2019a).

Os desenvolvimentos nas áreas de sistemas inteligentes, tecnologias de computador, comunicação sem fio, bem como sensores móveis criaram novas oportunidades para o ambiente de aprendizagem. O impulso tecnológico no setor da

educação tem incentivado muitos países a se reinventarem e utilizar diferentes dispositivos como recursos instrucionais (ENNOUAMANI et al., 2020).

O campo das novas tecnologias surge no cenário mundial como eixo promissor para uma nova era para as iniciativas governamentais e política, o que gera novos desafios de compreensão e difusão da cidadania. As políticas digitais assumem um papel proativo no Estado para transformar e conectar de forma sustentada e aplicada o cidadão digital (VALENZUELA-FERNÁNDEZ et al., 2020). Em sintonia, os programas de governo para sensibilização digital junto as escolas e estudantes podem ampliar a taxa de alfabetização digital e incentivar os usuários a participar de cursos *on-line* (VANITHA; ALATHUR, 2021).

O *e-learning*, oriundo disso, permite o acesso a recursos de ensino/aprendizagem *on-line* através do uso de TIC (PATRA et al., 2021) e é uma força essencial para a democratização da educação. É uma forma de abrir a educação para populações que possuem acesso restrito por geografia, *status* ou deficiência física (ADARKWAH, 2021). É, ainda, útil para ajudar os alunos a adquirir instrução digital e de dados aderentes a realidade global na era da Revolução Industrial 4.0. No entanto, existem desafios no que diz respeito à aceitação e adoção deste formato, particularmente em países em desenvolvimento. Os desafios incluem falta de infraestrutura adequada, crenças culturais, baixas habilidades de informática, acesso limitado a serviços de internet, custo de implementação inacessível e plataformas não confiáveis (THOO et al., 2021).

Estes desafios ficaram ainda mais evidentes com a pandemia mundial derivada da COVID-19 que precisou interromper as atividades educativas em todos os ciclos, séries, cursos e níveis de ensino no contexto global. A tecnologia foi a grande aliada para minimizar os impactos negativos que o confinamento social trouxe à educação, evidenciando a importância do *e-learning*. Entretanto, as dificuldades de implantação levaram a um agravamento ainda maior das desigualdades sociais, exposição das lacunas da aprendizagem digital e aumento da taxa de exclusão na educação (VIERA et al., 2021; KULIKOWSKI et al., 2021; TOMCZYK et al., 2021).

Neste contexto, a UNESCO (2021) reforçou que a pandemia agravou a exclusão educativa, principalmente em estudantes em ambientes de vulnerabilidade social, fazendo que um total de 258 milhões de crianças e jovens fossem excluídos da educação durante o confinamento, o que equivale a 17% da população da idade escolar em todo o mundo.

Ainda, as desigualdades sociais se manifestam no ambiente digital com potencial de restringir as oportunidades digitais por diferentes parcelas da população (CETIC, 2020).

Em contrapartida a esta exclusão, a educação é um direito assegurado amplamente pela legislação, seja em âmbito nacional e internacional, fundamental a todos e auxilia não só o desenvolvimento pessoal, mas também no desenvolvimento dos países. Os aspectos legais relacionados a educação devem assegurar o acesso e permanência, em igualdade de condições, desde a educação infantil até o ensino superior. A garantia do direito, embora seja importante, muitas vezes não é concretizada na vida da população (MAIA, 2021).

Para atender a estas questões, aspectos estruturais como acesso ao celular e conectividade são impulsionadores de mudança, possibilitando uma revolução na educação. Essa revolução concede um conhecimento facilmente acessível por meio da rede de comunicação que precisa de alto desempenho em termos de latência, confiabilidade e taxa de dados. A quinta geração de comunicações celulares (5G) atende a essas necessidades e são a base para apoiar as tecnologias emergentes da Educação 4.0 (KIZILKAYA et al., 2021).

Além da conectividade com a internet, facilidades com infraestrutura como energia ininterrupta, equipe técnica de suporte e apoio aos professores e alunos, bem como *softwares, hardware* e utilitários de rede adequados nas aulas *on-line* são fundamentais (PATRA et al., 2021; VANITHA; ALATHUR, 2021).

Apesar dos estudos apresentarem um progresso referente a conectividade e aumento de usuários nas atividades realizadas *on-line* nos últimos anos, como por exemplo, o relatório emitido pelo Cetic.br em 2020, que mostrou que domicílios brasileiros com acesso à internet em 2020 chegou a 83%, o que representa 61,8 milhões de domicílios com algum tipo de conexão à rede, não se pode concluir que há uma preparação dos países mais periféricos quanto a inclusão digital tão requerida pela Educação 4.0. Isto porque estar conectado à internet não indica, necessariamente, que alguém está digitalmente incluído ou em processo de inclusão (CETIC, 2020).

As perspectivas dos países mais periféricos apontam uma carência de universalização do acesso a TIC, especialmente em regiões historicamente marcadas por desigualdades econômicas. Embora os esforços governamentais na melhoria da infraestrutura da rede, as especificidades regionais e dos usuários ainda não são atendidas.

Outro mais, a ausência de domínio em ferramentas digitais nestas regiões dificulta a formação de criadores e indivíduos ativos na sua formação, deixando o empoderamento informacional e tecnológico mais lento e enfraquecido (CARMO et al., 2020).

As famílias economicamente desfavorecidas encontram ainda mais dificuldades em ter instalações adequadas, como um smartphone, *tablets* ou computadores para estudo e cota de internet para *e-learning*. As situações financeiras das instituições para investir nesta modalidade também influenciam na adoção bem-sucedida deste tipo de sistema. A tecnologia e os *gadgets* necessários para tornar a aprendizagem eficaz não são baratos, afetando o processo *on-line*. Outro mais, alunos de países em desenvolvimento pontuam mais baixo em aprendizados *on-line* e tem maior probabilidade de desistir dos cursos se comparado com os colegas de países desenvolvidos. Dessa forma, a adoção de sistemas de *e-learning* ainda é contextualizada e depende do cenário econômico dos diferentes países (PATRA et al., 2021; ADARKWAH, 2021).

Conciliado a tudo isso, a diversidade cultural também precisa ser considerada neste tipo de ambiente, pois apesar de promover trocas sociais e novas ideias, se não for bem compreendida, pode gerar conflitos e problemas de integração. Os fatores culturais influenciam as preferências dos professores, alunos e estilos de aprendizagem, tornando um desafio na promoção de resultados equitativos, seja em culturas ocidentais ou orientais, independente da fonte de consumo (MALAQUIAS; JUNIOR, 2020).

Desse modo, a adoção do *e-learning* deve se concentrar nos aspectos culturais dos alunos, não só quando fornecido para países distintos a sua origem, mas também dentro de um mesmo país, já que muitas vezes é composto por várias culturas, a exemplo do Brasil. É relevante considerar os efeitos das características culturais para promoção da aprendizagem *on-line*, como individualismo/coletivismo, nível de tolerância à ambiguidade, prevenção a incerteza, perspectivas éticas, comportamento dos indivíduos e formas de se relacionar, dentre outros (CIDRAL et al., 2020).

Assim, nesta atual sociedade global é vital reconhecer que existem grandes áreas do mundo que não conseguem acompanhar todos esses avanços. Enquanto EUA e Europa podem estar discutindo a quarta onda da revolução industrial, há áreas do mundo sentindo os efeitos da primeira onda e outras áreas que ainda não começaram essa metamorfose, como alguns países da África (RITTER, 2021). Em muitas regiões há dificuldade de se levar até mesmo as habilidades digitais básicas para o dia-a-dia. No Brasil e países da

América do Sul, por exemplo, a inclusão da educação digital até o presente momento é insuficiente seguido pelo descompasso do nível de letramento em TIC (CARMO et al., 2020).

Portanto, as possibilidades para atuar com soluções digitais na educação e responder as necessidades atuais oriundas da Indústria 4.0 nas instituições educacionais dependem do contexto, movendo-se a ritmos diferentes (BONFIELD et al., 2020). No entanto, a ampliação do *e-learning* nas práticas educacionais pode ser declarada como fundamental para digitalizar o processo de ensino e avançar com as possibilidades da educação em qualquer hora e em qualquer lugar com a qualidade requerida (MITAL et al., 2021).

Todo este cenário apresentado pelos fatores externos que influenciam diretamente a educação, isto é, os fatores tecnológicos, social, legal, político, estrutural, econômico e cultural, precisam ser considerados em sistemas de aprendizagem *on-line*. Estes fatores, que não únicos ou exclusivos, geram novas oportunidades para educação na era corrente da revolução industrial e devem ser contemplados na composição dos sistemas educacionais, conforme pode ser visto pela Figura 28.

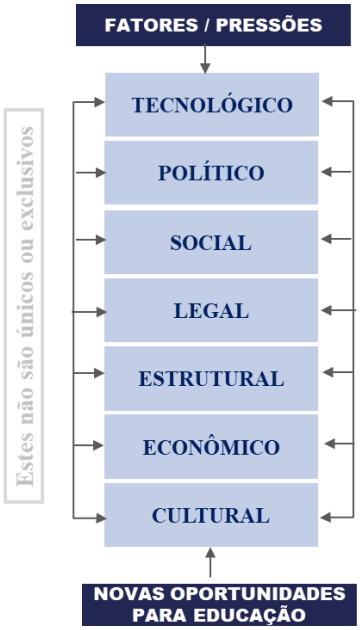


Figura 28 - *Input* do modelo *EASE*
Fonte: Elaboração própria (2022)

6.2 Process EASE: Processamento da gamificação para o e-learning

O processo de transformação do sistema educacional provocado pelos fatores ou pressões externas apresentadas na seção anterior utiliza de ferramentas tecnológicas, metodológicas e comportamentais para gerar novas oportunidades para educação e modificar o processo de ensino-aprendizagem tão requerido pelas atuais exigências de mercado e globalização.

Com a chegada da quarta revolução industrial, cresceu a necessidade dos educadores em utilizar em sala de aula tecnologias com o auxílio da Internet das Coisas (IoT), Big Data, Realidade Virtual/Aumentada e outras tecnologias presentes em várias indústrias. O impacto disso para a educação foi o surgimento de um novo paradigma, a Educação 4.0, que contempla novos benefícios para a aprendizagem e tendências de conhecimento (BUJANG et al., 2020).

A Educação 4.0, presente nesta etapa de processamento, considera que o processo de ensino-aprendizagem não é estruturado e fixo, mas ocorre em qualquer lugar e em qualquer tempo (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020). Ainda, contempla uma modernização do ambiente educacional com uma ampla gama de tecnologias, integrando recursos físicos e sistemas (MITAL et al., 2021). Hoje, o ensino em qualquer setor é bastante diferente de 20 anos atrás. As tecnologias baseadas na internet ganharam importância e o *e-learning* tem sido considerado valioso para complementar ou substituir a escolarização formal por alunos e educadores (SALEEM et al., 2021).

Neste processo, os educadores têm o papel de planejamento de currículo, englobando diferentes formas e abordagens para preparar os futuros profissionais (BUTT et al., 2020). Sob esta ótica, os professores constroem e transferem as informações com o apoio das tecnologias (SALEEM et al., 2021), bem como utiliza de estratégias pedagógicas baseadas em projetos, problemas, desafios, aprendizagem experiencial e colaborativa (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020). Possuem tarefa significante para oferecer ambientes favoráveis e orientar a vida e carreiras profissionais de jovens e adultos (KULIKOWSKI et al., 2021). Assumem o papel de mediador, permeando tanto os aspectos de tecnologia quanto os processos de aprendizado. Por isso, é essencial que estes educadores adquiram competências digitais que lhes permitam desenvolver e transmitir conhecimentos nesta era (TOMCZYK et al., 2021).

Em correspondência, os alunos participam da concepção do seu próprio currículo, baseado em suas características e necessidades. Adquirem não apenas conhecimentos técnicos relacionados às disciplinas específicas, mas também desenvolvem competências que serão úteis para o futuro ambiente do trabalho e para agregar valor à sociedade (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020). Os alunos são treinados, orientados e facilitados de forma que tenham flexibilidade e independência de tempo e lugar para estudar (BUJANG et al., 2020). Neste processo, os alunos participam ativamente da aprendizagem, levando-os a um desenvolvimento autônomo e permitindo que sejam ativos na realização de suas tarefas (CÁRDENAS; INGA, 2020).

Todas essas mudanças no papel de professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem, bem como a chegada da quarta revolução industrial, evidenciaram a necessidade de encontrar oportunidades para o sistema educacional e concentrar os esforços em prevenção de perdas de aprendizagem por desistências; atuação em competências para programas de empregabilidade; suporte aos docentes e professores; expansão do direito da educação; remoção de barreiras a conectividade e flexibilidade entre os níveis e tipos de educação (UNESCO, 2020),

A gamificação se apresenta como um método moderno capaz de atender algumas destas necessidades, ampliando a produtividade da educação, dinamismo e eficiência (SALEEM et al., 2021). Em especial, o combate as taxas de desistência e evasão de alunos no *e-learning* já que permite envolvê-los para alcançar os comportamentos e resultados de aprendizagem desejados (ALSUBHI et al., 2021).

As práticas gamificadas são um elemento chave na motivação das pessoas, particularmente aquelas nascidas na era digital dos jogos *on-line* para atrair a execução de determinadas tarefas, como melhorar sua forma física (Nike+), gerar fidelidade a marca (Starbucks) e na educação para encorajar os alunos na aquisição do conhecimento e no processo de aprendizagem (BAI et al., 2020).

A gamificação foi comprovada em pesquisas acadêmicas como uma forma de afetar positivamente o comportamento para melhorar o desempenho geral das tarefas do aluno e aperfeiçoar as experiências de aprendizagem. Vários estudos mostram que a gamificação pode melhorar a motivação, engajamento e satisfação, permitindo ampliar a participação do aluno neste processo (PAKINEE; PURITAT, 2021; LEUNG et al., 2021).

A motivação é relevante para a aprendizagem e pode ser estimulada pela socialização, colaboração em equipe e fatores externos permitidos por sistemas gamificados como pontos, conquistas ou *ranking*, fazendo com que os alunos se tornem mais comprometidos em alcançar maiores níveis de experiência durante o jogo (LEUNG et al., 2021). Este compromisso igualmente proporcionado pelo engajamento reflete na prontidão e entusiamo dos alunos para se envolver com seus estudos (ALSUBHI et al., 2021). A satisfação, nesta perspectiva, é medida em facetas pedagógicas e em termos de tempo, prazer, preferência, expectativa, entusiamo e estímulo (THOO et al., 2021). Essas atitudes são as principais promovidas pela gamificação no processo de aprendizagem e precisam de um olhar cuidadoso no processamento deste tipo de sistema para alcançar os objetivos desejados.

Em conformidade a estratégia dos sistemas gamificados, os elementos de jogos que possam estimular tais atitudes com a inclusão de métodos ou padrões para utilização no *e-learning* precisam ser contemplados (ALSUBHI et al., 2021). Assim, sete principais elementos de jogos apresentados aqui como *7GOALS - Gamified Oriented Active Learning Steps* - são essenciais para o funcionamento de sistemas gamificados e devem ser considerados na construção dos mesmos.

Estes elementos visam manter o ciclo de aprendizagem constante e são apoiados pelo PDCA de forma lógica e sequencial em etapas. A saber: perfil do usuário e a personalização da experiência (S1) por meio de desafios e missões claras (S2), uso de narrativas e fantasias (S3) para melhor imersão na história do jogo, permitindo *loops* repetitivos com possibilidade de falhas (S4), estímulo pela competição e engajamento social (S5) para alcançar o sucesso no jogo, fornecendo *feedback* e reflexão (S6) para promover o progresso e o desempenho e, finalmente, recompensas e credibilidade social (S7) para celebrar as conquistas e aumentar a motivação. Para expandir o processo de aprendizagem por meio da gamificação, ao mesmo tempo, garantir qualidade e melhoria contínua, utiliza-se o ciclo PDCA, com suas quatro etapas (planejamento, execução, monitoramento e ações de melhoria).

Por esse ângulo, os elementos de jogos mapeados e propostos para as atividades de aprendizagem (*7GOALS*) e fatores de engajamento, motivação e satisfação dos alunos devem ser incluídos no processamento de sistemas gamificados para aprendizagem via mídia eletrônica.

Por fim, para o processamento deste tipo de sistema, é necessário englobar tecnologias e a influência da quarta revolução industrial na era corrente da Educação 4.0. A estrutura *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological*) apoia esta perspectiva e permite demonstrar como a Indústria 4.0 se relaciona com sistemas gamificados para o *e-learning*, a fim de gerar uma aprendizagem única e individual ao mesmo tempo personalizada em massa; moderna reflexo da produção do novo e formatos atuais que atendem as necessidades dos alunos contemporâneos; ativo possibilitado pelo protagonismo do aluno em um modelo autodirigido; realista baseado em experimentação e práticas reais; tecnológico utilizando tecnologias da Indústria 4.0, em especial, Simulação, Internet das Coisas e Realidade Virtual/Aumentada. A proposta *SMART* é mostrar como a educação se move em um processo fluído suportado por tecnologias e com abordagem mais moderna e próxima da realidade vivenciada nos dias atuais.

Realidade esta que exige mudanças no sistema educacional, já que a educação é também um instrumento para a mudança da sociedade. Este formato abre espaço para as discussões sobre as competências dos indivíduos necessárias para atuar efetivamente em um mundo da Indústria 4.0. Isso faz com que a Indústria 4.0 e educação sigam de mãos dadas, moldando o futuro da educação, disseminando novos conhecimentos, acelerando a aquisição de habilidades e garantindo a integração dos indivíduos com sua própria sociedade e com o mundo (YÜCEOL, 2021).

Tudo isso aponta para a importância de se preparar os estudantes de agora para os desafios de amanhã, já que 65% dos alunos do ensino fundamental que entram na escola hoje seguirão no futuro em carreiras que ainda nem existem. Apesar de se reconhecer a dificuldade em se preparar para o desconhecido (RITTER, 2021), a educação precisa colaborar para este caminho.

Contudo, um ambiente de aprendizagem realista para a era da Indústria 4.0 precisa cobrir uma ampla gama de suas tecnologias facilitadoras e utilizar de metodologias atraentes para fornecer um aprendizado ativo e eficiente em uma esfera pragmática. Isto permite que os alunos consolidem seu aprendizado teórico por meio de experimentação com equipamentos semelhantes ao que eles encontrarão no contexto profissional e nos seus diferentes níveis e tipos educacionais (FUERTES et al., 2021).

Dessa forma, a etapa de processamento do sistema *EASE* pode ser apresentado reunindo todos estes fatores, conforme Figura 29.

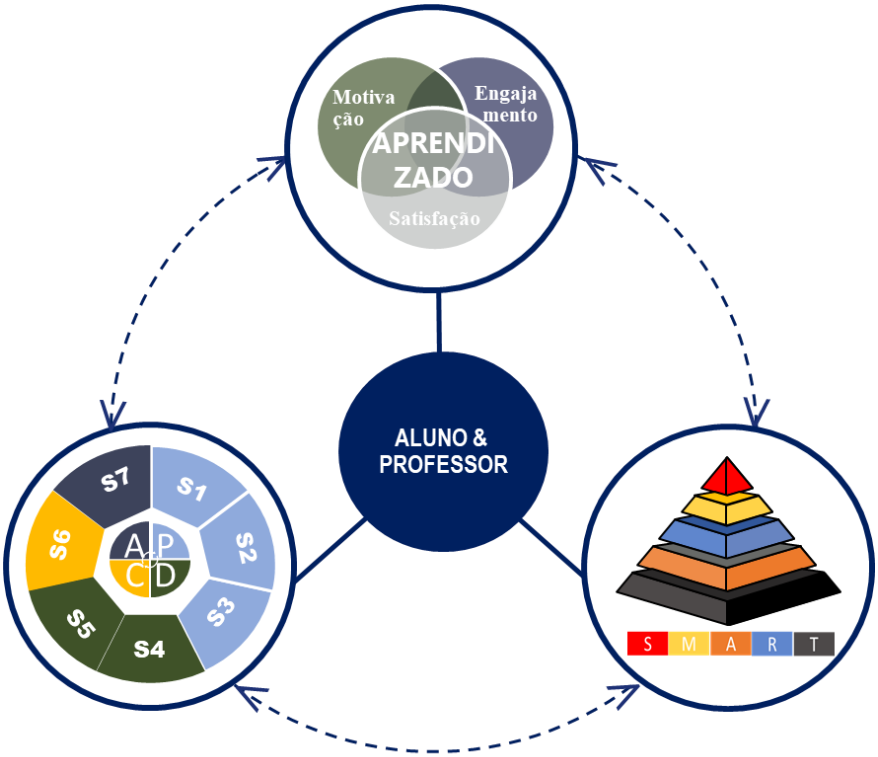


Figura 29 - *Process* do modelo *EASE*
Fonte: Elaboração própria (2022)

6.3 Output EASE e resultado desejado: Saída do sistema gamificado para e-learning

Como apresentado ao longo deste trabalho, uma série de transformações disruptivas estão trazendo novos desafios para instituições de ensino (ELIA et al., 2020). Aliado a isso, os profissionais atuantes no mercado do século XXI precisam desenvolver estratégias competitivas cada vez mais agressivas e adequáveis ao mundo globalizado. Assim, o profissional além de ter domínio de determinado conteúdo, precisa dispor de habilidades e atitudes suficientes para empregá-las nas organizações e assim obter resultados rentáveis e produtivos (FERREIRA et al., 2019b).

Diante das mudanças nos processos organizacionais em um formato altamente competitivo, dinâmico e tecnológico, algumas qualificações são requeridas para o exercício bem-sucedido da função e podem ser descritas por meio de atributos de competência, como conhecimento, habilidades e atitudes (GARCIA, et al., 2020), também conhecida como técnica ou teoria CHA (FERREIRA et al., 2019b; RABAGLIO,

2001). Esses atributos reúnem em um profissional as competências essenciais para o desenvolvimento de uma empresa (FERREIRA et al., 2019b).

A busca por essas competências é conveniente ao ensino, uma vez que explicita os diferentes níveis e objetivos educacionais a serem alcançados, bem como favorece o desenho do processo educacional e suas práticas (GARCIA, et al., 2020). Apesar de serem competências requeridas nas organizações são necessárias nos demais setores e níveis educacionais.

A metodologia ativa responde a estas competências por se basear no conhecimento obtido por meio de resolução de problemas, desenvolvimento de habilidades mediante experiências práticas e estímulo de atitudes protagonistas para alcançar a aprendizagem desejada (GARCIA, 2020). Espera-se que essa aprendizagem aconteça além das barreiras de um determinado nível etário, sob diferentes formas e intencionalidades, e proporcione, a qualquer sujeito, uma compreensão mais ampla sobre si, os outros e o mundo (MOREIRA et al., 2020), além de possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades por toda a vida (ISHAK; MANSOR, 2020).

Combinado a isso, as competências desenvolvidas nas múltiplas formas de aprender proporcionadas pela Educação 4.0 atendem às necessidades de uma sociedade moderna e apoia a construção e desenvolvimento de alunos criativos e inovadores (ISHAK; MANSOR, 2020). Estes alunos apesar de estarem em um processo de aprendizagem explicitamente coletivo, vivenciam experiências individuais e precisam ser considerados dentro da complexidade que é característico da subjetividade (FERREIRA et al., 2019a).

É este processo de aprendizagem fundamentado em competências e progressos individuais que se deseja como *output* de sistemas gamificados aplicado a ambientes educacionais *on-line,* de acordo com a Figura 30. Notadamente, espera-se o desenvolvimento do tripé das competências, baseado em conhecimento, habilidades e atitudes (CHA) diretamente ligados e interagindo entre si, capazes de preparar os indivíduos para constantes mudanças de mercado e na busca pelo desenvolvimento de uma cultura voltada para a aprendizagem, conforme as necessidades particulares.



Figura 30 - *Output* do modelo *EASE*
Fonte: Elaboração própria (2022)

6.4 Framework EASE

O *framework EASE* (*Elements, Attitudes, Smart, E-learning*) que reúne os principais resultados deste trabalho é baseado no modelo IPO (*Input-Process-Output*), onde o *input* inclui fatores ou pressões externas ao setor educacional, o *process* é composto pelos elementos de jogos (*7GOALS*) que estimulam atitudes comportamentais em um contexto corrente da quarta revolução industrial (*SMART*) e o *output* é representado pelas competências desenvolvidas ou criadas no aluno como fruto da saída desejada do sistema gamificado para aprendizagem *on-line* (*E-learning*), conforme exposto nas seções deste capítulo e sintetizada pela Figura 31. A estruturação de todos estes resultados é então apresentada pelo *framework* da Figura 32 como entrega final desta tese.



Figura 31 – Modelo conceitual do IPO para prática da gamificação para o *e-learning*
Fonte: Elaboração própria (2022)

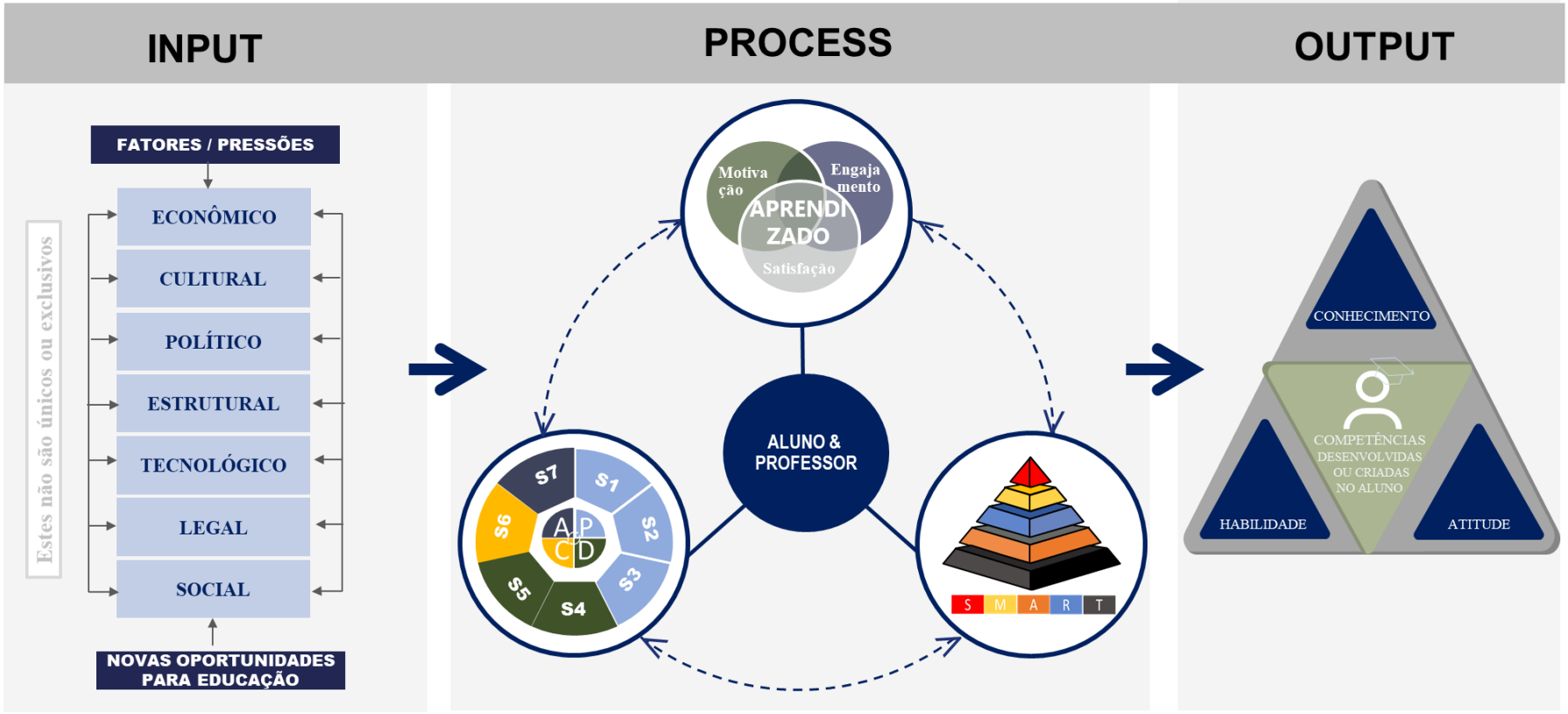


Figura 32 - *Framework EASE*: Gamificação para aprendizagem na quarta revolução industrial
Fonte: Elaboração própria (2022)

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gamificação para o *e-learning*, embora recente, tem sido progressivamente discutida na literatura acadêmica. Muitos estudiosos acreditam no potencial dos jogos educacionais para promover e garantir a aquisição de conhecimentos e habilidades. O conceito de gamificação tem sido enfatizado como a aplicação de elementos e princípios de jogos em contextos não relacionados a jogos, aumentando o engajamento, motivação e satisfação dos alunos, o que implica no progresso do desempenho de aprendizagem, mudanças comportamentais e aumento do interesse em aprender.

Este trabalho teve como objetivo sintetizar e estruturar o conhecimento científico sobre gamificação para ambientes educacionais *on-line*, bem como relacionar as atitudes comportamentais aos principais elementos de jogos e tecnologias da Indústria 4.0, a fim de estimular a melhoria contínua do processo de aprendizagem com a proposta de um *framework.*

O estudo baseou-se em uma revisão sistemática da literatura abrangendo 130 artigos que permitiu a configuração de um panorama geral da gamificação para aprendizagem via mídia eletrônica. As principais abordagens do tema incluíram conceitos, atitudes comportamentais, elementos de jogos, tecnologias e evolução da gamificação nestes ambientes.

Esta pesquisa se limitou a base de dado escolhida, período da amostra e recorte utilizado para composição do estado da arte. Pelo fato das limitações descritas, os resultados não retratam o cenário integral das contribuições. Outros métodos e abordagens podem fornecer resultados complementares. Contudo, os resultados foram exaustivos e permitem a investigação ampla do tema.

O primeiro resultado deste trabalho foi o Mapa do Conhecimento sobre gamificação para aprendizagem *on-line*, obtido por uma análise qualitativa dos dados bibliométricos, com representação destes dados em categorias que mais chamaram atenção na literatura. São elas: tendências de publicação, perfil de interesse dos artigos, método de pesquisa, domínio do conhecimento, nível educacional dos alunos, desafios e oportunidades de aplicação.

Em decorrência, foi verificado que a Europa é a região que mais contribui com publicações, com destaque para a Espanha. Em seguida as principais contribuições estão na Ásia e América representadas por China e Estados Unidos respectivamente. Os países mais periféricos ou em desenvolvimento ainda apresentam dificuldades desta implantação. Os artigos possuíram enfoque nos alunos, o que reforçou a necessidade de avaliar também a perspectiva do professor. Na sua grande maioria os artigos foram analíticos com experimentos práticos de aplicação em diversos domínios de conhecimento, sendo a sua maior contribuição na Educação Superior.

Posteriormente, este trabalho visou reduzir a lacuna na literatura, que ainda apresenta os elementos de jogos de forma isolada, dispersa e fragmentada, estruturando os principais elementos em uma sequência de etapas, o *7GOALS* (*Gamified Oriented Active Learning Steps*), combinado com o PDCA para contribuir com o processo de aprendizagem.

Em seguida, foi apresentada uma proposta *SMART* (*Singular, Modern, Active, Realist, Technological*) para ambientes gamificados para o *e-learning*. Esta proposta analisou a relação das tecnologias I4.0 na aplicação da gamificação em ambientes de aprendizagem *on-line*, já que a gamificação é uma tecnologia emergente no contexto da filosofia da quarta revolução industrial e o uso das tecnologias favorecem o novo paradigma da educação, a Educação 4.0, com a promoção de aulas atraentes, diversificadas e eficientes.

No total, 234 contribuições das tecnologias foram identificadas nos 130 artigos analisados. Deste quantitativo, apenas 10% dos artigos da revisão sistemática não fizeram nenhuma menção as tecnologias, o que demonstra a influência da Indústria 4.0 na prática de gamificação. Embora a grande relação indicada, apenas um artigo cita diretamente a Indústria 4.0 para sua composição. Assim sendo, faz-se necessária a continuidade da exploração desta abordagem e incentivo do uso dessas tecnologias em contextos gamificados.

Para sustentar e ampliar toda esta perspectiva, o *framework EASE* (*Elements, Attitudes, Smart, E-learning*) é proposto como etapa final desta tese, a fim de apoiar a aplicação da gamificação no processo de aprendizagem no contexto corrente da quarta revolução industrial. O *EASE*, baseado no modelo IPO (*input-process-output*), reúne os fatores ou pressões externas ao setor educacional como *input*, elementos de jogos

(*7GOALS*), atitudes comportamentais e tecnologias correntes da quarta revolução industrial (*SMART*) como *process*, bem como as competências desenvolvidas ou criadas no aluno como *output* desejado para promover a aprendizagem *on-line* (*E-learning*).

Os resultados apresentados ao longo desta tese permitem conhecer os blocos de construção que os alunos estão situados, auxiliando os educadores da quarta revolução industrial a situar suas propostas e os alunos a buscarem seu desenvolvimento nas múltiplas formas de aprender proporcionadas pela Educação 4.0. Estes resultados colaboram com as necessidades atuais e apoia a construção e desenvolvimento das competências e habilidades nos alunos.

Este trabalho pode ser útil para pesquisadores, professores e acadêmicos que pretendem utilizar ambientes gamificados em *e-learning* e *design* de jogos, uma vez que apresenta um retrato abrangente e estruturado da relação entre os principais elementos de jogos e uso de tecnologias no campo educacional para promover um ensino-aprendizagem diferenciado.

Com tudo, esta tese permite novas perspectivas de conhecimento na área e contribui com o progresso científico e tecnológico para a prática da gamificação em todo o mundo. Ainda, abre portas para novos trabalhos e continuidade dos avanços da pesquisa. Como trabalho futuro é proposta a aplicação do *7GOALS* em países periféricos para verificar como as etapas sequenciais sugeridas apoiam no progresso da motivação, engajamento e satisfação dos alunos. Sugere-se também que seja realizada uma análise qualitativa do uso das tecnologias I4.0 na prática de gamificação no *e-learning* de forma a investigar a contribuição dessas ferramentas quanto ao desempenho e experiência de aprendizagem. Ainda, propõe-se investigar as métricas de avaliação e medição da aprendizagem em sistemas gamificados em ambientes *on-line*.

Referências

ABED - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. Censo EAD.BR: **Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil**. Curitiba: InterSaberes, 2019.

ADARKWAH, M. A. "I'm not against online teaching, but what about us?": ICT in Ghana post Covid-19. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 2, p. 1665-1685, 2021.

AFFEROLAB (2020). **A aprendizagem digital e a potencialização da Performance dos Colaboradores**. Disponível em: https://blog.afferolab.com.br/aprendizagem-digital-potencializacao-da-performance/. Acesso em: 13 fev. 2020.

AHMAD, N.; QUADRI, N. N.; QURESHI, M. R. N.; ALAM, M. M. Relationship modeling of critical success factors for enhancing sustainability and performance in E-learning. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4776, 2018.

AKASLAN, D.; LAW, E. L. C. A model for flipping electrical engineering with e-learning using a multidimensional approach. **Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences**, v. 24, n. 5, p. 3419-3431, 2016.

AKMAL, A.; GREATBANKS, R.; FOOTE, J. Lean thinking in healthcare – Findings from a systematic literature network and bibliometric analysis. **Health Policy**, v. 124, n. 6, p. 615–627, 2020.

AL-AZAWEI, A. What Drives Successful Social Media in Education and E-learning? A Comparative Study on Facebook and Moodle. **Journal of Information Technology Education**, v. 18, 2019.

AL-FRAIHAT, D.; JOY, M.; SINCLAIR, J. Evaluating E-learning systems success: An empirical study. **Computers in Human Behavior**, v. 102, p. 67-86, 2020.

ALI, S.; UPPAL, M. A.; GULLIVER, S. R. A conceptual framework highlighting e-learning implementation barriers. **Information Technology & People**, 2018.

ALLOGHANI, M.; AL-JUMEILY, D.; HUSSAIN, A.; ALJAAF, A. J.; MUSTAFINA, J.; PETROV, E. Application of machine learning on student data for the appraisal of academic performance. In: **2018 11th International Conference on Developments in ESystems Engineering (DeSE)**. IEEE, p. 157-162, 2018.

AL-MASHAQBEH, I. F. IPad in Elementary School Math Learning Setting. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 11, n. 2, 2016.

ALMEIDA, F.; SIMOES, J. The role of serious games, gamification and Industry 4.0 tools in the Education 4.0 paradigm. **Contemporary Educational Technology**, v. 10, n. 2, p. 120-136, 2019.

ALONSO-FERNANDEZ, C.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; CABALLERO, R.; FREIRE, M.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Predicting students' knowledge after playing a serious game based on learning analytics data: A case study. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 36, p. 350-358, 2019.

ALSHAMMARI, M. T. Design and Learning Effectiveness Evaluation of Gamification in e-learning Systems. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 10, n. 9, 2019.

ALSHAMMARI, M. T. Evaluation of Gamification in E-learning Systems for Elementary School Students. **TEM Journal-Technology Education Management Informatics**, v.9, p. 806-813, 2020.

ALSUBHI, M. A.; ASHAARI, N. S.; WOOK, T. S. M. T. Design and Evaluation of an Engagement Framework for e-Learning Gamification. **(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 12, n. 9, 2021.

ANDRIONI, F. Cross-European Perspective in Social Work Education: A Good Blended Learning Model of Practice. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 1539, 2018.

APARICIO, M.; BACAO, F.; OLIVEIRA, T. An e-learning Theoretical Framework. **J. Educ. Technol. Soc**., v. 19, p. 292–307, 2016.

ARKORFUL, V.; ABAIDOO, N. The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, v. 12, n. 1, p. 29–42, 2015.

AROURI, Y. M.; ODAT, B. The Extent of Using E-learning Among Teachers of Higher Basic Stage in Jordan. **International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)**, v. 16, n. 3, p. 57-69, 2020.

ARRUABARRENA, R.; SÁNCHEZ, A.; BLANCO, J. M.; VADILLO, J. A.; USANDIZAGA, I. Integration of good practices of active methodologies with the reuse of student-generated content. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, n. 1, p. 10, 2019.

ATANASIJEVIC-KUNC, M.; LOGAR, V.; KARBA, R.; PAPIC, M.; KOS, A. Remote multivariable control design using a competition game. **IEEE Transactions on Education**, v. 54, n. 1, p. 97-103, 2011.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, 2787-2805, 2010.

AZEVEDO, A.; ALMEIDA, A. H. Grasp the Challenge of Digital Transition in SMEs - A Training Course Geared towards Decision-Makers. **Education Sciences**, v. 11, n. 4, p. 151, 2021.

BAI, S.; HEW, K. F.; HUANG, B. Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. **Educational Research Review**, v. 30, 2020.

BARTLE, R. **Designing virtual worlds. Indianapolis**: New Riders Publishing, 2004.

BÉDARD, D.; LISON, C.; DALLE, D.; CÔTÉ, D.; BOUTIN, N. Problem-based and project-based learning in engineering and medicine: determinants of students' engagement and persistance. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 6, n. 2, p. 7-30, 2012.

BEKEBREDE, G.; WARMELINK, H. J. G.; MAYER, I. S. Reviewing the need for gaming in education to accommodate the net generation. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1521-1529, 2011.

BENAVIDES, F. L. O.; LÓPEZ, C. E. P. E-learning strategy for the solving of genetic problems in students of distance education. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 15, n. 2, 2018.

BERNIK, A.; VUSIC, D.; MILKOVIC, M. Evaluation of Gender Differences Based on Knowledge Adaptation in the Field of Gamification and Computer Science. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 14, n. 8, p. 220-228, 2019.

BIELIKOVÁ, M.; DIVÉKY, M.; JURNEČKA, P.; KAJAN, R.; OMELINA, L. U. Automatic generation of adaptive, educational and multimedia computer games. **Signal, Image and Video Processing**, v. 2, n. 4, p. 371-384, 2008.

BLOHM, I.; LEIMEISTER, J. M. Design of IT-Based Enhancing Services for Motivational Support and Behavioral Change. **Business & Information Systems Engineering**, v. 5, p. 275-278, 2013.

BOADA, I.; RODRIGUEZ-BENITEZ, A.; GARCIA-GONZALEZ, J. M.; OLIVET, J.; CARRERAS, V.; SBERT, M. Using a serious game to complement CPR instruction in a nurse faculty. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 122, n. 2, p. 282-291, 2015.

BOEKER, M.; ANDEL, P.; VACH, W.; FRANKENSCHMIDT, A. Game-based e-learning is more effective than a conventional instructional method: a randomized controlled trial with third-year medical students. **Plos One**, v. 8, n. 12, 2013.

BOND, S. E.; CROWTHER, S. P.; ADHIKARI, S.; CHUBATY, A. J.; YU, P.; BORCHARD, J. P.; BOUTLIS, C. S.; YEO, W. W.; MIYAKIS, S. Design and implementation of a novel web-based e-learning tool for education of health professionals on the antibiotic Vancomycin. **Journal of Medical Internet Research**, v. 19, n. 3, p. e93, 2017.

BONFIELD, C. A.; SALTER, M.; LONGMUIR, A.; BENSON, M.; ADACHI, C. Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age. **Higher Education Pedagogies**, v. 5, n. 1, p. 223-246, 2020.

BOUCHRIKA, I.; HARRATI, N.; WANICK, V.; WILLS, G. Exploring the impact of gamification on student engagement and involvement with e-learning systems. **Interactive Learning Environments**, p. 1-14, 2019.

BROM, C.; ŠISLER, V.; SLAVÍK, R. Implementing digital game-based learning in schools: augmented learning environment of ‘Europe 2045’. **Multimedia Systems**, v. 16, n. 1, p. 23-41, 2010.

BRYCESON, K. P. The development of VAG—a 3D virtual agribusiness environment and strategy game. **Electronic Commerce Research**, v. 9, n. 1-2, p. 27-47, 2009.

BUGIN, K.; LOTRECCHIANO, G. R.; O’ROURKE, M.; BUTLER, J. Evaluating integration in collaborative cross-disciplinary FDA new drug reviews using an input-process-output model. **Journal of Clinical and Translational Science**, v. 5, n. 1, 2021.

BUJANG, S. D. A.; SELAMAT, A.; KREJCAR, O.; MARESOVA, P.; NGUYEN, N. T. Digital learning demand for future education 4.0—case studies at Malaysia Education Institutions. In: **Informatics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute**, v. 7, n. 2, 2020.

BUTT, R.; SIDDIQUI, H.; SOOMRO, R. A.; ASAD, M. M. (2020). Integration of Industrial Revolution 4.0 and IOTs in academia: a state-of-the-art review on the concept of Education 4.0 in Pakistan. **Interactive Technology and Smart Education**, v. 17, n. 4, 2020.

CALLAGHAN, M. J.; MCCUSKER, K.; LOSADA, J. L.; HARKIN, J.; WILSON, S. Using game-based learning in virtual worlds to teach electronic and electrical engineering. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 9, n. 1, p. 575-584, 2013.

CALLAGHAN, N. Investigating the role of Minecraft in educational learning environments. **Educational Media International**, v. 53, n. 4, p. 244-260, 2016.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Acesso a busca de base**. Disponível em: https://www-periodicos-capes-gov-br.ez108.periodicos.capes.gov.br/. Acesso em: 18 ago. 2021.

CAPONE, R.; DE CATERINA, P.; MAZZA, G. Blended learning, flipped classroom and virtual environment: challenges and opportunities for the 21st century students. In: **Proceedings of EDULEARN17 Conference**, p. 10478-10482, 2017.

CÁRDENAS, J.; INGA, E. Novel approach for teaching English language using emerging information and communication technologies for visual impairment students. **Enfoque Ute**, v. 11, n. 1, p. 28-40, 2020.

CÁRDENAS-ROBLEDO, L. A.; PEÑA-AYALA, A. Ubiquitous learning: A systematic review. **Telematics and Informatics**, v. 35, n. 5, p. 1097-1132, 2018.

CARMO, P.; DUARTE, F.; GOMES, A. B. Inclusão Digital como Política Pública: Brasil e América do Sul em perspectiva. 2020. **Instituto de Referência em Internet e Sociedade**. Disponível em: https://bit.ly/2A8Ix4p. Acesso em: 16 jan. 2022.

CETIC. Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). **Resumo Executivo - Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2020**.

Disponível em: https://cetic.br/pt/publicacao/resumo-executivo-pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nos-domicilios-brasileiros-tic-domicilios-2020/. Acesso em: 17 jan. 2022.

CHAN, C. S.; CHAN, Y. H.; FONG, T. H. A. Game-based e-learning for urban tourism education through an online scenario game. **International Research in Geographical and Environmental Education**, p. 1-18, 2019.

CHAVARRÍA-BOLAÑOS, D.; GÓMEZ-FERNÁNDEZ, A.; DITTEL-JIMÉNEZ, C.; MONTERO-AGUILAR, M. E-learning in Dental Schools in the Times of COVID-19: A Review and Analysis of an Educational Resource in Times of the COVID-19 Pandemic. **Odovtos-International Journal of Dental Sciences**, p. 207-224, 2020.

CHEN, H. R.; HUANG, J. W. Learning effects of RFID–based game–guided learning in libraries. **International Journal of Mobile Communications**, v. 10, n. 4, p. 351-365, 2012.

CHEN, R.; LEE, Y. D.; WANG, C. H. Total quality management and sustainable competitive advantage: serial mediation of transformational leadership and executive ability. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 31, n. 5-6, p. 451-468, 2018.

CHEN, Y.; ZHENG, J.; WU, D.; ZHANG, Y.; LIN, Y. Application of the PDCA cycle for standardized nursing management in a COVID-19 intensive care unit. **Annals of Palliative Medicine**, v. 9, n. 3, p. 1198-1205, 2020.

CHEW, S. W.; CHENG, I. L.; CHEN, N. S. Exploring challenges faced by different stakeholders while implementing educational technology in classrooms through expert interviews. **Journal of Computers in Education**, v. 5, n. 2, p. 175-197, 2018.

CHOUDHURY, B.; GOULDSBOROUGH, I.; GABRIEL, S. Use of interactive sessions and e-learning in teaching anatomy to first-year optometry students. **Anatomical Sciences Education**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 2010.

CIDRAL, W.; APARICIO, M.; OLIVEIRA, T. Students' long-term orientation role in e-learning success: A Brazilian study. **Heliyon**, v. 6, n. 12, p. e05735, 2020.

COCCOLI, M.; IACONO, S.; VERCELLI, G. Applying gamification techniques to enhance effectiveness of video-lessons. **Journal of e-learning and Knowledge Society**, v. 11, n. 3, 2015.

COSTA, A.; LYRA, B.; NASCIMENTO, E.; MATOS, E.; BARROS, F.; CAVALCANTE, G. The Use of Active Methodologies for Teaching–Learning Systems in Telecommunications. **Wireless Personal Communications**, p. 1-15, 2020.

CREUTZFELDT, J.; HEDMAN, L.; FELLÄNDER-TSAI, L. Effects of pre-training using serious game technology on CPR performance–an exploratory quasi-experimental transfer study. **Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine**, v. 20, n. 1, p. 79, 2012.

CREUTZFELDT, J.; HEDMAN, L.; HEINRICHS, L.; YOUNGBLOOD, P.; FELLÄNDER-TSAI, L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: an international feasibility study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 15, n. 1, p. e9, 2013.

CRISOL-MOYA, E.; ROMERO-LÓPEZ, M. A.; CAURCEL-CARA, M. J. Active Methodologies in Higher Education: Perception and Opinion as Evaluated by Professors and Their Students in the Teaching-Learning Process. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 2020.

CUBO, C.; SARAIVA, P.; SAMPAIO, P.; REIS, M. 2017 world state of quality: first worldwide results. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 32, n. 3-4, p. 379-388, 2021.

CULLINAN, J.; FLANNERY, D.; HAROLD, J.; LYONS, S.; PALCIC, D. The disconnected: COVID-19 and disparities in access to quality broadband for higher education students. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 18, n. 1, p. 1-21, 2021.

CURA-GONZALEZ, I. D.; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, J. A.; SANZ-CUESTA, T.; RODRÍGUEZ-BARRIENTOS, R.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J.; ARIZA-CARDIEL, G.; POLENTINOS-CASTRO, E.; ROMÁN-CRESPO, B.; ESCORTELL-MAYOR, E.; RICO-BLÁSQUEZ, M.; HERNÁNDEZ-SANTIAGO, V.; AZCOAGA-LORENZO, A.; OJEDA-RUIZ, E.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, A. I.; ÁVILA-TOMAS, J. F.; BARRIO-CORTÉS, J.; MOLERO-GARCÍA, J. M.; FERRER-PEÑA, R.; TELLO-BERNABÉ, M. E.; TRUJILLO-MARTÍN, M. Effectiveness of a strategy that uses educational games to implement clinical practice guidelines among Spanish residents of family and community medicine (e-EDUCAGUIA project): a clinical trial by clusters. **Implementation Science**, v. 11, n. 1, p. 71, 2016.

D'ORAZIO, L.; MESSINA, R.; SCHIRALDI, M. M. Industry 4.0 and World Class Manufacturing Integration: 100 Technologies for a WCM-I4. 0 Matrix. **Applied Sciences**, v. 10, n. 14, p. 4942, 2020.

DE JAEGHER, L. What Is the Impact of the Flipping the Classroom Instructional e-Learning Model on Teachers. **Вопросы образования**, n. 2, 2020.

DEEPIKA, C., J. Leader readiness of Gen Z in VUCA business environment. **Foresight**, 2020.

DELSIGNORE, L. A.; WOLBRINK, T. A.; ZURAKOWSKI, D.; BURNS, J. P. Test-enhanced e-learning strategies in Postgraduate Medical Education: A randomized cohort study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 18, n. 11, p. e299, 2016.

DE-MARCOS, L.; GARCIA-CABOT, A.; GARCIA-LOPEZ, E. Towards the social gamification of e-learning: A practical experiment. **International Journal of Engineering Education**, v. 33, n. 1, p. 66-73, 2017.

DE-MARCOS, L.; GARCÍA-LÓPEZ, E.; GARCÍA-CABOT, A.; MEDINA-MERODIO,

J. A.; DOMÍNGUEZ, A.; MARTÍNEZ-HERRÁIZ, J. J.; DIEZ-FOLLEDO, T. Social network analysis of a gamified e-learning course: Small-world phenomenon and network metrics as predictors of academic performance. **Computers in Human Behavior**, v. 60, p. 312-321, 2016.

DEMARTINI, C.; BENUSSI, L. Do Web 4.0 and industry 4.0 imply education X.0? **It Professional**, v. 19, n. 3, p. 4-7, 2017.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: **Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments**, p. 9-15, 2011.

DJOKIC, I. Quality and world class manufacturing. **7th International Quality**, 2013.

DOMÍNGUEZ, A.; SAENZ-DE-NAVARRETE, J.; DE-MARCOS, L.; FERNÁNDEZ-SANZ, L.; PAGÉS, C.; MARTÍNEZ-HERRÁIZ, J. J. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. **Computers & Education**, v. 63, p. 380-392, 2013.

DONEY, I. Research into effective gamification features to inform e-learning design. **Research in Learning Technology,** v. 27, 2019.

DOS SANTOS, J. L. O.; LIMA, P. D. S. N.; DE CARVALHO, C. L.; FONSECA, A. V. S. Sala de aula 4.0 - Uma proposta de ensino remoto baseado em sala de aula invertida, gamification e PBL. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 909-933, 2020.

DUQUE, G.; DEMONTIERO, O.; WHEREAT, S.; GUNAWARDENE, P.; LEUNG, O.; WEBSTER, P.; SARDINHA, L.; BOERSMA, D.; SHARMA, A. Evaluation of a blended learning model in geriatric medicine: a successful learning experience for medical students. **Australasian Journal on Ageing**, v. 32, n. 2, p. 103-109, 2013.

EBNER, M.; HOLZINGER, A. Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. **Computers & Education**, v. 49, n. 3, p. 873-890, 2007.

EDMUNDS, J.; ARSHAVSKY, N.; GLENNIE, E.; CHARLES, K.; RICE, O. The relationship between project-based learning and rigor in STEM-focused high schools. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 11, n. 1, p. 3, 2017.

ELIA, G.; MARGHERITA, A.; PASSIANTE, G. Management Engineering: a new perspective on the integration of engineering and management knowledge. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 3, p. 881-893, 2020.

ENNOUAMANI, S.; MAHANI, Z.; AKHARRAZ, L. A context-aware mobile learning system for adapting learning content and format of presentation: design, validation and evaluation. **Education and Information Technologies**, v. 25, n. 5, p. 3919-3955, 2020.

ERBOZ, G. How To Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0 Conference: 7th **International Conference on Management (ICoM),** 2017.

ERSOY, Y. Performance evaluation in distance education by using data envelopment analysis (DEA) and TOPSIS methods. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 46, n. 2, p. 1803-1817, 2021.

FAÍÑA, A.; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, J.; VARELA-CANDAMIO, L. Using game theory in computer engineering education though case stady methodology: Kodak vs Polariod in the market for instant cameras. **The International Journal of Engineering Education**, v. 30, n. 3, p. 610-617, 2014.

FATORACHIAN, H.; KAZEMI, H. A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 8, 633-644, 2018.

FERNANDEZ, C.; ESTEBAN, G.; CONDE-GONZÁLEZ, M. A.; GARCÍA-PEÑALVO, F. J. Improving motivation in a haptic teaching/learning framework. **International Journal of Engineering Education (IJEE)**, v. 32, n. 1B, p. 553-562, 2016.

FERNANDEZ, J.; MARIN, R.; WIRZ, R. Online competitions: An open space to improve the learning process. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 54, n. 6, p. 3086-3093, 2007.

FERREIRA, J. M.; SOINI, T.; KUPIAINEN, R.; SALUM, A. C. What is learning for secondary-school students? Students' perceptions examined in Brazil and Finland. **Social Psychology of Education**, v. 22, n. 2, p. 447-470, 2019a.

FERREIRA, M. M. M. G.; DUARTE, A. C. S.; SAMPAIO, J.; MAGALHAES, D. V.; FERREIRA, L. R. F. N. Conhecimento, habilidades e atitudes (cha) e gestão por competências: um estudo de caso na faculdade da Amazônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31950-31965, 2019b.

FITÓ-BERTRAN, A.; HERNÁNDEZ-LARA, A. B.; LÓPEZ, E. S. The effect of competences on learning results an educational experience with a business simulator. **Computers in Human Behavior**, v. 51, p. 910-914, 2015.

FOSS, B. A.; EIKAAS, T. I. Game play in engineering education-Concept and experimental results. **International Journal of Engineering Education**, v. 22, n. 5, p. 1043, 2006.

FOTIADIS, A. K.; SIGALA, M. Developing a framework for designing an Events Management Training Simulation (EMTS). **Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education**, v. 16, p. 59-71, 2015.

FRANCESCHI, K.; LEE, R. M.; ZANAKIS, S. H.; HINDS, D. Engaging group e-learning in virtual worlds. **Journal of Management Information Systems**, v. 26, n. 1, p. 73-100, 2009.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

FRANK, C.; DE MARZIANI, C.; DEL VALLE, E.; FRANK, A. A theater that lacks actors / slow adoption of the "inverted classroom" (flipping). **14TH International Technology, Education And Development Conference (INTED2020)**. Série de livros: INTED Proceedings, p. 2793-2799, 2020.

FU, F. L.; SU, R. C.; YU, S. C. EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 101-112, 2009.

FUERTES, J. J.; PRADA, M. Á.; RODRÍGUEZ-OSSORIO, J. R.; GONZÁLEZ-HERBÓN, R.; PEREZ, D.; DOMÍNGUEZ, M. Environment for Education on Industry 4.0. **IEEE Access**, v. 9, p. 144395-144405, 2021.

GAO. Content analysis: a methodology for structuring and analyzing written material. **United States General Accountability Office**. 1996. Disponível em: http://archive.gao.gov/f0102/157490.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

GARCIA, L. G. Ensino de inteligência competitiva no apoio à busca do sucesso profissional de graduandos em biblioteconomia e ciência da informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, p. 133-170, 2020.

GARCÍA, M. M. A.; GALÁN, M. Y. I. J. Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategia docente para elevar la calidad educativa. **CPU-e, Revista de Investigación educativa**, v. 9, p. 23-43, 2009.

GARCIA-CABOT, A.; GARCIA-LOPEZ, E.; CARO-ALVARO, S.; GUTIERREZ-MARTINEZ, J. M.; DE-MARCOS, L. Measuring the effects on learning performance and engagement with a gamified social platform in an MSc program. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 28, n. 1, p. 207-223, 2019.

GARGALLO-LÓPEZ, B.; PÉREZ-PÉREZ, C.; VERDE-PELEATO, I.; GARCÍA-FÉLIX, E. Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y enseñanza centrada en el aprendizaje. **Relieve - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa**. v. 23, n. 2, 2017.

GARY, K. Project-based learning. **Computer**, v. 48, n. 9, p. 98-100, 2015.

GAUTHIER, A.; JENKINSON, J. Designing productively negative experiences with serious game mechanics: Qualitative analysis of game-play and game design in a randomized trial. **Computers & Education**, v. 127, p. 66-89, 2018.

GBOLAHAN BALOGUN, W. Using Electronic Tools and Resources to Meet the Challenges of Anatomy Education in Sub Saharan Africa. **Anatomical Sciences Education**, v. 12, n. 1, p. 97-104, 2019.

GE, Z. G. The impact of a forfeit-or-prize gamified teaching on e-learners' learning performance. **Computers & Education**, v. 126, p. 143-152, 2018.

GOH, A. Y. S. Learning cultures: understanding learning in a school-university partnership. **Oxford Review of Education**, v. 47, n. 3, p. 285-300, 2021.

GONZÁLEZ, M. D. C. B.; DUEÑAS, M. M. Metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje. **Revista Panamericana de Pedagogía**, n. 14, 2009.

GUINOT, J.; PUIG-DENIA, A.; FORES, B. Cooperative learning methodologies in higher education: implementation and results. **In: Edulearn 18. 10th International Conference on Education and New Learning Technology (Palma, 2nd-4th of July, 2018): conference proceedings**, p. 6353-6361, 2018.

HABÓK, A.; BABARCZY, A. Perceptions of learning: Interviews with first and second graders in a Hungarian primary school. **Early Childhood Education Journal**, v. 46, n. 1, p. 61-71, 2018.

HALILI, S. H. Technological advancements in education 4.0. **The Online Journal of Distance Education and E-learning**, v. 7, n. 1, p. 63-69, 2019.

HAMDAOUI, N.; IDRISSI, M. K.; BENNANI, S. Resorting to IMS-LD to standardize the learning process of Serious Game design in education. **International Journal of Education and Information Technologies**, v. 9, p. 36-45, 2015.

HARTONO, S.; KOSALA, R.; SUPANGKAT, S. H.; RANTI, B. Smart Hybrid Learning Framework Based on Three-Layer Architecture to Bolster Up Education 4.0. **In 2018 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS),** p. 1-5, 2018.

HASAN, M. Z.; MALLIK, A.; TSOU, J. C. Learning method design for engineering students to be prepared for Industry 4.0: a Kaizen approach. **Higher Education, Skills and Work-Based Learning**, v. 11, n. 1, 2020.

HASNAN, N. Z. N.; YUSOFF, Y. M. Short review: application areas of Industry 4.0 technologies in food processing sector. In 2018 **IEEE Student Conference on Research and Development (SCOReD)**, p. 1-6, 2018.

HERNANDEZ-DE-MENENDEZ, M.; DÍAZ, C. A. E.; MORALES-MENENDEZ, R. Engineering education for smart 4.0 technology: a review. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)**, v. 14, n. 3, p. 789-803, 2020.

HERNÁNDEZ-LARA, A. B.; SERRADELL-LÓPEZ, E.; FITÓ-BERTRAN, À. Students' perception of the impact of competences on learning: An analysis with business simulations. **Computers in Human Behavior**, v. 101, p. 311-319, 2019.

HERNÁNDEZ-LARA, A. B.; SERRADELL-LOPEZ, E.; FITÓ-BERTRAN, M. A. Do business games foster skills? A cross-cultural study from learners' views. **Intangible Capital**, v. 14, n. 2, p. 315-331, 2018.

HOLZINGER, A.; SOFTIC, S.; STICKEL, C.; EBNER, M.; DEBEVC, M.; HU, B. Nintendo Wii remote controller in higher education: development and evaluation of a demonstrator kit for e-teaching. **Computing and Informatics**, v. 29, n. 4, p. 601-615, 2010.

HONG, J. C.; HWANG, M. Y.; WANG, C. K.; HSU, T. F.; CHEN, Y. J.; CHAN, C. H. Effect of self-worth and parenting style on the planned behavior in an online moral

game. **Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET**, v. 10, n. 2, p. 82-90, 2011.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. **Penso Editora**, 2015.

HOZDIĆ, E. Smart factory for industry 4.0: A review. **International Journal of Modern Manufacturing Technologies**, v. 7, n. 1, p. 28-35, 2015.

HUAWEI. **Shaping the New Normal with Intelligent Connectivity – GCI Global Connectivity Index**. 2020. Disponível em: https://www.huawei.com/minisite/gci/assets/files/gci_2020_whitepaper_en.pdf?v=20201217v2. Acesso em: 07 dez. 2021.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. Defining gamification: A Service Marketing Perspective. In: **Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference**, p. 17-22, 2012.

HWANG, G. J.; SUNG, H. Y.; HUNG, C. M.; HUANG, I. A learning style perspective to investigate the necessity of developing adaptive learning systems. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 16, n. 2, p. 188-197, 2013.

IBÁÑEZ, M. B.; DI-SERIO, A.; DELGADO-KLOOS, C. Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 7, n. 3, p. 291-301, 2014.

INAYAT, I.; UL AMIN, R.; INAYAT, Z.; SALIM, S. S. Effects of collaborative web based vocational education and training (VET) on learning outcomes. **Computers & Education**, v. 68, p. 153-166, 2013.

InterNations. **Digital Life Abroad - An Expat Insider Topical Report. 2019**. Disponível em: https://cms.internations.org/sites/default/files/2019-05/2019-05-22_Digital_Life_Abroad_Report_by_InterNations.pdf. Acesso em: 07 dez. 2021.

ISHAK, R.; MANSOR, M. The relationship between knowledge management and organizational learning with academic staff readiness for education 4.0. **Eurasian Journal of Educational Research**, v. 20, n. 85, p. 169-184, 2020.

JACKSON, G. T.; MCNAMARA, D. S. Motivation and performance in a game-based intelligent tutoring system. **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 4, p. 1036, 2013.

JACKSON, L. C.; O'MARA, J.; MOSS, J.; JACKSON, A. C. A. Critical Review of the Effectiveness of Narrative-Driven Digital Educational Games. **International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)**, v. 8, n. 4, p. 32-49, 2018.

JAFERY, W. A. Z. W. C.; OMAR, M. S. S.; AHMAD, N. A.; ITHNIN, H. Classification of Patents according to Industry 4.0 Pillars using Machine Learning Algorithms. In 2019 6th **International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS)**, p. 1-6, 2019.

JOHNSEN, H. M.; FOSSUM, M.; VIVEKANANDA-SCHMIDT, P.; FRUHLING, A.; SLETTEBØ, A. Nursing students' perceptions of a video-based serious game's educational value: A pilot study. **Nurse Education Today**, v. 62, p. 62-68, 2018.

JOHNSON, D.; DETERDING, S.; KUHN, K. A.; STANEVA, A.; STOYANOV, S.; HIDES, L. Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature. **Internet interventions**, v. 6, p. 89-106, 2016.

KANTHAN, R.; SENGER, J. L. The impact of specially designed digital games-based learning in undergraduate pathology and medical education. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, v. 135, n. 1, p. 135-142, 2011.

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

KARAASLAN, H.; KILIC, N.; GUVEN-YALCIN, G.; GULLU, A. Students' reflections on vocabulary learning through synchronous and asynchronous games and activities. **Turkish Online Journal of Distance Education**, v. 19, n. 3, p. 53-70, 2018.

KEAN, S.; DONAGHY, E.; BANCROFT, A.; CLEGG, G.; RODGERS, S. Theorising survivorship after intensive care: A systematic review of patient and family experiences. **Journal of Clinical Nursing**, 2021.

KENIGSBERG, P. A.; AQUINO, J. P.; BERARD, A.; GZIL, F.; ANDRIEU, S.; BANERJEE, S.; BREMOND, F.; BUEE, L.; COHEN-MANSFIELD, J.; MANGIALASCHE, F.; PLATEL, H.; SALMON, E.; ROBERT, P. Dementia beyond 2025: Knowledge and uncertainties. **Dementia**, v. 15, n. 1, p. 6-21, 2016.

KHENISSI, M. A.; ESSALMI, F.; JEMNI, M.; CHANG, T. W.; CHEN, N. S. Unobtrusive monitoring of learners' interactions with educational games for measuring their working memory capacity. **British Journal of Educational Technology**, v. 48, n. 2, p. 224-245, 2017.

KHENISSI, M. A.; ESSALMI, F.; JEMNI, M.; GRAF, S.; CHEN, N. S. Relationship between learning styles and genres of games. **Computers & Education**, v. 101, p. 1-14, 2016.

KIMILOGLU, H.; OZTURAN, M.; KUTLU, B. Perceptions about and attitude toward the usage of e-learning in corporate training. **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 339-349, 2017.

KIZILKAYA, B.; ZHAO, G.; SAMBO, Y. A.; LI, L.; IMRAN, M. A. 5G-Enabled Education 4.0: Enabling Technologies, Challenges, and Solutions. **IEEE Access**, v. 9, p. 166962-166969, 2021.

KLOCK, A. C. T.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M. S. User-centered gamification for e-learning systems: a quantitative and qualitative analysis of its application. **Interacting with Computers**, 2019.

KOOIMAN, B. J.; SHEEHAN, D. P. The efficacy of exergames for social relatedness in online physical education. **Cogent Education**, v. 2, n. 1, p. 1045808, 2015.

KOOIMAN, B. J.; SHEEHAN, D. P.; WESOLEK, M.; REATEGUI, E. Exergaming for physical activity in online physical education. **International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)**, v. 14, n. 2, p. 1-16, 2016.

KOOIMAN, B. J.; SHEEHAN, D. P.; WESOLEK, M.; RETEGUI, E. Moving online physical education from oxymoron to efficacy. **Sport, Education and Society**, v. 22, n. 2, p. 230-246, 2017.

KRETCHMAR, SCOTT. A revised definition of games: An analysis of grasshopper errors, omissions, and ambiguities. **Sport, Ethics and Philosophy**, v. 13, n. 3-4, p. 277-292, 2019.

KULIKOWSKI, K.; PRZYTUŁA, S.; SUŁKOWSKI, Ł. E-learning? Never again! On the unintended consequences of COVID-19 forced e-learning on academic teacher motivational job characteristics. **Higher Education Quarterly**, 2021.

KYEWSKI, E.; KRÄMER, N. C. To gamify or not to gamify? An experimental field study of the influence of badges on motivation, activity, and performance in an online learning course. **Computers & Education**, v. 118, p. 25-37, 2018.

LABUS, A.; DESPOTOVIĆ-ZRAKIĆ, M.; RADENKOVIĆ, B.; BOGDANOVIĆ, Z.; RADENKOVIĆ, M. Enhancing formal e-learning with edutainment on social networks. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 31, n. 6, p. 592-605, 2015.

LALIC, B.; MAJSTOROVIC, V.; MARJANOVIC, U.; DELIĆ, M.; TASIC, N. The effect of industry 4.0 concepts and e-learning on manufacturing firm performance: evidence from transitional economy. In: **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems**, p. 298-305, 2017.

LATHA, C. B. C.; KIRUBAKARAN, E.; THANGAIAH, R. J. Discovering Latent Relationships Among Learning Style Dimensions Using Association Rule Mining. In: **Computational Intelligence in Data Mining-Volume 2**, p. 575-584, 2015.

LEE, R.; HOE LOOI, K.; FAULKNER, M.; NEALE, L. The moderating influence of environment factors in an extended community of inquiry model of e-learning. **Asia Pacific Journal of Education**, p. 1-15, 2020.

LEIRAS, A.; DE BRITO Jr, I.; PERES, E. Q.; BERTAZZO, T. R.; YOSHIZAKI, H. T. Y. Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenges. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 4. n. 1, p. 95-130, 2014.

LEMCKE, S.; HAEDGE, K.; ZENDER, R.; LUCKE, U. RouteMe: a multilevel pervasive game on mobile ad hoc routing. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 19, n. 3-4, p. 537-549, 2015.

LENZ, L.; STEHLING, V.; HABERSTROH, M ; ISENHARDT, I. The more digital, the better? Analogue gamification in advanced blended learning environments. **12TH**

International Technology, Education and Development Conference (INTED). Série de livros: INTED Proceedings, p. 5732-5741, 2018.

LEUNG, F. Y. W.; LAU, M.; WAN, K.; LAW, L.; KWONG, T.; WONG, E. Y. W. Promoting Students' Global Perspectives through a Gamified e-Learning Platform. **Front. Educ**, v. 6, 2021.

LI, T.; CHAU, M.; SUNG, W. K.; LEE, A. J.; WONG, P. W.; YIP, P. S. Design and evaluation of a Facebook game for self-directed e-learning. **Knowledge Management & E-learning**, p. 464-480, 2016.

LIMA, V. V. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, p. 421-434, 2016.

LIN, C. F.; YEH, Y. C.; HUNG, Y. H.; CHANG, R. I. Data mining for providing a personalized learning path in creativity: An application of decision trees. **Computers & Education**, v. 68, p. 199-210, 2013.

LIN, H. C.; CHIU, Y. H.; CHEN, Y. J.; WUANG, Y. P.; CHEN, C. P.; WANG, C. C.; HUANG, C. L.; WU, T. M.; HO, W. H. Continued use of an interactive computer game-based visual perception learning system in children with developmental delay. **International journal of medical informatics**, v. 107, p. 76-87, 2017.

LISTIANA, N.; JAHARADAK, A. A. Blended Learning as Instructional Media: Literature Review. **In Journal of Physics: Conference Series**, v. 1167, n. 1, 2019.

LITTLE, T. 21st century learning and progressive education: An intersection. **International Journal of Progressive Education**, v. 9, n. 1, p. 84-96, 2013.

LIU, G. Z.; HWANG, G. J. A key step to understanding paradigm shifts in e-learning: towards context-aware ubiquitous learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 41, n. 2, 2010.

LIU, G. Z.; WU, N. W.; CHEN, Y. W. Identifying emerging trends for implementing learning technology in special education: A state-of-the-art review of selected articles published in 2008–2012. **Research in Developmental Disabilities**, v. 34, n. 10, p. 3618-3628, 2013.

LOPEZ, C. E.; TUCKER, C. S. The effects of player type on performance: A gamification case study. **Computers in Human Behavior**, v. 91, p. 333-345, 2019.

LORENZO-ALVAREZ, R.; RUDOLPHI-SOLERO, T.; RUIZ-GOMEZ, M. J.; SENDRA-PORTERO, F. Game-Based Learning in Virtual Worlds: A Multiuser Online Game for Medical Undergraduate Radiology Education within Second Life. **Anatomical Sciences Education**, 2019.

LU, Y. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of industrial information integration**, v. 6, p. 1-10, 2017.

LUTHON, F.; LARROQUE, B. LaboREM - A remote laboratory for game-like training

in electronics. **IEEE Transactions on learning technologies**, v. 8, n. 3, p. 311-321, 2015.

MABKHOT, M. M.; FERREIRA, P.; MAFFEI, A.; PODRŽAJ, P.; MĄDZIEL, M.; ANTONELLI, D.; ... LOHSE, N. Mapping industry 4.0 enabling technologies into United Nations sustainability development goals. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2560, 2021.

MAGRO, A.; SWARZ, J.; OUSLEY, A. CancerSPACE: an interactive e-learning tool aimed to improve cancer screening rates. **Journal of Computer-Mediated Communication**, v. 15, n. 3, p. 482-499, 2010.

MAIA, M. C. Z. Multigrade school as a possibility of achieving the rigth do education. **Periferia**, v. 13, n. 1, p. 196-216, 2021.

MALAQUIAS, F. F. O.; JUNIOR, R. J. S. Understanding cultural determinants of MOOCs offering: a cross-country study. **Turkish Online Journal of Distance Education**, v. 21, n. 4, p. 195-205, 2020.

MARCHETTI, E.; VALENTE, A. Interactivity and multimodality in language learning: the untapped potential of audiobooks. **Universal Access in the Information Society**, v. 17, n. 2, p. 257-274, 2018.

MARCIAL, D. E.; PEÑA, L. D.; MONTEMAYOR, J.; DY, J. The Design of a Gamified Responsible Use of Social Media. In: **Frontiers in Education**. Frontiers, p. 84, 2021.

MARCZEWSKI, A. **User types. In Even ninja monkeys like to play: gamification, game thinking and motivational design**. 2015. Disponível em: <http://www.gamified.uk/user-types/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

MARTENS, R.; GULIKERS, J.; BASTIAENS, T. The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 20, n. 5, p. 368-376, 2004.

MARTINENGO, L.; YEO, N. J. Y.; TANG, Z. Q.; MARKANDRAN, K. D.; KYAW, B. M.; TUDOR CAR, L. Digital Education for the Management of Chronic Wounds in Health Care Professionals: Protocol for a Systematic Review by the Digital Health Education Collaboration. **JMIR Research Protocols**, v. 8, 2019.

MARTÍN-SANJOSÉ, J. F.; JUAN, M. C.; GIL-GÓMEZ, J. A.; RANDO, N. Flexible learning itinerary vs. linear learning itinerary. **Science of Computer Programming**, v. 88, p. 3-21, 2014.

MARTÍN-SANJOSÉ, J. F.; JUAN, M. C.; SEGUÍ, I.; GARCÍA-GARCÍA, I. The effects of computer-based games and collaboration in large groups vs. collaboration in pairs or traditional methods. **Computers & Education**, v. 87, p. 42-54, 2015.

MARTIS, C.; CHAGAS A. **After Vuca, the transformation to a Bani World. Ideas LLYC Explore. Inspire.** Disponível em: https://ideasen.llorenteycuenca.com/2021/03/16/after-vuca-the-transformation-to-a-bani-world/. Acesso em: 23 mai. 2021.

MASELENO, A.; TANG, A. Y.; MAHMOUD, M. A.; OTHMAN, M.; SHANKAR, K. Big Data and E-learning in Education 4.0. **International Journal of Computer SCIENCE AND NETWORK SECURITY**, v. 18, n. 5, 171-174, 2018.

MASON, J.; LOADER, K. Using a serious game to train violence risk assessment and management skills. **Simulation & Gaming**, v. 50, n. 2, p. 124-135, 2019.

MCKENZIE, S.; HAINS-WESSON, R.; BANGAY, S.; BOWTELL, G. A team-teaching approach for blended learning: an experiment. **Studies in Higher Education**, p. 1-15, 2020.

MIRANDA, J.; LÓPEZ, C. S.; NAVARRO, S.; BUSTAMANTE, M. R.; MOLINA, J. M.; MOLINA, A. Open innovation laboratories as enabling resources to reach the vision of education 4.0. **In 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)**, p. 1-7, 2019.

MITAL, D.; DUPLÁKOVÁ, D.; DUPLÁK, J.; MITAĽOVÁ, Z.; RADCHENKO, S. Implementation of Industry 4.0 Using E-learning and M-learning Approaches in Technically-Oriented Education. **TEM Journal**, v.10, n.1, 2021.

MIYAGAWA, T.; YAMAGISHI, Y.; MIZUNO, S. Walk-rally support system using two-dimensional codes and mobile phones. **Interactive Learning Environments**, v. 21, n. 2, p. 199-210, 2013.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. 1-9, 2009.

MOREIRA, A. I.; DUARTE, P.; ROTHES, L.; DIOGO, F. "When I was little I liked school... I enjoyed eating in the cafeteria": perspective(s) of adults on school organization. **Educacao (UFSM)**, v. 45, p. 1-27, 2020.

MORENO-GER, P.; TORRENTE, J.; BUSTAMANTE, J.; FERNÁNDEZ-GALAZ, C.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B.; COMAS-RENGIFO, M. D. Application of a low-cost web-based simulation to improve students' practical skills in medical education. **International Journal of Medical Informatics**, v. 79, n. 6, p. 459-467, 2010.

MORRISON, B. B.; DISALVO, B. Khan academy gamifies computer science. In: **45TH ACM Technical Symposium On Computer Science Education**, p. 39-44, 2014.

MOUBAYED, A.; INJADAT, M.; SHAMI, A.; LUTFIYYA, H. Student engagement level in e-learning environment: Clustering using k-means. **American Journal of Distance Education**, p. 1-20, 2020.

MUELLER, E.; CHEN, X. L.; RIEDEL, R. Challenges and requirements for the application of industry 4.0: a special insight with the usage of cyber-physical system. **Chinese Journal of Mechanical Engineering**, v. 30, n. 5, p. 1050-1057, 2017.

MUNZ, U.; SCHUMM, P.; WIESEBROCK, A.; ALLGOWER, F. Motivation and learning progress through educational games. **IEEE Transactions on Industrial**

Electronics, v. 54, n. 6, p. 3141-3144, 2007.

NEWBERY-JONES, C. Ethical experiments with the D-pad: exploring the potential of video games as a phenomenological tool for experiential legal education. **The Law Teacher**, v. 50, n. 1, p. 61-81, 2016.

NORTH-SAMARDZIC, A.; WITT, M. Designing a human resource management simulation to engage students. **Journal of Management Education**, v. 43, n. 4, p. 359-395, 2019.

NOSALSKA, K.; PIĄTEK, Z. M.; MAZUREK, G.; RZĄDCA, R. Industry 4.0: coherent definition framework with technological and organizational interdependencies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2019.

NOVICKÁ, A.; PAPCUN, P.; ZOLOTOVÁ, I. Mapping of machine faults using tools of World Class Manufacturing. **2016 IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)**, p. 223-227, 2016.

NYEMBEZI, N.; CISHE, N.; MANTLANA, D. Teachers' Adoption of Information and Communication Technology in Foundation Phase Teaching: A Study of Selected Schools in the Eastern Cape in South Africa. **International Journal of Educational Sciences**, v. 12, n. 1, p. 57-65, 2016.

O'FLAHERTY, J.; PHILLIPS, C. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. **The internet and higher education**, v. 25, p. 85-95, 2015.

OLSSON, M.; MOZELIUS, P.; COLLIN, J. Visualisation and Gamification of e-learning and Programming Education. **Electronic Journal of E-learning**, v. 13, n. 6, p. 441-454, 2015.

OLSZEWSKI, A. E.; DANIEL, D. A.; STEIN, D. R.; MCCULLOCH, M. I.; SU, S. W.; HAMES, D. L.; WOLBRINK, T. A. Teaching pediatric peritoneal dialysis globally through virtual simulation. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, v. 13, n. 6, p. 900-906, 2018.

ORICAIN, N. D. Acquisition of competences in Cooperative Learning: students' point of view. **REDU-Revista de Docencia Universitaria**, v. 13, p. 339-359, 2015.

OSIPOV, I. V.; NIKULCHEV, E.; VOLINSKY, A. A.; PRASIKOVA, A. Y. Study of gamification effectiveness in online e-learning systems. **International Journal Of Advanced Computer Science and Applications**, v. 6, n. 2, p. 71-77, 2015.

OWSTON, R.; YORK, D. N.; MALHOTRA, T.; SITTHIWORACHART, J. Blended Learning in STEM and Non-STEM Courses: How do Student Performance and Perceptions Compare? **Online Learning Journal**, v. 24, 2020.

ÖZBIÇAKÇI, Ş.; BILIK, Ö.; İNTEPELER, Ş. S. Assessment of goals in problem-based learning. **Nurse education today**, v. 32, n. 8, p. e79-e82, 2012.

PACHECO, A. P. R.; SALLES, B. W.; GARCIA, M. A.; POSSAMAI, O. **O ciclo PDCA**

na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica. PPGEGC–Universidade Federal de Santa Catarina–Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento–apostila, v. 2, 2012.

PAKINEE, A.; PURITAT, K. Designing a gamified e-learning environment for teaching undergraduate ERP course based on big five personality traits. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 4, p. 4049-4067, 2021.

PARAVIZO, E.; CHAIM, O. C.; BRAATZ, D.; MUSCHARD, B.; ROZENFELD, H. Exploring gamification to support manufacturing education on industry 4.0 as an enabler for innovation and sustainability. **Procedia manufacturing**, v. 21, p. 438-445, 2018.

PARK, S. H.; ERTMER, P. A. Impact of problem-based learning (PBL) on teachers' beliefs regarding technology use. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 40, n. 2, p. 247-267, 2007.

PARRA-GONZÁLEZ, M. E.; BELMONTE, J. L.; SEGURA-ROBLES, A.; CABRERA, A. F. Active and Emerging Methodologies for Ubiquitous Education: Potentials of Flipped Learning and Gamification. **Sustainability**, v. 12, n. 2, 2020.

PASTRANA, R.; MANABAT, A. An Outcomes-Based Education (Obe) Approach & Typology-Based Quality Assurance (Qa) System: A Proposed Framework And Transition Strategy For Philippine Higher Education Institution's (HEI) Shift Towards International Standards. In: **Balkan Region Conference on Engineering and Business Education**. Sciendo, p. 639-644, 2014.

PATRA, S. K.; SUNDARAY, B. K.; MAHAPATRA, D. M. Are university teachers ready to use and adopt e-learning system? An empirical substantiation during COVID–19 pandemic. **Quality Assurance in Education**, v. 29, n. 4, p. 509-522, 2021.

PAULE-RUIZ, M.; ÁLVAREZ-GARCÍA, V.; PÉREZ-PÉREZ, J. R.; ÁLVAREZ-SIERRA, M.; TRESPALACIOS-MENÉNDEZ, F. Music learning in preschool with mobile devices. **Behaviour & Information Technology**, v. 36, n. 1, p. 95-111, 2017.

PEREZ-MANZANO, A.; ALMELA-BAEZA, J. Gamification and transmedia for scientific promotion and for encouraging scientific careers in adolescents. **Comunicar**, v. 26, n. 1, p. 93-103, 2018.

PILLONI, V. How data will transform industrial processes: Crowdsensing, crowdsourcing and big data as pillars of industry 4.0. **Future Internet**, v. 10, n. 3, 24, 2018.

PISTOLJEVIC, N.; HULUSIC, V. Educational e-book for children with and without developmental disorders. **Journal of Computers in Education**, v. 6, p. 117-141, 2019.

PONS, J. P. Digital technologies and their impact on higher education. The new mediations. **RIED - Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 21, n. 2, p.83-95, 2018.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of**

engineering education, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

PROCHAZKOVA, K.; NOVOTNY, P.; HANCAROVA, M.; PRCHALOVA, D.; SEDLACEK, Z. Teaching a difficult topic using a problem-based concept resembling a computer game: development and evaluation of an e-learning application for medical molecular genetics. **BMC Medical Education**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2019.

PULIDO, M. J.; GUTMAN, I. R.; LAZARO, S. M. Cooperative learning an active methodology in the 21st century a review. **Prisma Social**, p. 200-210, 2019.

PUTZ, L. M.; HOFBAUER, F.; TREIBLMAIER, H. Can gamification help to improve education? Findings from a longitudinal study. **Computers in Human Behavior**, p. 106392, 2020.

RABAGLIO, Maria Odete. Seleção por Competências. 2a ed. São Paulo: Educator, 2001.

RAMOS, D. K.; SILVA, G. A. Professional development for the use of digital games in schools: changes in the pedagogical practice? **RIED - Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, v. 22, n. 2, p. 265-285, 2019.

RASILA, A.; MALINEN, J.; TIITU, H. On automatic assessment and conceptual understanding. **Teaching Mathematics and Its Applications**, v. 34, n. 3, p. 149-159, 2015.

REGUERAS, L. M.; VERDU, E.; MUNOZ, M. F.; PEREZ, M. A.; DE CASTRO, J. P.; VERDU, M. J. Effects of competitive e-learning tools on higher education students: A case study. **IEEE Transactions on Education**, v. 52, n. 2, p. 279-285, 2009.

REIS, A. C. Product Variety Management: a Conceptual Framework and empirical studies. **Tese (Doutorado)** – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2013.

RETALIS, S. Creating adaptive e-learning board games for school settings using the ELG environment. **Journal of Universal Computer Science**, v. 14, n. 17, p. 2897-2908, 2008.

REYNOLDS, R.; CHIU, M. M. Formal and informal context factors as contributors to student engagement in a guided discovery-based program of game design learning. **Learning, Media and Technology**, v. 38, n. 4, p. 429-462, 2013.

RITTER, B. Changing Problem Solving Methods in Higher Education to Meet the Challenges of Industry 4.0. In: **IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)**, p. 136-139, 2021.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A complex view of industry 4.0. **Sage Open**, v. 6, n. 2, 2016.

RODRIGUES, H.; ALMEIDA, F.; FIGUEIREDO, V.; LOPES, S. L. Tracking e-learning through published papers: A systematic review. **Computers & Education**, v. 136, p. 87-98, 2019.

RODRIGUEZ, F. J. D.; RUIZ, A. P. The "Flipped Classroom" As An Active Methodology To Promote Centrality In The Students As Protagonist Of Their Own Learning. **Contextos Educativos-Revista de Educacion**, v. 26, p. 261-275, 2020.

ROMERO-HERNANDEZ, A.; RIOJO, M. G.; DÍAZ-FAES-PÉREZ, C.; MANERO-IGLESIAS, B. The Courtesy of Spain: Theater for the New Generations. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje,** v. 13, n. 3, p. 102-110, 2018.

ROMERO-RODRÍGUEZ, L. M.; RAMÍREZ-MONTOYA, M. S.; GONZÁLEZ, J. R. V. Gamification in MOOCs: Engagement application test in energy sustainability courses. **IEEE Access,** v. 7, p. 32093-32101, 2019.

ROWLEY, J.; SLACK, F. Conducting a literature review. **Management Research News**, v. 27, n. 6, p. 31-39, 2004.

RUBIN-VAUGHAN, A.; PEPLER, D.; BROWN, S.; CRAIG, W. Quest for the Golden Rule: An effective social skills promotion and bullying prevention program. **Computers & Education**, v. 56, n. 1, p. 166-175, 2011.

RUDY ZALTZMAN, T.; PARRY-CRUWYS, D.; MACDONALD, J.; SWEENEY-KERWIN, E. An examination of observational learning using Skinner's taxonomy of verbal behavior. **Behavioral Interventions**, 2021.

SAIZ, J. G.; CHACON, J. P. Projects and ICT experiences in hospitalized student. **Revista Cientifica Electronica de Educacion y Comunicacion en la Sociedad del Conocimiento**, v. 2, n. 16, p. 387-407, 2016.

SALEEM, A. N.; NOORI, N. M.; OZDAMLI, F. Gamification applications in E-learning: a literature review. **Technology, Knowledge and Learning**, p. 1-21, 2021.

SANCHO, P.; TORRENTE, J.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. MareMonstrum: a Contribution to Empirical Research about How the Use of MUVEs May Improve Students' Motivation. **Journal of Universal Computer Science**, v. 18, n. 18, p. 2576-2598, 2012.

SANGRÀ, A.; VLACHOPOULOS, D.; CABRERA, N. Building an inclusive definition of e-learning: An approach to the conceptual framework. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 13, n. 2, p. 145-159, 2012.

SANTOS, A.C.S.G.; REIS, A. C.; SOUZA, C. G.; SANTOS, I. L.; FERREIRA, L. A. F. The first evidence about conceptual vs analytical lean healthcare research studies. **Journal of Health Organization and Management**, 2020.

SANTOS, I. L.; PIRMEZ, L.; DELICATO, F. C.; KHAN, S. U.; ZOMAYA, A. Y. Olympus: The cloud of sensors. **IEEE Cloud Computing**, v. 2, n. 2, p. 48-56, 2015.

SARDI, L.; Idri, A.; FERNÁNDEZ-ALEMÁN, J. L. A systematic review of gamification in e-Health. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 71, p. 31-48, 2017.

SCHMIDT, M. W.; FRIEDRICH, M.; KOWALEWSKI, K. F.; DE LA GARZA, J.;

BRUCKNER, T.; MÜLLER-STICH, B. P.; NICKEL, F. Learning from the surgeon's real perspective–First-person view versus laparoscopic view in e-learning for training of surgical skills? Study protocol for a randomized controlled trial. **International Journal of Surgery Protocols**, v. 3, p. 7-13, 2017.

SCHUSTER, K.; GROß, K.; VOSSEN, R.; RICHERT, A.; JESCHKE, S. Preparing for industry 4.0–collaborative virtual learning environments in engineering education. In: **Engineering Education 4.0**, p. 477-487, 2016.

SCHWADE, F.; SCHUBERT, P. The ERP challenge: developing an integrated platform and course concept for teaching ERP skills in universities. **International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)**, v. 9, n. 1, p. 53-69, 2018.

SCHWEIGHOFER, P.; EBNER, M. Aspects to be considered when implementing technology-enhanced learning approaches: A literature review. **Future Internet**, v. 7, n. 1, p. 26-49, 2015.

SCOULAR, C.; CARE, E.; AWWAL, N. An Approach to Scoring Collaboration in Online Game Environments. **Electronic Journal of e-learning**, v. 15, n. 4, p. 335-342, 2017.

SEABORN, K.; FELS, D. I. Gamification in Theory and Action: A Survey. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 74, p. 14-31, 2014.

SEGURA-ROBLES, A.; PARRA-GONZÁLEZ, M.; GALLARDO-VIGIL, M. Bibliometric and collaborative network analysis on active methodologies in education. **Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)**, v. 9, n. 2, p. 259-274, 2020.

SHAALAN, K.; AL-MANSOORI, M.; TAWFIK, H. An awareness-raising E-learning approach for children living in a high diabetic population. **Informatics for Health and Social Care**, v. 39, n. 2, p. 81-103, 2014.

SIDDIQUI, A.; KHAN, M.; AKHTAR, S. Supply chain simulator: A scenario-based educational tool to enhance student learning. **Computers & Education**, v. 51, n. 1, p. 252-261, 2008.

SILVA, F. B. Implicações da gamificação no projeto de plataforma de educação on-line: um estudo de caso. **Tese (Doutorado)** – Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação, UFMG, 2018.

SILVA, M. M.; GUSMÃO, A. P. H.; ANDRADE, C. T. A.; SILVA, W. The integration of VFT and FITradeoff multicriteria method for the selection of WCM projects. In: **2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC)**, p. 1513-1517, 2019.

SIMOES, J.; REDONDO, R. D.; VILAS, A. F. A social gamification framework for a K-6 learning platform. **Computers in Human Behavior**, v. 29, n. 2, p. 345-353, 2013.

SLIMANI, A.; ELOUAAI, F.; ELAACHAK, L.; YEDRI, O. B.; BOUHORMA, M.; SBERT, M. Learning analytics through serious games: Data mining algorithms for performance measurement and improvement purposes. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 13, n. 1, p. 46-64, 2018.

SLOOTMAKER, A.; KURVERS, H.; HUMMEL, H. G.; KOPER, R. Developing Scenario-based Serious Games for Complex Cognitive Skills Acquisition: Design, Development and Evaluation of the EMERGO Platform. **Journal of Universal Computer Science**, v. 20, n. 4, p. 561-582, 2014.

SOOD, S. K.; SINGH, K. D. An Optical-Fog assisted EEG-based virtual reality framework for enhancing E-learning through educational games. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 26, n. 5, p. 1565-1576, 2018.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, p. 102-106, 2010.

SPIRIDONOVA, L. Characteristics and advantages of using an e-learning system for training of pre-school and primary school teachers. **Journal of e-learning and Knowledge Society**, v. 12, n. 1, 2016.

STENDER, G. H. C. Lean Health Care: Modelo de Implantação da Ferramenta Kanban a um Almoxarifado de um Hospital Federal no Rio De Janeiro. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, CEF ET/RJ, Rio de Janeiro, 2016.

STEPANYAN, K.; LITTLEJOHN, A.; MARGARYAN, A. Sustainable e-learning: Toward a coherent body of knowledge. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 16, n. 2, p. 91-102, 2013.

STEVENSON, C. D.; PORTER, K.; STEVENSON, K. T. Effects of a Game-Based e-Learning Module on Undergraduate Food Science Students' Planned Behaviors Concerning Good Manufacturing Practices. **Journal of Food Science Education**, v. 17, n. 4, p. 111-117, 2018.

STUBBÉ, H.; BADRI, A.; TELFORD, R.; VAN DER HULST, A.; VAN JOOLINGEN, W. E-learning Sudan, Formal Learning for Out-of-School Children. **Electronic Journal of e-learning**, v. 14, n. 2, p. 136-149, 2016.

SUN, J.; GENG, J.; CHENG, X.; ZHU, M.; XU, Q.; LIU, Y. Leveraging personality information to improve community recommendation in e-learning platforms. **British Journal of Educational Technology**, v. 51, n. 5, p. 1711-1733, 2020.

SUN, P. C.; TSAI, R. J.; FINGER, G.; CHEN, Y. Y.; YEH, D. What drives a successful e-learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. **Computers & Education**, v. 50, n. 4, p. 1183-1202, 2008.

SVRZIĆ, U.; DANON, G. Solving problems in wood parquet production by using'7 steps' of World Class Manufacturing Methodology (WCM). **Journal of Applied Engineering Science**, v. 12, n. 2, p. 113-120, 2014.

TAN, J. W.; ZARY, N. Diagnostic markers of user experience, play, and learning for digital serious games: A conceptual framework study. **JMIR Serious Games**, v. 7, n. 3, p. e14620, 2019.

TENÓRIO, T.; Silva, A. R.; TENÓRIO, A. A influência da gamificação na Educação a Distância com base nas percepções de pesquisadores brasileiros. **Revista EDaPECI - Educacao a Distancia e Praticas Educativas Comunicacionais e Interculturais**, v. 16, n. 2, p. 320-335, 2016.

TERRAS, M. M.; BOYLE, E. A. Integrating games as a means to develop e-learning: Insights from a psychological perspective. **British Journal of Educational Technology**, v. 50, p. 1049-1059, 2019.

THOO, A.; LEE, Y.; TAN, L. Students' Satisfaction Using E-Learning as a Supplementary Tool. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, v. 16, n. 15, p. 16-30, 2021.

TIBANÁ-HERRERA, G.; FERNÁNDEZ-BAJÓN, M. T.; DE MOYA-ANEGÓN, F. Global analysis of the E-learning scientific domain: a declining category? **Scientometrics**, v. 114, n. 2, p. 675-685, 2018.

TOLKS, D.; LAMPERT, C.; DADACZYNSKI, K.; MASLON, E.; PAULUS, P.; SAILER, M. Game-based approaches to prevention and health promotion: serious games and gamification. **Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz**, p. 1-10, 2020.

TOMCZYK, Ł.; JÁUREGUI, V. C.; DE LA HIGUERA AMATO, C. A.; MUÑOZ, D.; ARTEAGA, M.; OYELERE, S. S.; ... & PORTA, M. Are teachers techno-optimists or techno-pessimists? A pilot comparative among teachers in Bolivia, Brazil, the Dominican Republic, Ecuador, Finland, Poland, Turkey, and Uruguay. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 3, p. 2715-2741, 2021.

TORRES-TOUKOUMIDIS, A.; RAMÍREZ-MONTOYA, M. S.; ROMERO-RODRÍGUEZ, L. M. Assessment and evaluation of Games-Based Learning (GBL) in e-learning contexts. **Education in The Knowledge Society**, v. 19, n. 4, p. 109-128, 2018a.

TORRES-TOUKOUMIDIS, A.; ROMERO-RODRIGUEZ, L. M.; AMOR PEREZ-RODRIGUEZ, M.; BJORK, S. Integrated Theoretical Gamification Model in E-learning Environments (E-MIGA). **Revista Complutense de Educacion**, v. 29, n. 1, p. 129-145, 2018b.

TRAN, V. D.; LEWIS, R. Effects of Cooperative Learning on Students at An Giang University in Vietnam. **International Education Studies**, v. 5, n. 1, p. 86-99, 2012.

UNESCO (2020). **Policy brief: Education during COVID-19 and beyond**. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/dspd/wpcontent/uploads/sites/22/2020/08/sg_policy_brief_covid-19_and_education_august_2020.pdf. Acesso em: 30 jan. 2022.

UNESCO (2021). **Coalición Mundial para la Educación COVID-19**. Disponível em:

https://es.unesco.org/covid19/globaleducationcoalition. Acesso em: 14 de fev. 2022.

VALENZUELA-FERNÁNDEZ, L. A.; COLLANTES-INGA, Z. M.; DURAND-HIPÓLITO, E. E. On digital governance, digital policy and education. **Revista eleuthera**, v. 22, n. 2, p. 88-103, 2020.

VALVERDE, R. I. H.; BAÑOS, R. Aprendizaje cooperativo a través de las nuevas tecnologías: una revisión. **@ tic. revista d'innovació educativa**, n. 20, p. 16-25, 2018.

VALVERDE-BERROCOSO, J.; GARRIDO-ARROYO, M. D. C.; BURGOS-VIDELA, C.; MORALES-CEVALLOS, M. B. Trends in Educational Research about e-learning: A Systematic Literature Review (2009–2018). **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 5153, 2020.

VAN LAAR, E.; VAN DEURSEN, A. J.; VAN DIJK, J. A.; DE HAAN, J. The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 577-588, 2017.

VANITHA, P. S.; ALATHUR, S. Factors influencing E-learning adoption in India: Learners' perspective. **Education and Information Technologies**, v. 26, n. 5, p. 5199-5236, 2021.

VASSILEVA, J. Toward social learning environments. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 1, n. 4, p. 199-214, 2008.

VIEIRA, P. S. Supply chain risk management in healthcare: identification, assessment and mitigation. **Tese (Doutorado)** – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, CEF ET/RJ, Rio de Janeiro, 2019.

VIERA, M. E. M.; HOEFEL, M. D. L.; COLLADO, J. T. R. The" digital wasteland": the Covid-19 repercussions in Education in Spain and in Brazil. **Revista Electronica Interuniversitaria de Formacion del Profesorado**, p. 181-191, 2021.

VYT, A. Smartly using PDCA in quality of distance teaching. In The Envisioning Report for Empowering Universities (3rd ed.). **European Association of Distance Teaching Universities (EADTU)**, 2019.

WALL, J.; AHMED, V. Use of a simulation game in delivering blended lifelong learning in the construction industry–Opportunities and Challenges. **Computers & Education**, v. 50, n. 4, p. 1383-1393, 2008.

WANG, C. S.; LI, Y. C.; TZENG, Y. R. How to replicate the cognitive process in computer game-based learning units. **Information Technology & People**, 2015.

WANG, T. H. Web-based quiz-game-like formative assessment: Development and evaluation. **Computers & Education**, v. 51, n. 3, p. 1247-1263, 2008.

WAUTELET, Y.; KOLP, M. E-SPM: An online software project management game. **International Journal of Engineering Education**, v. 28, n. 6, p. 1316, 2012.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize**

Your Business. Philadelphia: Wharton Digital Press, 2012.

WRIGHT, G. B. Student-centered learning in higher education. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, v. 23, n. 1, p. 92-97, 2011.

YANG, F.; GU, S. Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. **Complex & Intelligent Systems**, p. 1-15, 2021.

YANNIER, N.; HUDSON, S. E.; KOEDINGER, K. R. Active learning is about more than hands-on: A mixed-reality AI system to support STEM education. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 30, n. 1, p. 74-96, 2020.

YOON, J.; KIM, J. Design and implementation of invention learning curriculum-based serious game contents. **New Review of Hypermedia and Multimedia**, v. 25, n. 3, p. 205-221, 2019.

YÜCEOL, N. The Steps to be Taken in Higher Education for Successful Adaptation to Industry 4.0. **Yükseköğretim Dergisi**, v. 11, n. 3, p. 563-577, 2021.

ZAFAR, S.; SAFDAR, S.; ZAFAR, A. N. Evaluation of use of e-learning in undergraduate radiology education: a review. **European Journal of Radiology**, v. 83, n. 12, p. 2277-2287, 2014.

ZEPEDA-HERNANDEZ, S.; ABASCAL-MENA, R.; LOPEZ-ORNELAS, E. Integration of gamification and active learning in the classroom. **Revista Ra Ximhai**, v. 12, p. 315-325, 2016.

ZHANG, X.; RUAN, X.; ZHANG, H.; LIU, L.; HAN, C.; WANG, L. Mobile Robot's Sensorimotor Developmental Learning From Orientation and Curiosity. **IEEE Access**, v. 8, p. 178117-178129, 2020.

ZHONG, R. Y.; HUANG, G. Q. RFID-enabled learning supply chain: A smart pedagogical environment for TELD. **International Journal of Engineering Education**, v. 30, n. 2, p. 471-482, 2014.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification By Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.