



# Gestão Conhecimento, Gamificação e Analítica de Aprendizado na formação de Profissionais para Atuação no Setor Elétrico



**Marta Macedo Kerr Pinheiro**  
**Fernando Silva Parreiras**  
**Anderson Rodrigues**  
(Organizadores)



Marta Macedo Kerr Pinheiro  
Fernando Silva Parreiras  
Anderson Rodrigues  
(Organizadores)

GESTÃO CONHECIMENTO,  
GAMIFICAÇÃO E ANALÍTICA  
DE APRENDIZADO NA  
FORMAÇÃO PROFISSIONAL  
PARA O SETOR ELÉTRICO

Editora CRV  
Curitiba – Brasil  
2021

Copyright © da Editora CRV Ltda.  
**Editor-chefe:** Railson Moura  
**Diagramação:** Designers da Editora CRV  
**Capa:** Rubens Gabriel Romão Jerônimo  
**Revisão:** Analista de Escrita e Artes

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
CATALOGAÇÃO NA FONTE

Bibliotecária responsável: Luzenira Alves dos Santos CRB9/1506

---

G389

Gestão Conhecimento, Gamificação e Análítica de Aprendizado na formação profissional para o Setor Elétrico / Marta Macedo Kerr Pinheiro, Fernando Silva Parreiras, Anderson Rodrigues (organizadores) – Curitiba : CRV, 2021.

310 p.

Bibliografia

ISBN Digital 978-65-251-1007-3

ISBN Físico 978-65-251-1006-6

DOI 10.24824/978652511006.6

1. Educação 2. Educação profissional 3. Gestão do conhecimento 4. Análítica do aprendizado 5. Gamificação 6. Realidade aumentada 7. Realidade virtual I. Pinheiro, Marta Macedo Kerr, org. II. Parreiras, Fernando Silva, org. III. Rodrigues, Anderson, org. IV. Título V. Série.

CDU 37

CDD 378.013

---

Índice para catálogo sistemático  
1. Educação profissional – 378.013

ESTA OBRA TAMBÉM SE ENCONTRA DISPONÍVEL EM FORMATO DIGITAL.  
CONHEÇA E BAIXE NOSSO APLICATIVO!



2021

Foi feito o depósito legal conf. Lei 10.994 de 14/12/2004

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Editora CRV

Todos os direitos desta edição reservados pela: Editora CRV

Tel.: (41) 3039-6418 - E-mail: [sac@editoracrv.com.br](mailto:sac@editoracrv.com.br)

Conheça os nossos lançamentos: [www.editoracrv.com.br](http://www.editoracrv.com.br)

## **Conselho Editorial: Comitê Científico:**

- Aldira Guimarães Duarte Domínguez (UNB)  
Andréia da Silva Quintanilha Sousa (UNIR/UFRN)  
Anselmo Alencar Colares (UFOPA)  
Antônio Pereira Gaio Júnior (UFRRJ)  
Carlos Alberto Vilar Estêvão (UMINHO – PT)  
Carlos Federico Domínguez Avila (Unieuro)  
Carmen Tereza Velanga (UNIR)  
Celso Conti (UFSCar)  
Cesar Gerónimo Tello (Univer .Nacional  
Três de Febrero – Argentina)  
Eduardo Fernandes Barbosa (UFMG)  
Elíone Maria Nogueira Diogenes (UFAL)  
Elizeu Clementino de Souza (UNEB)  
Élsio José Corá (UFS)  
Fernando Antônio Gonçalves Alcoforado (IPB)  
Francisco Carlos Duarte (PUC-PR)  
Gloria Fariñas León (Universidade  
de La Havana – Cuba)  
Guillermo Arias Beatón (Universidade  
de La Havana – Cuba)  
Helmuth Krüger (UCP)  
Jailson Alves dos Santos (UFRJ)  
João Adalberto Campato Junior (UNESP)  
Josania Portela (UFPI)  
Leonel Severo Rocha (UNISINOS)  
Lídia de Oliveira Xavier (UNIEURO)  
Lourdes Helena da Silva (UFV)  
Marcelo Paixão (UFRJ e UTexas – US)  
Maria Cristina dos Santos Bezerra (UFSCar)  
Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNOESC)  
Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)  
Paulo Romualdo Hernandes (UNIFAL-MG)  
Renato Francisco dos Santos Paula (UFG)  
Rodrigo Pratte-Santos (UFES)  
Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)  
Simone Rodrigues Pinto (UNB)  
Solange Helena Ximenes-Rocha (UFOPA)  
Sydione Santos (UEPG)  
Tadeu Oliver Gonçalves (UFPA)  
Tania Suely Azevedo Brasileiro (UFOPA)
- Altair Alberto Fávero (UPF)  
Ana Chrystina Venancio Mignot (UERJ)  
Andréia N. Militão (UEMS)  
Anna Augusta Sampaio de Oliveira (UNESP)  
Barbara Coelho Neves (UFBA)  
Cesar Gerónimo Tello (Universidad Nacional  
de Três de Febrero – Argentina)  
Diosnel Centurion (Univ Americ. de Asunción – Py)  
Eliane Rose Maio (UEM)  
Elizeu Clementino de Souza (UNEB)  
Fauston Negreiros (UFPI)  
Francisco Ari de Andrade (UFC)  
Gláucia Maria dos Santos Jorge (UFOP)  
Helder Buenos Aires de Carvalho (UFPI)  
Ilma Passos A. Veiga (UNICEUB)  
Inês Bragança (UERJ)  
José de Ribamar Sousa Pereira (UCB)  
Jussara Fraga Portugal (UNEB)  
Kilwandy Kya Kapitango-a-Samba (Unemat)  
Lourdes Helena da Silva (UFV)  
Lucia Marisy Souza Ribeiro de Oliveira (UNIVASF)  
Marcos Vinicius Francisco (UNOESTE)  
Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNOESC)  
Maria Eurácia Barreto de Andrade (UFRB)  
Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)  
Mohammed Elhajji (UFRJ)  
Mônica Pereira dos Santos (UFRJ)  
Najela Tavares Ujiic (UTFPR)  
Nilson José Machado (USP)  
Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)  
Sílvia Regina Canan (URI)  
Sonia Maria Ferreira Koehler (UNISAL)  
Suzana dos Santos Gomes (UFMG)  
Vânia Alves Martins Chaigar (FURG)  
Vera Lucia Gaspar (UDESC)

Este livro passou por avaliação e aprovação às cegas de dois ou mais pareceristas *ad hoc*.



# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	9
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	
<i>Fernando Silva Parreiras</i>	
<i>Anderson Rodrigues</i>	

## PARTE I CONCEITOS ESTRUTURANTES

A GESTÃO DO CONHECIMENTO E O CONHECIMENTO TÁCITO .....	13
<i>Eric de Paula Ferreira</i>	
<i>Fabício Ziviani</i>	

INTRODUÇÃO AO CANVAS PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO – KMCANVAS.....	27
<i>Fernando Hadad Zaidan</i>	

GAMIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS.....	57
<i>Marcos Paulo Rodrigues Lopes</i>	
<i>Christopher Conrado Chelis</i>	
<i>Fernando Hadad Zaidan</i>	

APRENDIZAGEM COM ALTERNÂNCIA PEDAGÓGICA: adaptative learning analytics – ALA.....	71
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	
<i>Sônia Mara Prado Veiga</i>	
<i>Fabício Ziviani</i>	

## PARTE II ARCABOUÇO CONCEITUAL

REALIDADE VIRTUAL, AUMENTADA, MISTA E SIMULAÇÃO .....	97
<i>Fernando Hadad Zaidan</i>	
<i>Diovani Luiz Merlo</i>	
<i>Isadora Valle Sousa</i>	
<i>Diego Renner de Souza Viana</i>	

O <i>LEARNING ANALYTICS</i> E SUA PERFORMANCE NO CONTEXTO EDUCACIONAL .....	123
<i>Isadora Valle Sousa</i>	
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	

MODELO DE PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL.....	149
<i>Sônia Mara Prado Veiga</i>	

### PARTE III VALIDAÇÃO

PLATAFORMA DE APRENDIZAGEM MOODLE-CEMIG E SPA-CEMIG .....	173
<i>Nivson Santos de Jesus</i>	
<i>Omar Passos Torres de Almeida</i>	
<i>Victor Mendonça de Azevêdo</i>	
ESTUDO DE CASO NO DOMÍNIO DO CONHECIMENTO TÉCNICO ASTA – ABRIR; SINALIZAR; TESTAR E ATERRAR .....	187
<i>Fernando Silva Parreiras</i>	
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA O RECONHECIMENTO DE ATIVIDADES HUMANAS COM DADOS DE PONTOS DE REFERÊNCIA DO CORPO HUMANO.....	223
<i>Rubens de Oliveira Santos</i>	
<i>Fernando Silva Parreiras</i>	
PROCESSOS HÍBRIDOS DE APRENDIZAGEM: as características da tecnologia que influenciam a intenção do aluno de usar a gamificação e a realidade virtual em sua formação técnica.....	267
<i>Isadora Valle Sousa</i>	
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	
CONCLUSÃO.....	293
<i>Marta Macedo Kerr Pinheiro</i>	
<i>Fernando Silva Parreiras</i>	
<i>Anderson Rodrigues</i>	
ÍNDICE REMISSIVO .....	295
SOBRE OS AUTORES .....	303



# APRESENTAÇÃO

*Marta Macedo Kerr Pinheiro*

*Fernando Silva Parreiras*

*Anderson Rodrigues*

---

O processo de formação e de desenvolvimento de competência dos profissionais que atuam no setor elétrico demanda tempo e investimentos financeiros. De acordo com o Relatório de Sustentabilidade da CEMIG de 2015, A universidade corporativa da Cemig – UniverCemig – teve 14365 participações em treinamentos com 410466 homem-hora treinado. O valor total investido em ações de treinamento e desenvolvimento foi de R\$ 35,8 milhões, correspondendo a R\$ 4.554,00 por empregado próprio.

Os treinamentos têm em média a duração de 4-6 meses e uma curva de aprendizado de 400-600 horas. Os treinamentos são realizados em situações controladas e prescritivas, não abarcando as singularidades, imprevistos e diversidades de cenários em que os profissionais vivenciam no seu dia a dia de campo.

Neste cenário, emerge a seguinte questão de pesquisa: **Qual é o impacto de um sistema de treinamento baseado em nas tendências tecnológicas (gamificação, realidade virtual e learning analytics) na qualidade do treinamento em uma empresa do setor de energia elétrica?**

Para abordar este problema, este livro apresenta uma metodologia e sistema computacional que incorpore tecnologias de gamificação, realidade virtual e learning analytics. Os cenários de aplicação do livro incluem:

- Estimular o envolvimento dos funcionários: Muitas empresas estão usando gamificação como formas de aumentar o engajamento e / ou aumentar a retenção de colaboradores;
- Alinhar a utilização da força de trabalho com os objetivos estratégicos e financeiros para melhor desempenho da empresa;
- Identificar os fatores que levam a uma maior produtividade do funcionário;
- Estabelecer iniciativas de treinamento e desenvolvimento de carreira eficazes.

Para alcançar estes objetivos, este livro apresenta três componentes inovadores: avaliação e mensuração de competências desenvolvidas no treinamento (learning analytics), modelo de games de ação e interação com objetos físicos e digitais no formato cidade, e modelo conceitual de certificação de conhecimentos a partir de competências profissionais.

## **1. Modelo de simulação com interação com objetos físicos e digitais**

Software com representação gráfica, que recria um ambiente real no ambiente virtual, com o objetivo de simular com o máximo de realismo alguma situação, permitindo interação através de sensores e controladores especiais.

## **2. Avaliação e Mensuração de Competências Desenvolvidas no Treinamento**

Os dados capturados do treinamento servirão de entrada para um sistema de análise de aprendizagem responsável pela medição, coleção, análise e relato de dados sobre aprendizes e seus contextos. Estes dados serão utilizados para melhorar a experiência do usuário e a qualidade do treinamento, realizar avaliações para o sistema de certificação de conhecimentos a partir de competências profissionais.

## **3. Modelagem para certificação de conhecimentos a partir de competências profissionais**

A partir da definição de um conceito de certificação, desenvolve-se um modelo que avalia e analisa a competência por meio da observação do desempenho, i.e., conhecimentos, habilidades e atitudes. Este modelo se baseará em técnicas de learning analytics para calcular os níveis de desempenho dos participantes. O modelo deve identificar e dar visibilidade aos participantes bem-sucedidos; consolidar o sistema de educação corporativa; orientar o desenvolvimento do profissional no setor elétrico e adequar a CEMIG à tendência mundial de certificação de conhecimentos, utilizando padrões internacionalmente reconhecidos. O modelo para certificação deve considerar as normas e diretrizes para formação profissional de órgãos como CREA, MEC e sindicatos.

## **4. Organização deste livro**

Este livro está estruturado da seguinte forma: A Parte I conceitua os elementos estruturantes da obra: Gestão do Conhecimento e conhecimento tácito, gamificação e aprendizagem adaptativa. A Parte II apresenta o arcabouço conceitual proposto com base nos elementos inovadores: realidade virtual e simulação, analítica da aprendizagem e certificação. A Parte III valida a abordagem proposta por meio de aplicações em campo.

PARTE I  
CONCEITOS ESTRUTURANTES



# A GESTÃO DO CONHECIMENTO E O CONHECIMENTO TÁCITO

*Eric de Paula Ferreira*

*Fabício Ziviani*

---

## **1. Introdução**

As exigências da Sociedade da Informação e do Conhecimento vêm alterando o processo de gestão nas organizações e valorizando o capital humano, suas redes sociais, processos de aprendizagem, competências e inteligência competitiva. Nesse ambiente, a informação e o conhecimento são *inputs* e *outputs* que modificam a dinâmica nas organizações.

Para compreender essa problemática, partimos do conceito de dado, informação, conhecimento e inteligência, cujo papel permeia o processo de gestão nas organizações. Retratamos os processos e os ciclos de gestão documental, informacional e do conhecimento, entendidos como estratégias que favorecem a performance organizacional para a tomada de decisão assertiva.

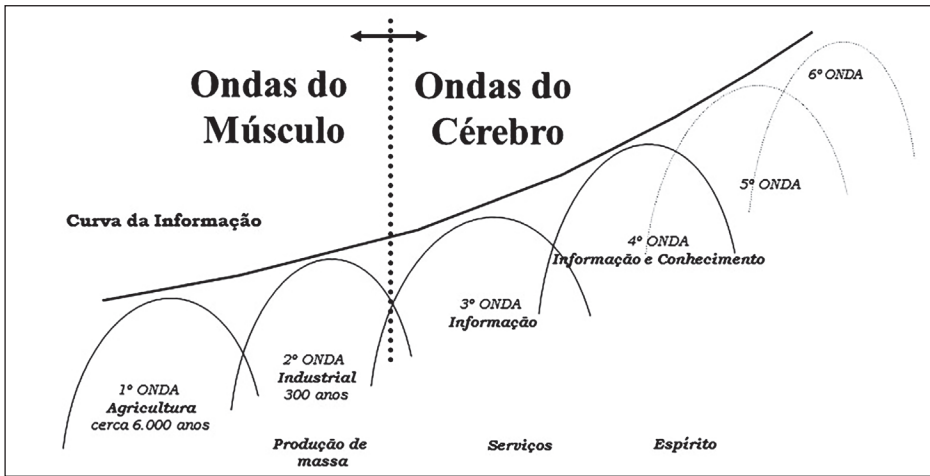
Adentramos, em especial, na Gestão do Conhecimento, perpassando por alguns modelos e domínios que favorecem a criação e o compartilhamento de conhecimento nas organizações. Assim, demonstramos que para alcançar um *know-how* organizacional, fortemente apoiado no conhecimento tácito dos colaboradores, a infraestrutura, as pessoas e a tecnologia, dentre outros ativos, devem ser estimulados e valorizados.

## **2. Princípios conceituais da gestão nas organizações do conhecimento: do dado à inteligência**

Não só a criação, mas o compartilhamento de conhecimento organizacional tem sido estimulado pelas organizações individualmente e coletivamente, permitindo uma gestão ampliada e com o foco no sujeito. Surge daí o interesse em compreender, ao menos teoricamente, a dinâmica da gestão do conhecimento e a competitividade nas organizações do conhecimento.

Percebemos a partir dessas mudanças que a informação e o conhecimento são a base para uma boa gestão e que a passagem das Ondas do Músculo para as Ondas do Cérebro como apresenta Ziviani (2012) *é premente*. A Figura 1 representa essa mudança paradigma.

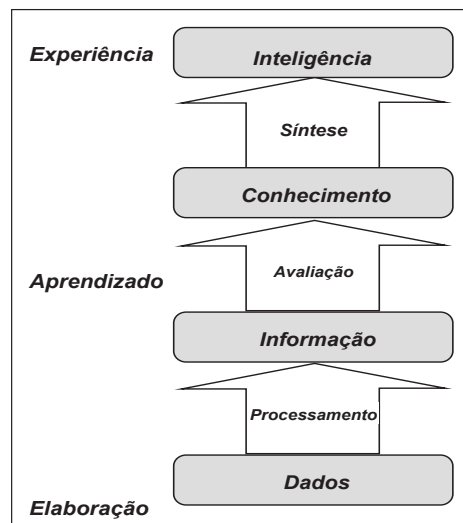
Figura 1 – Ondas de mudança da sociedade



Fonte: Ziviani (2012, p. 52, adaptado de Toffler (1987), Savage (1996) e Vivacqua (1999).

Partindo do paradigma da 4ª onda – conhecimento – ressaltamos que a organização ainda enfrenta desafios para atingir o status de organizações do conhecimento. Para compreender essa problemática partimos do conceito de dado, informação, conhecimento e inteligência cujo papel permeia o processo de gestão nas organizações. A figura 2 representa o processo de conversão de dados à inteligência.

Figura 2 – Processamento de dados à inteligência



Fonte: Adaptado de Moresi (2001).

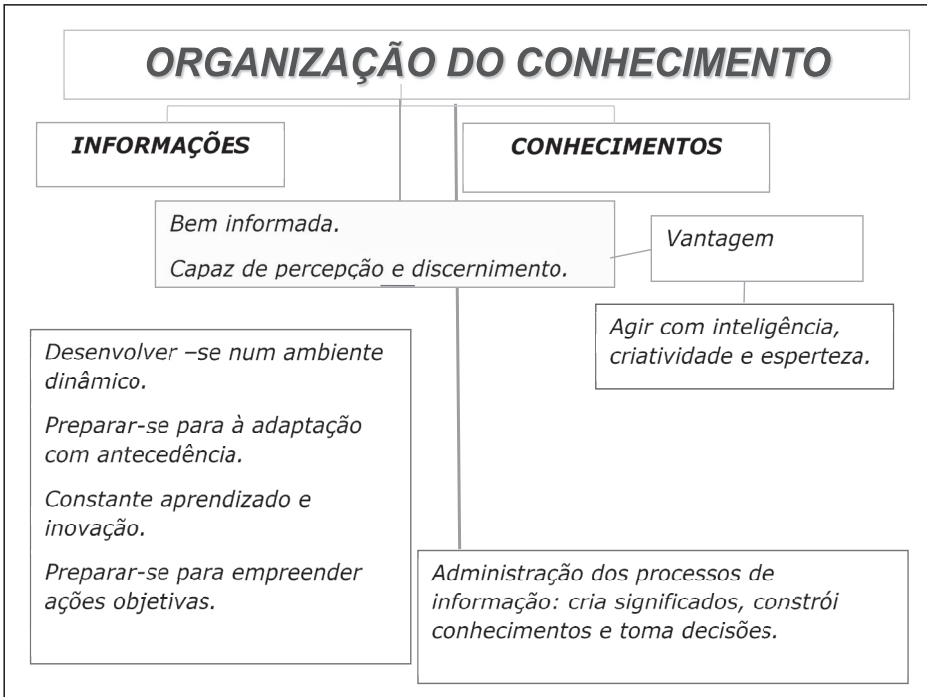
O dado não fornece base para tomada de decisão, pois precisa ser processado, atribuindo-lhe significado a partir da elaboração de ideias e propósitos pelo sujeito que o analisa. A avaliação da informação a transforma em conhecimento, passando por um processo de aprendizado, uma vez que o conhecimento é resultado de nossas aprendizagens, podendo ser utilizado para gerar novas ideias, resolver problemas ou tomar decisões. A síntese desse processo é a inteligência, que parte da experiência acumulada, inculcida e assimilada pelo sujeito que a transforma.

Na visão de Nonaka e Takeushi (1997), há uma distinção clara entre informação e conhecimento. Para eles, a informação proporciona um novo ponto de vista para a interpretação dos eventos e objetos, o que torna visíveis significados antes invisíveis. Ao contrário da informação, o conhecimento está relacionado a crenças e compromissos. O conhecimento é função de uma atitude, perspectiva ou intenção mais específica e também está relacionado à ação.

O percurso de dados à inteligência nas organizações transforma-se em conhecimento organizacional. Esse, segundo Choo (2003), traduz-se em como a organização usa a informação para se adaptar a mudanças externas e o crescimento interno. É, portanto, o conhecimento útil que se origina da experiência, da análise, da pesquisa, do estudo, da inovação e da criatividade, partindo também do conhecimento sobre o mercado, a concorrência, os clientes, os processos, a tecnologia e tudo que possa trazer vantagem para a organização.

As organizações do conhecimento, por sua vez, segundo Choo (2003), são aquelas que se baseiam em informação e conhecimento, tornando-a bem informada e capaz de percepção e discernimento, gerando uma vantagem que favorece a ação com inteligência, criatividade e esperteza, desenvolvendo-se num ambiente dinâmico e preparando-se para adaptação antecipada, aprendizados, inovações e criação de empreendimentos. Nesse percurso, a organização do conhecimento tem no centro a administração dos processos de informação no sentido de criar significados, construir conhecimentos e tomar decisões. A figura 3 apresenta a base conceitual da organização do conhecimento.

**Figura 3 – Base conceitual da organização do conhecimento**



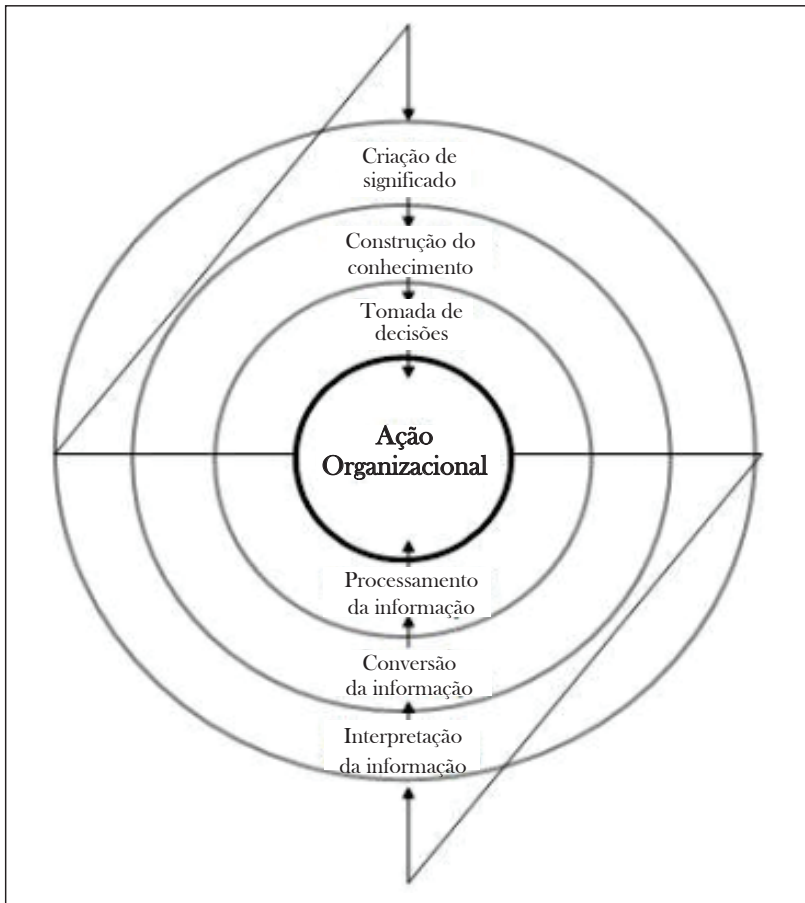
Fonte: Baseado em Choo (2003).

De acordo com Choo (2003), em uma organização, o conhecimento é amplamente disseminado e toma várias formas, mas, sua qualidade é revelada na diversidade de capacitação que a organização desenvolve como resultado desse conhecimento.

Informação e conhecimento são dois componentes intrínsecos de tudo que uma organização desenvolve. Choo (2003) aponta três arenas distintas onde a criação e o uso da informação e do conhecimento desempenham um papel estratégico no crescimento e na capacidade de adaptação das organizações, são elas: 1. Criação de significado ou *sense making*; 2. construção do conhecimento; 3. tomada de decisão (CHOO, 2003). Essas arenas podem ser visualizadas na Figura 4.



**Figura 4 – Fluxo da organização do conhecimento e suas arenas**



Fonte: Baseado em Choo (2003).

A primeira arena, a *criação de significado*, se refere ao uso da informação e do conhecimento para dar sentido às mudanças do ambiente externo. Parte das experiências relevantes do sujeito de modo que possibilite interpretar as informações e passar para a arena da *construção do conhecimento*. A segunda arena de uso estratégico da informação é aquela em que a organização cria, organiza e processa a informação de modo a gerar novos conhecimentos por meio do aprendizado. Esta parte do diálogo e do discurso favorece a conversão da informação anteriormente interpretada. O processo continua com a *tomada de decisão*, momento em que as organizações buscam e avaliam informações de modo a tomar decisões importantes. Fundamenta-se nas regras, rotinas e preferências organizacionais, permitindo

o processamento da informação, resultado em ações organizacionais que, conseqüentemente, sofre influência e influencia o meio, recomeçando o fluxo da organização no conhecimento (CHOO, 2003). É importante ressaltar que esses três processos são interligados, de modo que, analisando-se como eles se alimentam mutuamente, tem-se uma visão holística do uso da informação na organização (CHOO, 2003).

Baseando-nos nesses princípios, Choo (2003) assinala que administrando os recursos e processos de informação, a organização do conhecimento é capaz de: adaptar-se às mudanças do ambiente; empenhar-se na aprendizagem constante; mobilizar conhecimento e experiência para gerar inovação e criatividade; focalizar seu conhecimento em ações racionais e decisivas.

### 3. Conhecimento Tácito

As mudanças introduzidas pela sociedade da informação (CASTELLS, 1999) consideram que o maior ativo das organizações é o capital intelectual, e não mais os ativos físicos utilizados por décadas a fim de valorar o preço de uma empresa (DRUCKER, 1999). No século XXI, o conhecimento é destacado como principal recurso disponível para gerar valor as organizações (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). O “trabalhador do conhecimento” é o seu maior ativo das empresas. Para Drucker (1999), as pessoas e sua bagagem de conhecimentos tácitos são o futuro das organizações.

As organizações perceberam que necessitavam adaptar-se a um modelo de pensamento mais sistêmico no sentido de conseguir interpretar os acontecimentos, oportunidades e ameaças que vêm agindo diretamente sobre o grande emaranhado da concorrência nos mais diversos setores. Dessa forma, houve um rompimento com modelos tradicionais e retrógrados de gestão e as organizações viram-se na necessidade de adotar a postura de organizações de aprendizagem ou *learning organizations*.

As principais referências nesse modelo de abordagem é a contribuição de Senge (1996). Segundo o autor, as organizações devem ser orientadas para a aprendizagem. Aprender em organizações significa testar continuamente as experiências e transformar estas experiências em conhecimento – acessível a toda a organização e pertinente ao seu propósito central (SENGE, 1996).

Além disso, deve-se observar que, muitas vezes, a organização já detém a maior parte dos conhecimentos que necessita para se manter competitiva, mas, por vários motivos, este está inacessível. A criação de um ambiente propício para identificar, criar e disseminar-se conhecimento irá agregar valor à organização e contribuirá para que atinja suas metas e objetivos.

A geração do conhecimento e a capacidade de criação de condições para a sua aplicação são desafios para as organizações. Esses atributos são importantes para propiciar à organização a capacidade de adaptação do seu capital humano, seja individualmente ou de forma coletiva, diante das mudanças no ambiente. Dessa forma, as organizações podem alcançar resultados mais profícuos e a ampliação de suas vantagens competitivas.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), existem dois tipos de conhecimento: o conhecimento “explícito”, que pode ser expresso em palavras e números, e ser facilmente comunicado e compartilhado; e o conhecimento “tácito”, o qual dificulta sua transmissão e compartilhamento, pois está profundamente enraizado em emoções, valores ou ideias.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento tácito contém uma importante dimensão cognitiva, consistindo-se em esquemas, modelos mentais, crenças e percepções tão arraigados que os tomamos como certos. A dimensão cognitiva do conhecimento tácito reflete nossa imagem da realidade – o que é – e nossa visão do futuro – o que deveria ser.

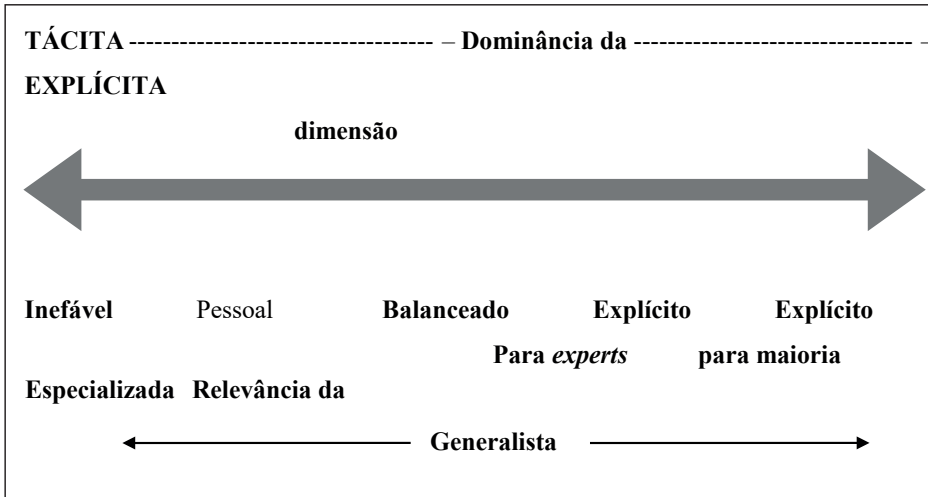
Assim, pode-se concluir que o conhecimento tácito tem fundamental relevância para o processo de aprendizagem organizacional, ou seja, pelo processo de ensino, compartilhamento, transferência e uso de conhecimento tácito acumulado a organização recria seu meio desenvolve novos saberes.

Neste sentido, Nonaka e Takeuchi (1997) afirmam que as empresas são responsáveis por criar o conhecimento de que necessitam. Essa criação consiste na obtenção do conhecimento de fontes internas e externas à organização e armazená-lo, para que seja possível sua utilização, o que promove, na empresa, um processo de conversão do conhecimento por parte dos envolvidos, elemento que, por sua vez, permite uma inovação contínua do conhecimento. Ainda segundo Nonaka e Takeuchi (1997, p. 67), “o conhecimento é criado e expandido através da interação social”.

A maior dificuldade encontrada consiste na distinção daquilo que é tácito e do que é explícito no conhecimento, sendo que tal conceituação é sempre discutida em todos os trabalhos referentes à gestão do conhecimento. Michael Polanyi é um autor sempre referenciado, devido à importância dos trabalhos apresentados sobre conhecimento organizacional em sua obra.

Esses dois conceitos de conhecimento, tácito e explícito, definidos por Polanyi (1966), estão representados na figura 5. Para esse autor, todo conhecimento tem um componente tácito, com grau que varia ao longo de um *continuum*. Quanto maior for a dimensão tácita do conhecimento, mais difícil e complexa será compartilhá-lo e transmiti-lo. Ainda segundo Polanyi (1966), a possibilidade de utilização da linguagem define o quanto explícito é um conhecimento (GRANT, 2007).

**Figura 5 – Dimensões tácita e explícita do conhecimento**



Fonte: Polanyi (1966 *apud* GRANT, 2007).

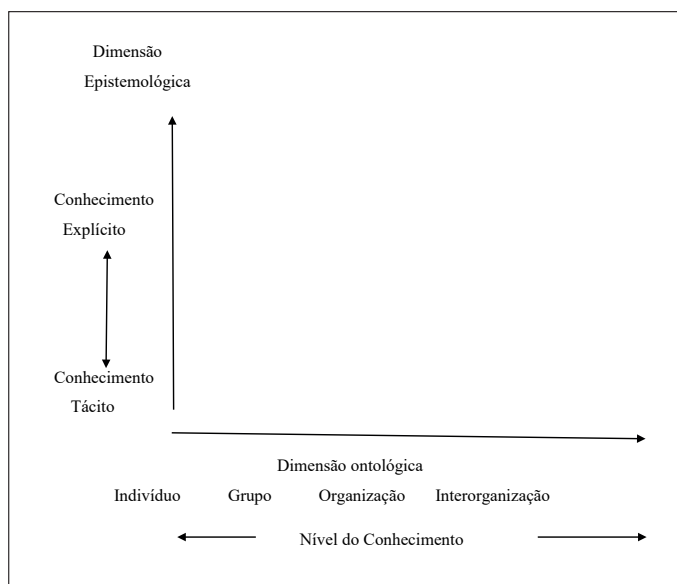
Polanyi (1966) afirma que a linguagem é imprescindível para se compartilhar conhecimento, mas, ao mesmo tempo, salienta que, quanto mais tácito for o conhecimento, maior será a dificuldade de ser transmitido. Podemos saber como fazer algo, sem sabermos ou sermos capazes de articular para terceiros por que aquilo que fazemos funciona (GRANT, 2007).

Para Davenport e Prusak (2003), o conhecimento tácito é complexo, desenvolvido e interiorizado pelo conhecedor no decorrer de um longo período de tempo, sendo que é quase impossível reproduzi-lo num documento ou banco de dados. Tal conhecimento incorpora tanto aprendizado acumulado e enraizado, que pode ser impossível separar as suas regras do modo de agir do indivíduo (DAVENPORT; PRUSAK, 2003, p. 86).

Nonaka e Takeuchi (1997) apresentam nova conceituação para conhecimento no contexto organizacional no livro “Criação do Conhecimento na empresa”, sendo que abordam duas dimensões referentes à criação do conhecimento organizacional, conceituadas a seguir e representadas na Figura 6.

- **Dimensão ontológica:** Refere-se às entidades criadoras do conhecimento. Em termos restritos, o conhecimento é criado apenas pelos indivíduos. Existem processos que ampliam o conhecimento dentro da organização;
- **Dimensão epistemológica:** refere-se à distinção entre conhecimento tácito (pessoal específico do contexto, portanto, difícil de ser transmitido) e o conhecimento explícito (codificado, transmissível em linguagem formal e sistemática).

**Figura 6 – Duas dimensões da criação do conhecimento**



Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997, p. 62).

Dentro da dimensão epistemológica, Nonaka e Takeuchi (1997) definem como conhecimento explícito todo aquele conhecimento que pode ser codificado em algo formal, estruturado e sistemático, podendo ser facilmente comunicado, compartilhado e acessível a outras pessoas. O conhecimento tácito é definido como pessoal, específico ao contexto e difícil de codificar, e é baseado em ações e experiências adquiridas por um indivíduo. No quadro 1, relacionam-se as principais características desses dois tipos de conhecimento.

**Figura 7 – Tipos de conhecimento. Quadro – Tipos de conhecimento**

<b>Conhecimento Tácito (Subjetivo)</b>	<b>Conhecimento Explícito (Objetivo)</b>
Conhecimento da experiência (corpo) Conhecimento simultâneo (aqui e agora) Conhecimento análogo (prática)	Conhecimento da racionalidade (mente) Conhecimento sequencial (lá e então) Conhecimento digital (teoria)

Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997, p. 67).

De certa forma, os autores que abordam o tema aprendizagem organizacional o relacionam com conhecimento. Silva *et al.* (2005) argumentam que o conhecimento não desempenha um papel de recurso no mesmo nível de outros fatores de produção, mas é o único recurso com significativo valor

nos dias de hoje. A partir dele, é possível criar e diferenciar-se de forma perceptível pelos clientes.

A aprendizagem organizacional está relacionada ao fato de como os indivíduos aprendem nas organizações. Trata-se de uma forma típica de aprendizado por pessoas chave no contexto empresarial. Outra abordagem da aprendizagem organizacional, diz respeito a possibilidade de a organização aprender considerando que tem a capacidade de que os indivíduos, ou seja, seus colaboradores, possuem para aprender. Nesse sentido, relaciona-se a organização a um indivíduo no que diz respeito à sua aprendizagem. Um indivíduo vê, lê, pratica e aprende, de modo que a analogia com a organização é pertinente.

Para que uma organização possa aprender com o seu passado, é necessário que seja estruturada de forma adequada para tal. Apenas desta maneira o aprendizado ocorrerá de forma natural, e irá agregar valor aos seus produtos e serviços. Para Nevis, Di Bella e Gould (1997), o processo de aprendizagem organizacional ocorre em três estágios: aquisição, compartilhamento e utilização do conhecimento. De acordo com Fleury e Oliveira Júnior (1999), a aprendizagem organizacional ocorre nos diferentes níveis:

- Nível do indivíduo: refere-se ao processo de aprendizagem que “está carregado de emoções positivas ou negativas, por meios de caminhos diversos”.
- **Nível do grupo:** “a aprendizagem pode vir a constituir um processo social partilhado pelas pessoas do grupo”.
- Nível da organização: “o processo de aprendizagem individual, de compreensão e interpretação partilhadas pelo grupo torna-se institucionalizado e se expressa em diversos artefatos organizacionais, como estrutura, regras, procedimentos e elementos simbólicos. As organizações desenvolvem memórias que retêm e recuperam informações”.

Para os autores, a aprendizagem organizacional pode ser pensada como um processo de mudança, provocado por estímulos diversos, mediado por emoções, que pode vir ou não a manifestar-se em mudança no comportamento da pessoa.

As abordagens sobre organização “que aprende” enfatizam a capacidade que as empresas precisam ter de se adaptarem às mudanças que ocorrem no mundo.

Uma forma mensurável de se avaliar a aprendizagem em uma organização, está na quantidade de mudanças em seus padrões de trabalho dentro da organização. Isso ocorre de forma mais nítida quando alguns funcionários-chave dentro da organização aprendem e transmitem esse aprendizado para os seus pares, ou seja, na transmissão de um conteúdo em diferentes níveis organizacionais.

As organizações têm seu potencial de melhoria e aprendizagem organizacional relacionados às novas ideias e conceitos que podem levar a novas práticas, processos e métodos de trabalho. Esses novos procedimentos devem direcionar a organização no sentido de atingir melhores resultados. A mudança organizacional é imprescindível ao processo de aprendizado. O processamento de informações pode ser também definido como um mecanismo de efetivação do aprendizado, como ressaltado por Silva *et al.* (2005), que apontam para o consenso de outros autores clássicos, no que diz respeito a dois tipos de aprendizagem:

1) O primeiro tipo de aprendizagem apontado por Silva *et al.* (2005) é a obtenção de Know-how tomando por base premissas existentes.

2) O segundo tipo de aprendizagem está ligado a novas premissas ou paradigmas, esquemas, modelos mentais e perspectivas anulando outros existentes.

A aprendizagem organizacional pode também ser vista como um processo de detecção e correção de erros em uma organização. Considerando que esse processo permite às organizações continuar sustentar o alcance de seus objetivos, o processo pode ser denominado de “aprendizado de circuito simples”.

Utilizando do exemplo de Argyris e Schon (1978), trata-se de um modelo que pode ser comparado a um termostato de aprendizado, que quando está aquecido ou frio, liga ou desliga a chama (ARGYRIS; SCHON, 1978). Caso o termostato fosse capaz de avaliar a sua própria temperatura, seria possível detectar o erro e questionar as políticas e objetivos responsáveis por sustentá-lo. A esse modelo dá-se o nome de “aprendizado de circuito duplo”.

Finalmente, segundo Petrini, Freitas e Pozzebon (2006), é necessário que a organização perceba que existem fontes inesgotáveis de informações e conhecimentos dentro dela mesma, tanto em seus recursos humanos como nas informações contidas nos seus bancos de dados e sistemas de informação.

#### **4. Considerações finais: o que é preciso saber**

Com as constantes mudanças que ocorrem no ambiente competitivo e da necessidade de tomar decisões em tempo hábil, observamos a necessidade da organização do conhecimento compreender, estimular, criar e manter: os processos de gestão (documental, da informação e do conhecimento), os modelos organizacionais, o capital social, as redes de informação, a aprendizagem organizacional, a gestão de competências, a inteligência competitiva e a implementação do seu processo, bem como outros elementos que somam

um diferencial competitivo, permeando a criação e geração de informação e conhecimento.

A criação da dinâmica de aprendizagem, viabilizando a geração e aplicação contínua do conhecimento surge como fator chave de melhoria dos processos de uma organização. Esta por sua vez, necessita lidar de forma dinâmica com as mudanças no ambiente e necessita criar informação e conhecimento visando processá-lo com mais eficiência.

Os ativos intangíveis que agregam valor à maioria dos produtos e serviços são baseados em conhecimento. Entre eles é possível citar: *know-how* técnico, entendimento do cliente, criatividade pessoal e capacidade de inovação. A grande dificuldade se encontra na avaliação e gestão desses ativos, pois, ao contrário dos estoques financeiros e materiais, o valor do conhecimento não é facilmente compreendido, classificado e medido, principalmente quando se trata de conhecimento tácito.

A prospecção e o monitoramento informacional (interno e externo), apoiados fortemente por recursos baseados na TI, exigem a necessidade de uma aproximação cada vez mais convergente da informação organizacional e o gerenciamento do conhecimento, dentro das perspectivas da inteligência competitiva e da aprendizagem organizacional. Para isso, as organizações precisam saber lidar com os recursos informacionais e do conhecimento da mesma maneira que gerenciam os recursos financeiros e materiais.

Salientamos a necessidade das investigações e estudos teóricos e práticos sobre o processo de gestão do conhecimento e conhecimento tácito, com o objetivo de criar modelos válidos e úteis para melhor entendimento de como transformar dados analisados em resultados factíveis para as organizações. Neste aspecto a Cultura Organizacional e a equipe de profissionais envolvidos diretamente nas atividades são fatores de sucesso.

toda atividade, o profissional de informação necessita tanto de formação adequada (treinamentos específicos) quanto de habilidade e experiência no exercício de suas funções. Utilizando corretamente os recursos de informação e conhecimento, a organização será capaz de adaptar-se às mudanças do ambiente no momento adequado e de maneira eficaz; empenhar-se na aprendizagem constante, o que inclui desaprender pressupostos, normas e crenças que perderam validade; mobilizar o conhecimento e a experiência de seus membros para gerar inovação e criatividade; focalizar seu conhecimento em ações racionais e decisivas.

O desenvolvimento da gestão do conhecimento requer criação e o compartilhamento de informações e conhecimentos (tácitos e explícitos), de modo a desenvolver nos atores sociais percepções multidisciplinares num fluxo de aprendizagem constante, garantindo-lhe diferencial competitivo e, assim, resultados adequados aos objetivos e metas organizacionais.



## REFERÊNCIAS

ARGYRIS, C.; SCHON, D. A. **Organizational Learning II: Theory and Practice**. Reading, Mass; Addison-Wesley, c1978. Workingham.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHOO, C. W. A organização do conhecimento I: teoria e processo. *In*: CHOO, C. W. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2003.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DRUCKER, P. **Desafios gerenciais para o século XXI**: São Paulo: Pioneira, 1999.

FLEURY, M. T. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. M. **Aprendizagem e gestão do conhecimento**. *In*: CHIAVENATO, I. **Gerenciando as pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

MORESI, E. A. D. **Inteligência organizacional: um referencial integrado**. **Ci.Inf.**; Brasília, v. 30, n. 2, p. 35-46, maio/ago. 2001.

NEVIS, E. C.; DI BELLA, A. J.; GOULD, J. M. **Understanding organizations as learning systems**. **Sloan Management Review**, v. 36, n. 2, p. 73-85, 1997.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PETRINI, M.; FREITAS, M. T.; POZZEBON, M. **Inteligência de Negócios ou Inteligência Competitiva? Noivo Neurótico, Noiva Nervosa**. *In*: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 30, 2006, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Anpad, 2006.

POLANYI, M. **The tacit dimension**. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1966.

SANTANNA, I. M. **Por que avaliar? Como Avaliar? Critérios e instrumentos**. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina**. São Paulo: Best Seller, 1996.

SILVA, A. M.; JUN, E. F.; ROSINI, A. M. Processo de aprendizagem organizacional – estudo de caso na Secretaria de uma Instituição de Ensino Superior (IES). **Revista Angrad**, 2005.

ZIVIANI, F. **A dinâmica do conhecimento e inovação no setor elétrico brasileiro**: proposta de um conjunto de indicadores gerenciais. 2012. 324f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, UFMG. Belo Horizonte.

# INTRODUÇÃO AO CANVAS PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO – KMCANVAS

*Fernando Hadad Zaidan*

---

## 1. Introdução

A gestão da informação (GI) e a gestão do conhecimento (GC) como vantagens competitivas estão consolidadas no meio acadêmico e nas organizações (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; DAVENPORT, 2002; SVEIBY, 2003; CHOO, 2006; UDEN; HADZIMA; TING, 2018). Entretanto, se o direcionamento for apenas teórico, corre-se o risco de embarcar em projetos com poucos resultados práticos, comprometendo a eficácia da tríade custo, prazo e escopo. Dessa forma, ainda é desafiador contar com estratégias e planejamento adequado do projeto de implementação da GC.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o Knowledge Management Canvas (KMCanvas)<sup>1</sup>, um Canvas cuja proposta é alcançar resultados positivos para implementação da GC nas organizações no intuito de materializar a almejada integração do conhecimento, o alinhamento das demandas do conhecimento com os negócios e a tecnologia da informação (TI), com o aporte da ciência da informação (CI), da gestão ágil e da gestão de processos de negócios. A questão que emerge é: de que maneira a implementação da GC nas organizações pode se valer de um Canvas?

A concepção e o uso de Canvas, na sua essência, tem algumas premissas básicas:

- Ter um quadro único para ser utilizado como um modelo (*template*) de fácil implementação;
- Constituir-se de blocos<sup>2</sup> com os conceitos acerca do tema ou metodologia específica;

---

1 Disponível em: [www.kmcanvas.com.br](http://www.kmcanvas.com.br). Acesso em: 15 fev. 2021.

O Knowledge Management Canvas (KMCanvas) é licenciado e protegido pela licença Atribuição-SemDerivações-SemDerivados CC BY-NC-ND do Creative Commons. Disponível em: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

2 Blocos de um Canvas também são encontrados na literatura com nome de componentes, quadros, elementos ou partes.

- Traduzir conceitos teóricos em modelos que sejam usados objetivamente;
- Ser um mapa na forma visual com uma estrutura fixa a ser preenchida;
- Ter sustentação metodológica nos construtos utilizados;
- Encaminhar para o preenchimento simplificado, com um fluxo a ser seguido;
- Direcionar para a integração entre os blocos de modo a facilitar o entendimento e a visualização;
- Promover a adaptabilidade, podendo ser preenchido por uma pessoa ou em equipe;
- Usar papel com *posts* ou um *software* para preenchimento de modo a facilitar a comunicação;
- Conter blocos e, opcionalmente, fluxos, diagramas, gráficos, matrizes e *frameworks*;
- Ter boas práticas de preenchimento ágil, com boa velocidade de construção.

Precursora à construção de Canvas, a tese de doutorado de Alexander Osterwalder, de 2004, propôs uma ontologia que relaciona todos os elementos essenciais de um negócio. Nas palavras do autor, a concepção da sua proposta de valor teve inspiração em Kambil, Ginsberg e Bloch (1996) e em Kim e Mauborgne (1997, 2002), pois por meio desses trabalhos foram fornecidas bases para uma abordagem mais conceitual de valor. Decerto, o que foi chamado de “Canvas Estratégico easyMoney” e “Mapa de Valor easyMoney” por Osterwalder (2004) também foi baseado em Kambil, Ginsberg e Bloch (1996) e em Kim e Mauborgne (2002).

O que sucedeu a tese de Osterwalder foi um dos Canvas mais conhecidos (senão, o mais conhecido), o Business Model Canvas (BMC). O BMC é um modelo de negócios que aponta o potencial para uma ideia se transformar em um produto ou serviço rentável. É intuitivo e facilita a extração de propostas de valor, além de facilitar a criação de alternativas estratégicas organizacionais. É constituído de nove blocos, os quais abrangem quatro áreas principais: clientes, produtos, infraestrutura e viabilidade financeira (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010).

Existem inúmeros tipos e aplicações de Canvas disponíveis para uso imediato nas mais diversas áreas, como: negócios, modelos de negócios, estruturação de organizações, *startups*, estratégia, projetos, planejamento de projetos, metodologia Lean, gestão de mudanças, carreira, *marketing*, inovação, métodos ágeis, ideias, dentre outras.

Um Canvas que vem se consolidando na área de gerenciamento de projetos é o Project Model Canvas (PMCanvas), o qual visa simplificar o trabalho dos gerentes de projetos e de sua equipe, favorecendo a construção e a integração das informações. É ideal em ambientes que aprimoram a capacidade de planejamento, eliminando a complexidade e a burocracia. O PMCanvas é sustentado por conceitos da neurociência aliados a uma estrutura lógica de componentes que formam o plano do projeto. Possui, ainda, treze quadros em consonância com a teoria que rege o gerenciamento de projetos (FINOCCHIO JÚNIOR, 2013).

Outros Canvas (incluindo suas metodologias) que foram desenvolvidos a partir de 2017 têm fortes embasamentos teóricos em suas construções, capacitando-os para uso organizacional. Dentre eles, podemos citar:

– Operating Model Canvas (CAMPBELL; GUTIERREZ; LANCELOTT, 2017): ferramenta que entrega a estratégia escolhida definindo os principais processos de trabalho, estrutura organizacional, plano de alto nível dos sistemas de TI, decisão de como traçar plantas das fábricas e estabelece relações com fornecedores e projetos de um sistema de gestão, dentre outros.

– The Brand Strategy Canvas (WOODS, 2020): oferece além de dicas, truques e termos do momento, pois se aprofunda em técnicas e práticas para iniciar o processo de estratégia na fase de criação de uma marca a partir do zero. O Canvas sugere perguntas simples e instigantes, incluindo percepção do público-alvo, benefícios, declarações de posicionamento e informações importantes, bem como a construção de um mapa para transmitir mensagens com autenticidade, clareza e consistência.

– Co-evolution Strategy Canvas (LU, 2021): muito além de um Canvas, o autor discute por que os empreendedores não têm estratégias claras em seus empreendimentos. São utilizadas ferramentas de recursos humanos para analisar os problemas, contemplando ambientes organizacionais internos e externos. A visão é abrangente e engloba quatro dimensões: usuários, organizações, produtos e mercados. Por fim, ele utiliza do Canvas para resumir e agregar conhecimentos e soluções para diferentes organizações.

Além do BMC e do PMCanvas, esses três Canvas elencados serviram de fontes de inspiração para a concepção do KMCanvas. Nessa direção, no intuito de seguir o rigor metodológico para construir o KMCanvas, adotou-se a metodologia *design science* (DS) e o método *design science research* (DSR), materializado no ciclo regulador de Wieringa (2009, 2014). Esse paradigma é apropriado para orientar a condução de pesquisas científicas em informação, tecnologia, engenharia e gestão (ZAIDAN, 2015). Ressalta-se que nas pesquisas realizadas entre dezembro de 2020 e janeiro de 2021 foram encontrados

diversos *frameworks*, modelos e metodologias de GC que também serviram de referências para a criação do KMCanvas. Contudo, não é o mesmo a considerar quanto aos materiais específicos sobre a implementação da GC por meio de um Canvas. Nessa perspectiva, abriu-se a possibilidade para a criação do KMCanvas.

Como foi apresentado nesta introdução, o objetivo deste capítulo abarca a área da GC com interseção com a GI como base para construção de um Canvas. Na seção 2, mostraremos o método DSR, que valida com rigor metodológico a construção de artefatos, que, no nosso caso, é o KMCanvas. Direcionaremos para a elucidação dos conceitos da GC e da GI na seção 3, antes de apresentarmos o KMCanvas na seção 4. Os demais conceitos também serão apresentados na seção 4 à medida em que forem concebidos o KMCanvas e seus respectivos blocos. Por fim, serão apresentadas as considerações finais e as referências utilizadas.

## **2. Direcionamento metodológico: *design science research***

A DS é um paradigma apropriado para orientar a condução de pesquisas científicas em informação, tecnologia, engenharia e gestão. Já a DSR é o método para guiar como projetar, validar e implementar os artefatos, com importantes autores orientando a aplicação, convergindo em um rigor metodológico (WIERINGA, 2009, 2014; DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015; ZAIDAN, 2015).

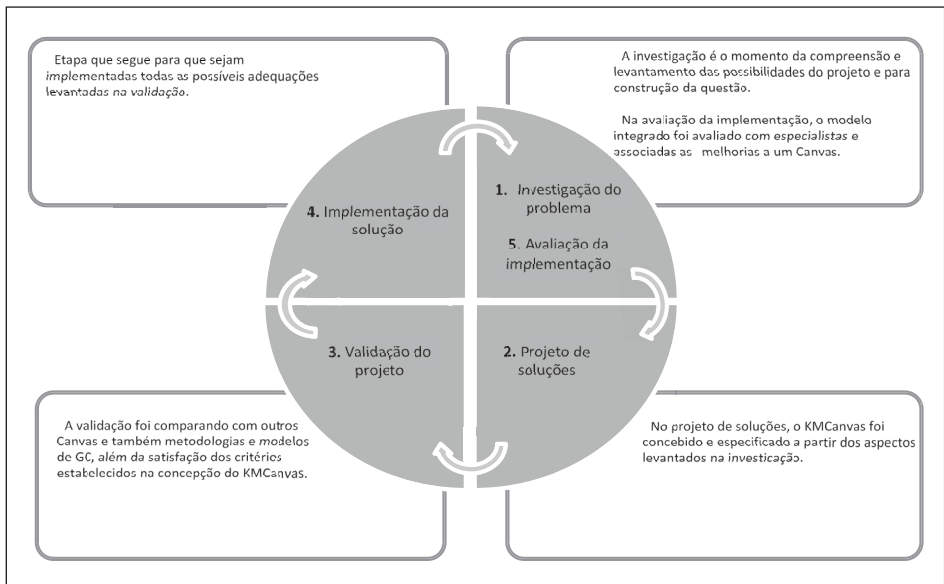
Artefatos são contribuições ao conhecimento representados por modelos, estruturas, arcabouços, ontologias, sistemas, dentre outros, que precisam capturar a estrutura geral da realidade, assegurando sua utilidade (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015). Wieringa (2009, 2014) é um dos autores que propõe a DSR como um método que pode ser utilizado em diversas áreas e conduz o estudo definindo arcabouços, como o ciclo regulador, que envolve a investigação do problema, o projeto da solução, a validação, a implementação e a avaliação.

Portanto, com o direcionamento metodológico foi proposto um artefato na forma de um Canvas, denominado de KMCanvas. Para guiar sua construção, recorreu-se ao método da DSR, o ciclo regulador de Wieringa (2009, 2014), que se inicia com a elaboração de um problema de cunho prático: de que maneira a implementação da GC nas organizações pode se valer de um Canvas? Essa questão foi formulada inicialmente a partir da investigação do problema e da compreensão da situação. Sucede-se no ciclo a especificação para desenvolver o artefato no projeto de soluções, depois

é verificado se critérios foram cumpridos na etapa de validação do projeto, quando também se verifica se foram satisfeitos os critérios especificados. Em seguida, na implementação da solução, o termo “implementação” pode ter diferentes conotações, pois depende da solução projetada, contudo, são concretizadas todas as possíveis adequações levantadas até então. Finalmente, na etapa de avaliação da implementação, o modelo integrado deve ser avaliado com especialistas, bem como os fatos, causas e impactos da solução devem ser comparados com critérios estipulados. As possíveis melhorias são associadas, e o ciclo retoma com a análise de tudo que foi realizado no projeto do artefato (WIERINGA, 2009, 2014; ZAIDAN, 2015).

Na Figura 1 tem-se a integração de cada uma das cinco etapas do ciclo regulador (círculo central da figura) e os apontamentos de como foram aplicadas no projeto do KMCanvas (retângulos mais externos da figura).

**Figura 1 – Ciclo regulador integrado ao projeto do artefato KMCanvas**



Fonte: O autor (2021).

Uma vez que se optou pelo ciclo regulador de Wieringa (2009, 2014) para projetar e validar um Canvas, combinou-se o rigor científico da DSR com resultados práticos a partir de um problema real das organizações na área de GC. A seção 3 compromete-se a fundamentar os principais conceitos da área.

### 3. Elucidando a gestão do conhecimento e da informação

Iniciando a elucidação dos conceitos, no intuito de sustentar a construção do KMCanvas, já deixaremos clara a diferença entre GI e GC. A função primordial da GI é a ação de procurar compreender as demandas informacionais de que as organizações carecem, disponibilizando-as para solucionar os problemas presentes e futuros, de forma estruturada e clara (CHOO, 2006). Na visão de Davenport (2002), um modelo ideal de GI tem uma perspectiva processual e podem ser encontrados processos específicos que dependem diretamente da informação, que, por sua vez, tem caráter estratégico, pois agrega valor aos bens organizacionais (ZAIDAN, 2008, 2015).

Para Davenport (2002), os passos para uma GI efetiva são: identificação das necessidades que a informação exige; coleta e aquisição; categorização; armazenamento; disseminação e distribuição; e análise de uso (DAVENPORT, 2002).

O papel da GI é dar significado aos dados para ajudar os trabalhadores do conhecimento, gerentes, diretores e executivos no importante papel de tomar decisões assertivas em diferentes níveis (operacional, tático e estratégico). A GI permite a conceituação e fornece o entendimento necessário para agregar valor às organizações (ERMINE, 2018).

Cabe ressaltar que a GI não trata do conhecimento tácito pelo fato de a informação ser equiparada por vários autores como sendo o próprio conhecimento explícito (ZAIDAN, 2008, 2015). Portanto, a informação é o conhecimento registrado, sob forma escrita ou digital. Apenas a GC abrange ambos, o conhecimento tácito e o explícito. Indivíduos podem adquirir conhecimento tácito por meio de suas experiências, *know-how*, treinamentos práticos, modelos mentais, dentre outras formas. Nonaka e Takeuchi (1997, p. 67) indicam que “o conhecimento tácito e o conhecimento explícito não são entidades totalmente separadas, mas mutuamente complementares. Interação com o outro e realizam trocas nas atividades criativas dos seres humanos.”

Davenport (2002) esclarece que a única vantagem sustentável que as organizações têm é aquilo que elas coletivamente sabem aliado à eficiência com que usam esse conhecimento e à prontidão com que o adquirem. A origem do conhecimento é a mente dos conhecedores. Nas organizações, ele pode estar embutido não só em documentos ou repositórios, mas em rotinas, práticas, processos e normas organizacionais, tornando-o puro ou simples, mas sempre como uma mistura de vários elementos.

Com relação às ferramentas propiciadas pela TI para a GC estão incluídos os repositórios tecnológicos, banco de dados estruturados, ferramentas de colaboração, mapas do conhecimento, trabalho em equipe virtual, dentre



outras. Contudo, os principais determinantes do grau de sucesso da transferência do conhecimento, além das ferramentas, são os valores, normas e comportamentos, conjunto que constitui a cultura das empresas.

Nonaka e Takeuchi (1997), após anos de pesquisa sobre as empresas do Japão, convenceram-se de que a criação do conhecimento é a principal fonte de competitividade internacional, principalmente pelo desenvolvimento do conhecimento tácito. Sveiby (2003) corrobora e afirma que o conhecimento é de grande importância para as organizações e que o diferencial competitivo delas é assegurado pela forma como ele é produzido, por meio de processos personalizados, eficazes e eficientes.

Sveiby (2003), em seu estudo sobre a transferência e compartilhamento da informação e do conhecimento, cita que alguns dos ativos intangíveis não trazem apenas dinheiro para as organizações, mas provêm treinamento a seus funcionários, encorajam no desenvolvimento de novas habilidades e divulgam a imagem da empresa. Choo (2006) acrescenta e mostra a presença do conhecimento na construção dos modernos modelos organizacionais, identificando os processos de percepção e compreensão do ambiente externo, onde existe a atuação das empresas, a geração de conhecimento por meio do aprendizado e o constante aprimoramento nos processos decisórios.

Naturalmente caminhando em direção a GC, alguns esclarecimentos devem ser feitos. Davenport (2002) afirma que a GC pode ser vista como uma coleção de processos que governa a criação, disseminação e utilização do conhecimento para atingir os objetivos da organização. Entretanto, é preciso estar atento acerca dos ativos do conhecimento (por exemplo, os documentos físicos ou digitais) que não se encontram consolidados, otimizados ou localizados em repositórios únicos de fácil disseminação e acesso nas organizações. Além disso, a maioria das organizações não apoia uma abordagem sistemática e colaborativa para adquirir conhecimentos retidos (NORTH; MAIER; HAAS, 2018).

Os aspectos apresentados até o momento justificam caminhar na direção de um Canvas para a GC. Ademais, Pasher e Ronem (2011) consideram a GC uma jornada e afirmam que os especialistas da área compartilham o objetivo comum de compreender completamente a GC, conhecer sua implementação e adquirir habilidades e ferramentas necessárias para alcançar sucesso. Cabe ressaltar que o modelo chamado espiral do conhecimento, exposto em Nonaka e Takeuchi (1997), deixa notória tais proposições. Os autores apontam que “a criação do conhecimento organizacional é uma interação contínua e dinâmica entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p. 79). E tal interação é moldada pelas mudanças entre diferentes modos de conversão, que são a socialização, a externalização, a

internalização e a combinação. A espiral do conhecimento é direcionada pela intenção das organizações em relação a suas metas, assumindo a forma de estratégia dentro de um contexto organizacional.

Finalmente, a retenção do conhecimento, proposta por Zaidan (2008), vai ao encontro da premência de um Canvas para a GC, pois, valendo-se da retenção, as organizações podem reverter em vantagens competitivas a transformação do conhecimento tácito em explícito, e este, por sua vez, sendo registrado e armazenado, poderá ser disseminado e reaproveitado.

Diversas formas de transferência de conhecimento podem estar no contexto da retenção, dentre elas: trabalhadores em um projeto não têm conhecimento de projetos similares; um grupo de trabalhadores é eficiente em determinados conhecimentos, mas não é aproveitado de forma coerente; trabalhadores da organização poderiam aproveitar conhecimentos já retidos, mas que não são disseminados corretamente; negociações mal sucedidas não são armazenadas pelo fato de os colaboradores não gostarem de se expor; tentativas e erros excessivos podem gerar retrabalho; por fim, o inevitável afastamento dos funcionários quando deixam as organizações, muitas vezes, de forma inesperada.

Diante do que foi exposto, caminhar na direção da proposição do KMCanvas indica um caminho factível, pois teremos um artefato construído com rigor metodológico e sustentação teórica e aplicada suficiente para a implementação da GC nas organizações.

#### **4. Knowledge Management Canvas (KMCanvas)**

Esta seção destina-se a apresentação do KMCanvas, um artefato construído na área da GC o qual propõe a integração do conhecimento com interseção com a GI e com aporte da CI. Além disso, o KMCanvas prevê o alinhamento das demandas do conhecimento com os negócios e com a TI, executando o projeto com métodos ágeis e com a gestão de processos de negócios.

Conceitos importantes e seus respectivos autores serão agregados ao longo desta seção, corroborando com o que foi mostrado na seção 3. Cabe iniciar pela CI, cuja definição clássica foi elaborada por Borko (1968), quando afirma ser a disciplina que investiga as propriedades e o comportamento da informação, as forças que governam o fluxo da informação e os meios de processamento para o acesso e o uso otimizado.

Sobre o caráter interdisciplinar da CI, Saracevic (1996) salienta que tal interdisciplinaridade não precisa ser procurada, ela está aí. O campo engloba a pesquisa científica e a prática profissional. A área teve uma participação

ativa na evolução da sociedade da informação e tem um importante papel a desempenhar na área social e humana, que ultrapassa a tecnologia. Já Le Coadic (2004) mostra que a interdisciplinaridade e colaboração na CI se dá entre diversas disciplinas, como a Psicologia, Linguística, Sociologia, Informática, Matemática, Lógica, Estatística, Eletrônica, Economia, Direito, Filosofia, Política e Telecomunicações.

Para apresentar o KMCanvas e a fim de facilitar o entendimento, esta seção será dividida em cinco partes, seguindo o ciclo regulador indicado na Figura 1.

#### **4.1 Investigação do problema: elaboração da questão e levantamento das possibilidades para construção**

Para a elaboração da questão enunciada (de que maneira a implementação da GC nas organizações pode se valer de um Canvas?) que norteou toda a construção do KMCanvas foram contemplados alguns aspectos, como a relevância da GC para as organizações, a aplicação prática, a geração de conhecimento explícito, a flexibilidade no preenchimento do Canvas e a sustentabilidade do resultado. Por ser o momento da compreensão da situação, busca-se, também, descrever e explicar o problema para que seja possível, assim, projetá-lo mais adiante.

A questão apresentada, bem como as possibilidades de construção dos blocos do Canvas, tiveram como embasamento alguns autores seminais que direcionaram para o uso organizacional da informação e do conhecimento, de forma estruturada e clara, para resolução de demandas presentes e futuras de gestão (CHOO, 2006); também para que a informação e o conhecimento sigam uma perspectiva processual, agregando valor aos bens organizacionais (DAVENPORT, 2002); e também para que haja a interação constante (espiral do conhecimento) entre conhecimento tácito e explícito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Ademais, a experiência deste pesquisador em diversos projetos, consultorias, mentorias, cursos, palestras e treinamentos da GC e da GI aliou-se aos principais autores da área, citados na seção 2 deste capítulo, os quais propõem modelos, estruturas, processos e fluxos da GC e da GI. O Quadro 1<sup>3</sup> traz a síntese desses autores e o tema que pesquisaram.

---

3 Decerto, existem diversos autores importantíssimos para a área que não foram incluídos no quadro, mas foram apresentados e estudados por Zaidan (2008, 2015).

### Quadro 1 – Síntese dos autores pesquisados para a investigação do problema

<b>Autores</b>	<b>Temas que pesquisaram</b>
Henderson e Venkatraman (1993)	Modelo de alinhamento estratégico da TI com os negócios
Saracevic (1996)	Conceitos de informação – Interdisciplinaridade na ciência da informação
Nonaka e Takeuchi (1997)	Criação do conhecimento organizacional; espiral do conhecimento
Le Coadic (2004)	Conceitos de informação
Davenport (2002)	Perspectiva processual da GI. As atividades organizacionais de GI são assim estruturadas: obtenção, distribuição e uso
Sveiby (2003)	Gestão do conhecimento e capital intelectual
Choo (2006)	Uso estratégico da informação; criação de significado; processos da GI e as formas de uso
Davenport (2006)	Trabalhadores do conhecimento
Pasher e Ronem (2011)	Jornada da GC, implementação da GC, GC como plano estratégico
Ermine (2018)	A GI agregando valor para as organizações
North, Maier e Haas (2018)	Abordagem sistemática e colaborativa para adquirir conhecimentos – GC no ambiente digital
Uden, Hadzima e Ting (2018)	Informação e conhecimento como vantagens competitivas

Fonte: O autor (2021).

Quanto às possibilidades levantadas para construção de um Canvas, as pesquisas iniciaram-se com o principal Canvas de negócios, o BMC, e trespassou por um Canvas com relevância na área de projetos, o PMCanvas. A fim de utilizar o estado a arte, as pesquisas culminaram em três Canvas contemporâneos, que englobam as áreas de estratégia, negócios, ambientes organizacionais, processos, sistemas de gestão, TI, pessoas, usuários, produtos e comportamentos, o Operating Model Canvas, The Brand Strategy Canvas e Co-evolution Strategy Canvas.

O Quadro 2 contém uma síntese dos Canvas consultados, onde pode ser encontrado um rico material.

**Quadro 2 – Síntese dos Canvas pesquisados para o levantamento das possibilidades**

<b>Autores</b>	<b>Canvas desenvolvido</b>
Osterwalder e Pigneur (2010)	Business Model Canvas: modelo de negócios que aponta o potencial para uma ideia se transformar em um produto ou serviço rentável
Finocchio Júnior (2013)	Project Model Canvas (PMCanvas): visa simplificar o trabalho dos gerentes de projetos e de sua equipe, favorecendo a construção e a integração
Campbell, Gutierrez e Lancelott (2017)	Operating Model Canvas: direciona para a estratégia e a estrutura organizacional, aliado aos processos de trabalho
Woods (2020)	The Brand Strategy Canvas: técnicas e práticas para iniciar o processo de estratégia na fase de criação de uma marca a partir do zero
Lu (2021)	Co-evolution Strategy Canvas: analisa problemas contemplando os recursos humanos, os ambientes internos e externos, em quatro perspectivas: usuários, organizações, produtos e mercados

Fonte: O autor (2021).

Após todo o embasamento conceitual e a elaboração da questão ficaram claras as possibilidades de construção do KMCanvas, cujo projeto está detalhado na seção 4.2.

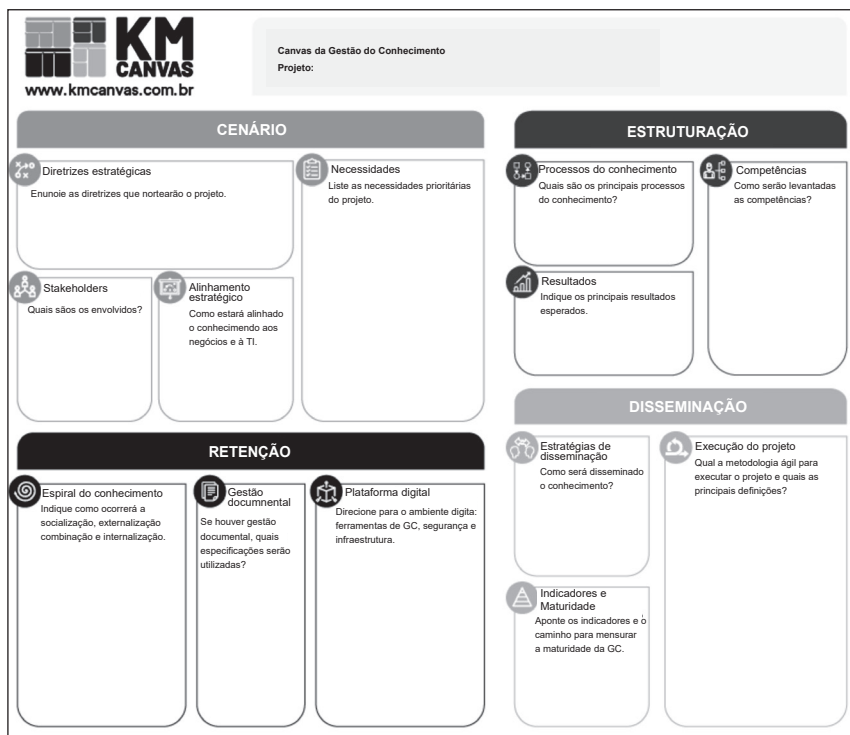
## **4.2 Projeto de soluções: concepção e especificação do KMCanvas a partir dos aspectos levantados na investigação**

Alguns aspectos gerais sobre Canvas foram determinantes e perseguidos para concepção do projeto, a saber:

- Ter um quadro único, na forma visual, físico ou digital, facilitando a comunicação;
- Traduzir conceitos teóricos objetivamente, com sustentação metodológica;
- Conter blocos e orientação de como estes devem ser preenchidos de forma ágil e adaptável;
- Ter uma estrutura fixa a ser preenchida, porém contar com a flexibilidade;
- Preservar a simplicidade e ser de implementação fácil;
- Poder ser preenchido tanto por uma única pessoa quanto por uma equipe colaborativamente;
- Direcionar para a integração entre os blocos, respeitando o entendimento e visualização.

Essas especificações, concomitantemente com as fundamentações das seções 3 e 4.1, foram consideradas e potencializadas para projetar o KMCanvas (FIG. 2).

Figura 2 – Modelo do KMCanvas



Fonte: O autor (2021).

Para melhor compartimentalizar os treze blocos, optou-se por dividi-los em quatro fases:

- Cenário: fase inicial, importante para o entendimento e a especificação. Sem o direcionamento estratégico, os *stakeholders*, as necessidades e o alinhamento da GC com os negócios e a TI é improvável que se consiga conduzir um projeto de GC;

- Estruturação: entendido o cenário e reveladas as reais necessidades do projeto, a estruturação busca elucidar quais são os processos da GC, as competências dos colaboradores, bem como os resultados-chave a serem alcançados;

- Retenção: fase em que será evidenciado o cerne de um projeto de implementação da GC, como a passagem do conhecimento tácito e explícito (e vice-versa), a gestão documental (GD) (caso o projeto englobe) e a almejada plataforma digital (ferramentas de GC, segurança e infraestrutura);

- Disseminação: por fim, uma fase que guiará a implementação do projeto, mostrando as estratégias de disseminação, a execução do projeto com um método ágil e os indicadores e a maturidade da GC.

Especificadas as fases, agora vamos explicar cada bloco e dar o direcionamento de como devem ser preenchidos. Já mostramos que o Canvas pode ser físico (uma folha de papel) ou digital (baseado em um *software*, um aplicativo) e que podem ser colocados um ou mais *posts* (também físicos ou digitais) em cada bloco, na forma de palavras, frases ou de outra forma que melhor expresse o que se deseja representar.

O KMCanvas foi projetado para iniciar em um bloco específico (diretrizes estratégicas) e ter uma sequência lógica que facilita o preenchimento e o fluxo, respectivamente: *stakeholders*, alinhamento estratégico, necessidades, processos do conhecimento, resultados, competências, espiral do conhecimento, gestão documental, plataforma digital, estratégias de disseminação, execução do projeto, indicadores e maturidade.

Contudo, sabe-se que alguns projetos de implementação da GC contam com direcionamentos já iniciados e outros não contarão com todas as possibilidades descritas no KMCanvas. Portanto, ser flexível e adaptável são características do KMCanvas, a saber:

– Flexível: não existe uma ordem rigorosa a ser seguida, o que facilita o remanejamento do fluxo. As fases e os blocos foram concebidos para terem uma sequência lógica. No entanto, a disponibilidade de recursos do projeto e a experiência de quem estiver conduzindo-o podem determinar um paralelismo no preenchimento dos blocos ou mesmo intercalá-los;

– Adaptável: se algum dos treze blocos existentes não se aplicar ao projeto, este poderá ser omitido. Um exemplo é o bloco gestão documental, cuja aplicação pode não constar no escopo de alguns projetos de GC.

Daremos início à explicação de cada bloco das quatro fases, com embaçamento prático e aplicado, para ser preenchido corretamente.

## CENÁRIO

x > oo x

**Diretrizes estratégicas**  
Enuncie as diretrizes que nortearão o projeto.

Um projeto, de qualquer área, deve ser guiado por diretrizes que irão determinar sua direção geral e sua viabilidade à luz do previsível e do imprevisível. Além disso, os resultados serão mais fáceis de serem determinados se as justificativas forem claras e inegáveis. Com as diretrizes enunciadas, o compromisso inicial estará realizado e a construção dos blocos seguintes será facilitada, possibilitando a integração do conhecimento (constante no objetivo do KMCanvas) e tornando coerente o que será pleiteado.

Dentre os elementos que podem ser elencados nas diretrizes estratégicas do projeto de GC, deve-se preencher: objetivos e/ou metas (atingíveis, realistas, específicos, mensuráveis e temporizáveis); justificativas (quais problemas existem, quais necessidades ou dores ainda não foram atendidas); quem serão os beneficiados com o projeto (organização, área, departamento).

Lembre-se de que objetivos são mais amplos, e uma dica é iniciá-los com verbo no infinitivo, e as metas, por sua vez, são mais específicas e detalhadas. Já na justificativa é adequado pensar no passado da organização. Por fim, será muito proveitoso para o projeto se for possível enunciar os pontos fortes e fracos iniciais e as oportunidades<sup>4</sup>.


**CENÁRIO**



**Stakeholders**  
Quais são os envolvidos?

Este é o momento de serem mostrados os envolvidos no projeto de implementação da GC, ou seja, todos os que têm a ganhar (ou perder) com resultado do projeto, tais como: gestor do conhecimento, gerente do projeto, executivos, equipe destinada ao projeto, colaboradores, clientes, fornecedores, consultor, mentor, dentre outros. Além disso, *stakeholders* externos também podem ser destacados, como organizações ativamente participantes no projeto. Todavia, alguns dos envolvidos aqui sugeridos podem não fazer parte de projetos de GC.

**CENÁRIO**



**Alinhamento estratégico**  
Como estará alinhado o conhecimento aos Negócios e à TI.

Com o mercado atual globalizado, dinâmico e altamente competitivo, tem-se exigido das organizações uma nova postura, a qual demanda que processos de gestão tenham alinhamento estratégico com processos de TI. Nessa direção, alinhamento estratégico se refere às atividades executadas de forma coordenada com o objetivo de alcançar as metas traçadas por meio da integração de várias áreas funcionais (HENDERSON; VENKATRAMAN, 1993).

<sup>4</sup> Pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades são elementos da Análise SWOT, metodologia solidificada e com ampla referência disponível.



Nesse bloco do KMCanvas, o intuito é mostrar evidências que comprovem como o conhecimento da organização estará no mesmo nível estratégico das principais áreas de negócio e da TI. Deve-se procurar nos objetivos e metas descritos as informações para garantir a vinculação dos elementos organizacionais em busca de: participação do conhecimento como fonte de sustentação às áreas de negócios, suporte à alta administração, integração das áreas, preocupação com a melhoria contínua, processos de aprendizagem organizacional, comunicação mais assertiva, aberta e constante, implementação das ferramentas de TI voltadas à GC, dentre outros.

## CENÁRIO



**Necessidades**  
Liste as necessidades prioritárias do projeto.

Necessidades emergem diante de um problema ou de uma necessidade macro que motiva um projeto. Portanto, para fechar a fase de cenário, recomenda-se enunciar um problema no âmbito da GC para guiar a elaboração das necessidades. Um projeto que não cumpre os objetivos ou metas é porque não tem necessidades claras e definidas. As necessidades podem ser elaboradas a partir dos processos da GC, como a criação, retenção, transferência, utilização, implementação de uma ferramenta, dentre outros. Outra forma de determinar as necessidades é consultando bons materiais de GC, vários deles sugeridos nas seções 3 e 4.1. Por fim, uma pesquisa com as partes interessadas poderá gerar necessidades ocultas, as quais devem ser submetidas aos especialistas para uma análise de criticidade e viabilidade.

## ESTRUTURAÇÃO



**Processos do conhecimento**  
Quais são os principais processos do conhecimento?

Com a utilização do KMCanvas para a implementação da GC, sugere-se fortemente que sejam descritos os processos do conhecimento. Não significa que se deve realizar, nesse bloco, a modelagem dos processos<sup>5</sup> de GC, contudo, não se descarta a importância da modelagem, haja vista que se pode ganhar

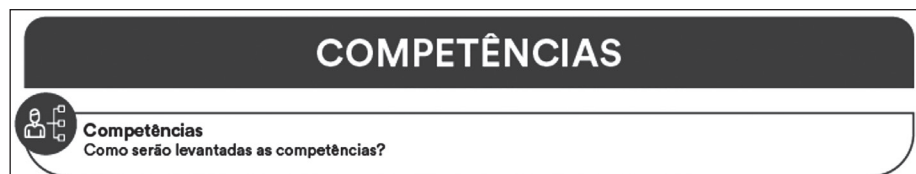
5 A recomendação para modelagem de processos é utilizar a notação para modelagem de processos de negócios (*business process modeling notation – BPMN*), de acordo com a ABPMP (2019).

em eficiência na obtenção dos resultados almejados com a estruturação dos processos. Mais ainda, as organizações estarão preparadas devido à melhor integração do conhecimento para as mudanças que fatalmente ocorrerão.

Um processo é uma ordenação específica, constituído de elementos com uma série de etapas e tarefas, fluxos, decisões, dentre outros. Processos do conhecimento são aqueles que contemplam todo o conhecimento tácito ou explícito que a organização adquiriu, adquire e vai adquirir no intuito de fornecer produtos e serviços de acordo com seu modelo de negócios. Conforme mostrado na seção 3, o fluxo do conhecimento na organização trespassa a identificação, criação, retenção, transferência, armazenamento, implementação de uma ferramenta e utilização.



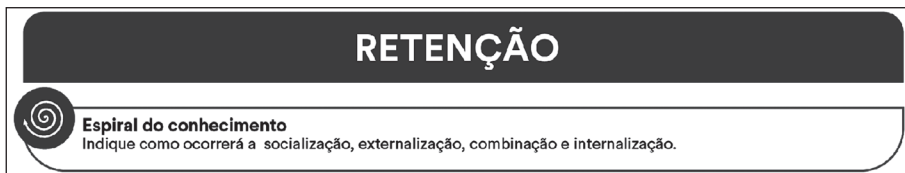
Após a elaboração desses cinco blocos do KMCanvas, chegou a hora de mostrar quais os principais resultados a serem alcançados. Indicar os resultados não significa sobrepor os objetivos ou justificativas ou mesmo repeti-los. Uma pergunta poderá nortear sobremaneira a obtenção dos resultados esperados: o que vai mudar na organização depois da conclusão desse projeto? Nessa perspectiva, um direcionamento pode ser seguido: descrever as novidades ou resultados que devem ser obtidos por meio da GC; quais as novas metodologias serão agregadas; quais tecnologias inovadoras deverão ser implementadas; quais os novos produtos ou serviços serão desenvolvidos. Em todos esses casos, foque nas implicações maiores que o projeto terá, e não em detalhes. Ter bons resultados enunciados é fundamental para convencer os financiadores do projeto ou mesmo para deixar claro para os que o estiverem analisando se valerá a pena levá-lo adiante.



Mapear as competências dos colaboradores é uma ferramenta da GC, bem como gerencial, cujo objetivo é mapear e monitorar o potencial das competências estabelecidas na organização. Nessa direção, é imprescindível encontrar

apoio nas competências instaladas na organização, currículos, entrevistas, para, depois, desenvolver as competências organizacionais e mapear as competências individuais. Por fim, mediante os resultados, deve-se elaborar um plano de ação a fim de corrigir as diferenças entre os desempenhos esperados e o real.

Existem algumas metodologias para obter e estruturar as competências, como a metodologia CHA (conhecimentos, habilidades e atitudes), que tem afinidade entre a GC e a gestão por competências. Cabe ressaltar a importância de estar perto da área de recursos humanos para trabalhar a gestão por competências. Esse bloco do KMCanvas não tem a intenção de sugerir a criação do mapa de competências dos colaboradores, mas sim direcionar como as competências serão levantadas.



De acordo com o que foi explicado na seção 3, o conhecimento é criado por meio da interação contínua e dinâmica entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Há quatro modos diferentes de conversão do conhecimento, denominados espiral do conhecimento (socialização, externalização, combinação e internalização), e estes constituem o motor do processo de criação do conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). A espiral do conhecimento é direcionada pela intenção das organizações em relação aos seus objetivos e suas metas, assumindo a forma de estratégia dentro de um contexto organizacional. Pretende-se com o preenchimento desse bloco do KMCanvas que seja indicado como ocorrerá cada um desses modos:

- Socialização: compartilhamento de experiências a partir da criação do conhecimento tácito, como modelos mentais ou habilidades técnicas compartilhadas. Os indivíduos podem adquirir conhecimento tácito diretamente de outros e do treinamento prático;


- Externalização: processo de articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos, o conhecimento registrado. A externalização pode ser a chave para a criação do conhecimento, observando, portanto, a possibilidade de retenção;

- Combinação: modo de conversão do conhecimento que envolve a combinação de conjuntos diferentes de conhecimento já explícitos. A troca e a combinação de conhecimentos são feitas por meio de meios físicos ou digitais, em plataformas digitais ou não;

– **Internalização:** processo de incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito. No momento em que são internalizadas as bases do conhecimento explícito, o conhecimento tácito dos indivíduos pode ser potencializado (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Ao final do preenchimento desse bloco, um grande passo terá sido dado em direção à possibilidade de retenção do conhecimento na organização, direcionando o projeto de implementação da GC.

**RETENÇÃO**



**Gestão documental**  
Se houver gestão documental, quais especificações serão utilizadas?

Primeiramente, cabe salientar que a gestão documental pode ou não fazer parte de um projeto de GC. Consideremos que o projeto incluirá a GD. Um documento é produzido por uma pessoa física ou jurídica no decorrer de suas atividades, podendo ser físico ou digital. A GD leva em consideração um conjunto de medidas e rotinas que visa o ciclo de vida que passam os documentos, como a produção, utilização e destinação, de acordo com a frequência corrente, intermediária e permanente.

Sugere-se um bom levantamento preliminar para a GD, as atividades desenvolvidas, os documentos produzidos, exigências para produção de documentos e sistemas existentes, pois existem inúmeras normas, leis, portarias, regimentos, regulamentos, recomendações e processos para GD<sup>6</sup>.

Esse bloco do KMCanvas vai tratar de forma simples e direta para que se inicie a GD, cabendo à organização aprofundar-se na GD à medida em que desejar menos ou mais especificações. Portanto, recomenda-se que, inicialmente, sejam listadas as especificações da gestão documental pretendida para o projeto em questão, tais como: tipos de documentos, glossário, registro, classificação, restrições de acesso, indexação, atribuição de metadados, *templates*, armazenamento, temporalidade, destinação, eliminação, dentre outros (CONARQ, 2020).

**RETENÇÃO**



**Plataforma digital**  
Direcione para o ambiente digital: ferramentas de GC, segurança e infraestrutura.

6 O Conselho Nacional de Arquivos (CONARQ) é o órgão colegiado vinculado ao Arquivo Nacional do Ministério da Justiça e Segurança Pública que define a política nacional de arquivos.

Existem algumas definições para plataformas digitais, mas o conceito pode ser convergido como um modelo de negócio que soma todos os lugares para troca de informações e conhecimentos, bens ou serviços, que ocorrem dentro e entre as organizações e a comunidade que interage no intuito de ter escalabilidade, agregar valor e obter vantagens competitivas. Claro, tudo isso com o aporte da TI. Deparamo-nos diariamente com plataformas digitais, sendo a Amazon<sup>7</sup> um ótimo exemplo.

Nosso foco, aqui, é no ambiente da GC, que, naturalmente, será um ambiente digital e viabilizará as estratégias para a implementação da GC. Sugere-se, nesse bloco, a indicação de ferramentas de GC, que são inúmeras atualmente, pois abrangem: intranets, mapas de competência, gerenciamento eletrônico de documentos (GED), sistemas de gestão de conteúdo (CMS), gestão de conteúdo empresarial (ECM), *business intelligence* (BI), sistemas de trocas de mensagens, ferramentas de *home office*, sistemas para fluxos de trabalho, *chatbots*, ferramentas para equipes remotas, gerenciamento de tarefas, gerenciamento de projetos, repositórios em nuvem para armazenamento de documentos, dentre outras.

Também recomenda-se indicar como será a segurança da informação, contemplando a confidencialidade, confiabilidade, integridade, disponibilidade, vulnerabilidade, ameaças, controle de acessos ou mesmo a elaboração de uma completa política de segurança. No que tange à infraestrutura de TI para suportar a plataforma digital, pode-se indicar a utilização de servidores locais na *cloud computing* ou modelo híbrido, *backups* e demais computadores, dentre outros aspectos da infraestrutura.

É importante justificar que defendemos que as ferramentas são imprescindíveis para um projeto de GC, de modo que esse bloco foi colocado propositalmente nessa sequência final do KMCanvas para que todos os outros blocos culminassem nas ferramentas de GC.

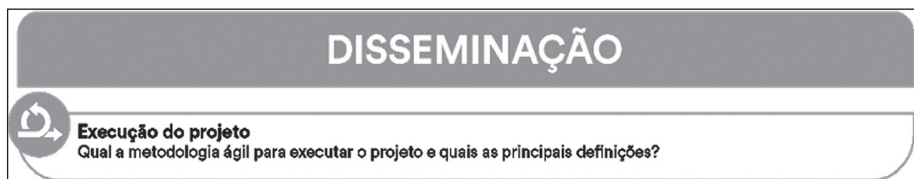


De nada valerá o esforço de um projeto de implementação da GC se este não potencializar a disseminação, de modo que todo o conhecimento seja compartilhado e utilizado de maneira sistemática na organização, possibilitando a reestruturação de novos conhecimentos, ampliando a capacidade de

decisão e conferindo maior diferencial competitivo, enfim, possibilitando a sobrevivência competitiva futura das organizações.

A disseminação do conhecimento é a prática de transferência e compartilhamento do conhecimento explícito (manuais, apostilas, melhores práticas, vídeos, aulas, *podcasts*), mas também de ideias, práticas, experiências, *know-how* (conhecimento tácito). O compartilhamento do conhecimento (tácito e explícito) sempre foi um grande desafio, às vezes encontrando pouca receptividade entre os colaboradores, pois alguns chegam a privilegiar, até mesmo, a proteção do conhecimento individual. Cabe alertar que casos mais graves que não vigoram a disseminação podem incluir cultura tradicional da organização.

Para avançar na disseminação, as estratégias podem advir da espiral do conhecimento, possibilitando o uso do conhecimento, o aproveitamento, o acesso, a aprendizagem, a troca, a solução de problemas e a geração de novos conhecimentos. Recomenda-se que seja elaborado também um programa de incentivo para que todos os colaboradores participem de maneira fluida e natural do compartilhamento e utilização. Para aplicação prática, convergindo para o compartilhamento e disseminação, sugere-se a criação, mesmo que gradativa, de uma escola interna, de uma biblioteca virtual, *workshops* ou mesmo de uma universidade corporativa.



Chegou o momento de pensar na execução do projeto de implementação da GC. Antes de falar na metodologia ágil para conduzir o projeto, recomenda-se indicar, mesmo que de forma embrionária, algumas definições do projeto, como o prazo para execução e quais serão os gastos para conclusão do projeto. Distribuir os prazos e os gastos em conjunto e em fases é uma ideia promissora para que se tenha uma visão mais assertiva. Outros elementos para serem definidos do projeto são: as premissas (condições iniciais para viabilizar o início do projeto), as restrições (limites para execução do projeto) e os riscos (eventos ou condições incertas que podem desencadear em efeitos positivos ou negativos).

Um projeto pode ser conduzido (gerenciado), dependendo de alguns fatores, baseado na gestão tradicional<sup>8</sup>, um padrão globalmente reconhecido.

8 No caso da condução do projeto de forma tradicional, recomenda-se o uso do PMBoK (2017).

Contudo, a metodologia de gestão ágil, uma abordagem leve para gerenciamento de projetos, é recomendada em diversos casos, pois prega a interação entre os indivíduos, produtos em funcionamento, colaboração com o cliente e prontidão para responder às mudanças. Baseado nessas premissas, deve ser indicado qual o método ágil escolhido para o projeto, dentre eles, por exemplo, o Kanban (baseado em cartões, é considerado uma abordagem adaptável para desenvolvimento de produtos ou serviços), ou o Scrum (*framework* completo para gerenciamento ágil de projetos) (KNIBERG; SKARIN, 2010)<sup>9</sup>.

Se for indicado o Kanban, recomenda-se que seja apresentada, pelo menos, a lista de atividades (*backlog* do produto). Se for escolhido o Scrum, além do *backlog* do produto, sugere-se elencar alguns elementos, tais como: o dono do produto (*product owner* – PO); o *scrum master* (facilitador do projeto); o time; e o planejamento inicial das Sprints. É aceitável que ainda não se tenha alguns desses elementos.



Como último bloco do KMCanvas, recomenda-se que sejam contemplados os aspectos para mensuração da maturidade da GC. Em primeiro lugar, deve-se refletir acerca dos indicadores, que não serão apenas as métricas (medidas rudimentares, brutas e de simples composições compostas, geralmente, de uma única variável), mas medidas calculadas a partir das métricas.

Complementando o conceito, indicadores são considerados informações estratégicas e são representados, na maioria das vezes, por percentuais ou probabilidades. São exemplos de indicadores para GC: quantidade de comunidades de práticas e grupos de discussão ativos; quantidade de sugestões úteis aceitas e incorporadas; quantidade de mensagens geradas e armazenadas; quantidade de colaboradores cadastrados no sistema; quantidade de habilidades dos colaboradores; quantidade de documentos criados, armazenados e disseminados; percentual de atualização dos documentos; nível de competência dos colaboradores; índice de informações aproveitadas em projetos similares; tempo destinado à socialização; percepção dos colaboradores em relação à GC, específica e holisticamente; dentre outros.

9 Não cabe, neste documento, explicar a metodologia Kanban ou Scrum, tampouco seus elementos, haja vista que há um vasto material disponível para consulta.

Nessa direção, a maturidade da GC é uma metodologia dependente dos indicadores, cujo objetivo é calcular e medir o valor do conhecimento e da GC na organização (NATALE; NEVES, 2014). Modelos de maturidade, como Knowledge Management Maturity Model (KMMM), vêm sendo pesquisados e criados ao longo dos anos no intuito de auxiliarem as organizações a entender quais passos são necessários para implementar a GC de forma coerente e factível.

O grau de maturidade cresce com o aumento da capacidade da GC e das demais áreas funcionais de desenvolverem e adaptarem mutuamente suas estratégias. Os resultados dos modelos de maturidade ajudarão a visualizar níveis, escalas, fatores, dentre outros elementos, favorecendo um diagnóstico da GC, destacando oportunidades de melhorias. O intuito nesse bloco final do KMCanvas não é aplicar um modelo de maturidade, mas indicar caminhos a serem seguidos para a aplicação.

### **4.3 Validação do projeto: satisfação dos critérios estabelecidos na concepção**

Um dos aspectos mais importantes na validação de um projeto é a verificação se os critérios especificados foram cumpridos e satisfeitos corretamente. Para tanto, vamos retomar a questão e os objetivos elaborados:

– Questão: de que maneira a implementação da GC nas organizações pode se valer de um Canvas?

– Objetivo: apresentar o KMCanvas, um Canvas cuja proposta é alcançar resultados positivos para implementação da GC nas organizações no intuito de materializar a almejada integração do conhecimento, o alinhamento das demandas do conhecimento com os negócios e a TI, com o aporte da CI, da gestão ágil e da gestão de processos de negócios.

O KMCanvas foi concebido e apresentado na seção 4.2 (projeto de soluções) e, para o preenchimento dos blocos, apoiou-se na questão de pesquisa (as organizações se valerem de um Canvas) e na parte do objetivo que especifica a necessidade de se alcançarem resultados positivos na implementação da GC.

O cerne da construção de cada bloco, exceto as diretrizes estratégicas que são apenas os direcionadores iniciais, comprova o atingimento de importantes aspectos, a saber:

- *Stakeholders*: atender as demandas dos envolvidos;
- Alinhamento estratégico: mostrar as evidências que comprovam como o conhecimento estará no mesmo nível das principais áreas e da TI;
- Necessidades: identificar as necessidades a partir dos processos da GC;



- Processos do conhecimento: determinar quais processos serão implementados;
- Resultados: enumerar os resultados a serem alcançados;
- Competências: direcionar como as competências serão levantadas;
- Espiral do conhecimento: indicar como ocorrerá a socialização, externalização, combinação e internalização;
- Gestão documental: listar as especificações da gestão documental;
- Plataforma digital: determinar as possíveis ferramentas para GC, os aspectos da segurança e da infraestrutura para suportar a plataforma digital;
- Estratégias de disseminação: potencializar a disseminação para que todo o conhecimento seja compartilhado e utilizado;
- Execução do projeto: definir custos, prazos, premissas, restrições, riscos do projeto, além de indicar qual método ágil será utilizado e algumas características principais;
- Indicadores de maturidade: listar alguns indicadores da GC que serão utilizados e o caminho para aplicar um modelo de maturidade da GC.

A integração do conhecimento, outro ponto importante do objetivo, foi contemplado à medida em que os blocos do KMCanvas foram idealizados, tomando-se como base os processos da GC, como a criação, retenção, transferência, utilização, implementação de uma ferramenta de GC, integrando todo o ciclo do conhecimento na organização.

Quanto ao alinhamento das demandas do conhecimento com os negócios e a TI, além de contar com bloco específico no KMCanvas (alinhamento estratégico), privilegiou-se a construção do KMCanvas equilibrado estrategicamente em quatro fases (cenário, estruturação, retenção e disseminação), a serem executadas nas diversas áreas funcionais de forma coordenada e integrada.

No que tange à validação no âmbito de metodologias e modelos da GC, seria impossível sem o aporte da CI. Foram apresentadas as fundamentações necessárias logo no início da seção 4, com diversos autores seminais alicerçando o fluxo da informação, os meios de processamento para o acesso e o uso otimizado e, principalmente, sobre a interdisciplinaridade da CI.

Quanto à gestão ágil e à gestão de processos de negócios, ambas se valeram de blocos específicos no KMCanvas, contemplando o que se acredita ser mais viável para conduzir um projeto de forma ágil e utilizando da modelagem dos processos do conhecimento, fundamental para implementação da GC nas organizações.

Por fim, e não menos importante para o projeto do KMCanvas, a comparação com os Canvas enumerados no Quadro 2 foi importante para a satisfação dos aspectos gerais sobre Canvas estabelecidos logo na abertura da seção 4.2.

#### **4.4 Implementação da solução: implementação das possíveis adequações levantadas na validação**

Após o projeto de soluções e a validação do projeto, algumas adequações foram levantadas para melhorar o modelo inicial. A seguir têm-se as adequações levantadas e como foram implementadas:

- Mover o bloco *stakeholders* da fase estruturação para cenário: a fase cenário, que, anteriormente, contava com três blocos, passou a ter quatro;
- No projeto inicial não foi concebido o bloco resultados: a importância de visualizar os resultados de um projeto fez com que se criasse esse bloco;
- Pretendeu-se, inicialmente, a colocação dos custos e prazos, das premissas, restrições e riscos como elementos do bloco diretrizes estratégicas: por se tratarem de aspectos de gerenciamento de projetos (PMBOK, 2017), esses elementos foram movidos para a bloco execução do projeto;
- Inicialmente, cogitou-se a maturidade da GC como um bloco da estruturação: não se pode ter a maturidade antes da elaboração do projeto, portanto, moveu-se para o último bloco da disseminação;

Quanto ao *design* visual do KMCanvas, o modelo foi inicialmente concebido em um editor de textos, sem a preocupação com critérios visuais. Posteriormente, o modelo foi submetido a um *designer* que já havia desenhado outros Canvas. Foram solicitados três modelos para discussão e escolha, os quais foram mostrados também para mais dois especialistas em *design* gráfico.

Como ponto fundamental nessa seção do ciclo regulador, foi concretizada a implementação das adequações percebidas. Com isso, propiciou-se a execução da última etapa, quando especialistas foram convidados para a avaliação da implementação e a integração de todo o projeto.

#### **4.5 Avaliação da implementação: o KMCanvas foi avaliado por especialistas e as melhorias foram associadas**

Nessa etapa da avaliação da implementação, o modelo integrado do KMCanvas, o artefato da DSR, foi avaliado por um grupo de especialistas, sendo comparados os fatos, causas e impactos da solução com os critérios estipulados. Optou-se por dividir em duas partes para que, ao final da primeira parte, as melhorias já tivessem sido associadas ao KMCanvas e os membros integrantes da segunda parte já pudessem avaliar de forma assertiva.

Da primeira parte da avaliação participaram seis pessoas conhecedoras da metodologia Canvas e da GC e de outras metodologias descritas a seguir. As sessões dessa primeira parte foram divididas da seguinte forma:

- Sessão 1: um gerente de projetos de uma grande empresa de TI, mestrando e educador, com conhecimento em GC, métodos ágeis, transformação digital e Canvas; também um especialista em tomada de decisão e análise de dados, com conhecimento em GC, *business intelligence*, *data analytics* e Canvas;
- Sessão 2: um consultor em gestão de processos de negócios, mestrando e educador, com conhecimento em GC, métodos ágeis e Canvas, bem como em outras áreas de gestão;
- Sessão 3: um especialista em *games*, gamificação, *design* visual, métodos ágeis, gestão de projetos de *software*, desenvolvimento de *softwares* e Canvas;
- Sessão 4: um especialista em gestão bancária, mestrando e educador, com conhecimento em GC e outras áreas de gestão;
- Sessão 5: um mestre e doutor em CI, com pesquisas no âmbito do conhecimento tácito, educador e com experiência em gestão educacional e pública.

Todos avaliaram e validaram o KMCanvas, sendo que as principais melhorias sugeridas foram:

- Necessidade de um *designer* profissional para o KMCanvas: acatada;
- Inclusão de um bloco indicadores antes de mensurar a maturidade da GC: acatada;

Da segunda parte da avaliação participaram cinco pessoas também com conhecimento em metodologias Canvas e GC, dentre outras. As sessões dessa segunda parte foram divididas da seguinte forma:

- Sessão 1: um mestre em tecnologias educacionais, graduado e especialista em TI, com conhecimento em Canvas, GC, *design*, agilidade, *design thinking*, transformação digital e inovação corporativa;
- Seção 2: um mestre e doutor em ciência da computação, pós-doutor em TI, educador, com conhecimento em engenharia de *software*, TI e todas as suas vertentes, além de gestão de processos de negócios;
- Sessão 3: três especialistas em gestão de órgãos públicos, com conhecimentos em gestão de processos de negócios, gestão de saúde, gestão de projetos e Canvas; um deles é, também, mestre em Direito Público.

Todos avaliaram e validaram o KMCanvas, sendo que as principais melhorias sugeridas foram:

- Mudar o bloco requisitos para necessidades: acatada;
- Compartimentalizar os indicadores no mesmo bloco de maturidade: acatada;
- Renomear o bloco TI como plataforma digital, contendo as ferramentas de GC, segurança e infraestrutura: acatada.

Fechando essas cinco etapas do ciclo regulador foi feita a análise e associadas as melhorias de tudo o que foi realizado no projeto do artefato. Não podemos nos esquecer de que o ciclo regulador retoma e inicia novamente na etapa investigação do problema.

## 5. Considerações finais

A concepção, desenvolvimento e apresentação de um Canvas para implementação da GC foi uma escolha inovadora para as organizações, pois foi percebida a carência de Canvas específicos dessa área. Ainda mais, sabe-se que existem falhas na execução assertiva de projetos, comprometendo o alcance de resultados positivos e a consequente obtenção de vantagens competitivas organizacionais.

Para guiar a construção do KMCanvas, o ponto alto foi valer-se do rigor metodológico da DSR como método viável e utilizado em diversas áreas para projetar, validar e implementar artefatos, bem como do ciclo regulador de Wieringa (2009, 2014) para guiar desde a investigação do problema até a avaliação da implementação.

Nessa direção, construiu-se a questão de pesquisa de cunho prático: de que maneira a implementação da GC nas organizações pode se valer de um Canvas? E o objetivo: apresentar um Canvas para alcançar resultados positivos para implementação da GC nas organizações no intuito de materializar a almejada integração do conhecimento, o alinhamento das demandas do conhecimento com os negócios e a TI, com o aporte da CI, da gestão ágil e da gestão de processos de negócios.

Conclui-se que, ao longo deste capítulo, foi respondida a questão de pesquisa e alcançado o objetivo, de acordo com os pontos resumidos e elencados a seguir:

- O direcionamento obtido pelo método DSR e a utilização do ciclo regulador foram defendidos e demonstrados (seção 2), garantindo o rigor metodológico para iniciar a construção de um novo artefato;

- Avaliaram-se os conceitos da GC, da GI, os modelos e processos, sustentados por autores seminais e pelo estado da arte na (seção 3);

- Apresentou-se como foi construído o KMCanvas (seção 4) e contemplou-se cada uma das etapas do ciclo regulador (seções 4.1 a 4.5);

- Sintetizaram-se em quadros os autores pesquisados para a investigação do problema, assim como para o levantamento das possibilidades de construção;

- Investigaram-se os aspectos gerais sobre Canvas (início da seção 4.2) e elencaram-se alguns aspectos que foram perseguidos para concepção do projeto;

– Explicou-se cada uma das quatro fases e dos treze blocos do KMCanvas, gerando vasto material para guiar os interessados e as organizações que desejam implementar a GC;

– Validou-se o projeto (seção 4.3) a partir da verificação dos critérios especificados, cumprindo-os e satisfazendo-os corretamente;

– Implementaram-se as possíveis adequações levantadas (seção 4.4) no intuito de melhorar o modelo inicial do KMCanvas;

– Por fim, divididas em duas partes, com a participação de 11 especialistas, foram realizadas oito sessões para a avaliação da implementação, quando o KMCanvas foi avaliado comparando-se os fatos, causas e impactos da solução com os critérios estipulados.

É importante ressaltar as limitações de um Canvas, o que prevalece no KMCanvas, conforme mostrado no início da seção 4.2, como: ser preenchido com *posts* físicos ou digitais, de forma ágil, adaptável e flexível, ter um quadro único, preservar a simplicidade, respeitar o entendimento e visualização, dentre outros. Portanto, não faz parte um de um Canvas contar com metodologias ou *frameworks* para executar o que se especificou em cada bloco. A título de exemplo de como poderia avançar na execução, para o bloco processos do conhecimento da fase estruturação foi adiantado que o BPMN é a notação recomendada para a modelagem de processos, além de elencar quais são os principais processos do conhecimento que poderiam efetivamente modelá-los.

Como continuidade dos estudos a respeito do KMCanvas, sugere-se a efetiva implementação em uma ou mais organizações, comparando e relatando os resultados por meio de estudo de múltiplos casos, valendo-se de respostas qualitativas ou quantitativas.

## REFERÊNCIAS

ABPMP. **Guia para o gerenciamento de processos de negócio**: corpo comum de conhecimento. ABPMP BPM CBOOK v. 4, 2019.

BORKO, H. Information science: what is this? **American Documentation**, v. 19, n. 1, p. 3-5, 1968.

CAMPBELL, A.; GUTIERREZ, M.; LANCELOTT, M. **Operating model canvas**: aligning operations and organization with strategy. Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2017.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**: como as organizações usam a informação para criar conhecimento, construir conhecimento e tomar decisões. 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

CONARQ. CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS. **Modelo de requisitos para sistemas informatizados de gestão arquivística de documentos**: e-ARQ Brasil. CONARQ/CTDE: Rio de Janeiro, 2020.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. 5. ed. São Paulo: Futura, 2002.

DAVENPORT, T. H. **Pense fora do quadrado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

DRESCH, A; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ERMINE, J. L. **Knowledge management**: the creative loop. New Jersey: John Wiley; Sons, 2018.

FINOCCHIO JÚNIOR, J. **Project Model Canvas**: gerenciamento de projetos sem burocracia. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2013.

HENDERSON, J. C.; VENKATRAMAN, N. Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations. **IBM Systems Journal**, New York, v. 32, n. 1, 1993.

KAMBIL, A.; GINSBERG, A. BLOCH, M. **Rethinking value propositions**. New York, NYU Center for Research on Information Systems, 1996.

KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **Charting your company's future**. Harvard Business Review, 2002.

KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **Value Innovation**: the strategic logic of high growth. Harvard Business Review, 1997.

KNIBERG, H; SKARIN, M. **Scrum e Kanban**: obtendo o Melhor de ambos. InfoQ, 2010.

LE COADIC, Y. F. **A ciência da informação**. 2. ed. Brasília: Briquet de Lemos Livros, 2004.

LU, J. Y. **Co-evolution Strategy Canvas**. Singapore: Springer, 2021.

NATALE, C. H. C.; NEVES, J. T. R. Metodologia para identificação de modelos de maturidade em gestão do conhecimento para aplicação empírica. *In*: ENCONTRO ANPAD, 38. 2014. Rio de Janeiro, **Anais [...]**, Rio de Janeiro, 2014.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NORTH, K.; MAIER, R.; HAAS, O. (ed.). **Knowledge management in digital change**: new findings and practical cases. Switzerland: Springer International Publishing, 2018.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation**: a handbook for visionaries, game changers; challengers. New Jersey: John Wiley; Sons, 2010.

OSTERWALDER, A. **The business model ontology**: a proposition in a design science approach. 2004. Thesis (Doctoral Thesis). University of Lausanne, Lausanne, Switzerland, 2004.

PASHER, E.; RONEN, T. **The complete guide to knowledge management**: a strategic plan to leverage your company's intellectual capital. New Jersey: John Wiley; Sons, 2011.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 6. ed. PMI, 2017.

SARACEVIC, T. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996.

SVEIBY, K. E. **A nova riqueza das organizações**: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

UDEN, L.; HADZIMA, B.; TING, I-H. (ed.). Knowledge management in organizations. *In: KMO INTERNATIONAL CONFERENCE*, 13.; 2018, Žilina, **Proceedings** [...], Slovakia, 2018.

WIERINGA, R. **Design science as nested problem solving**. New York: ACM, 2009.

WIERINGA, R. **Design science methodology**: for information systems and software engineering. New York: Springer, 2014.

WOODS, P. **The brand strategy Canvas**: a one-page guide for startups. San Francisco: Apress, 2020.

ZAIDAN, F. H. **Aportes da arquitetura corporativa para o ambiente dos sistemas informatizados de gestão arquivística de documentos**: aplicação em companhia de energia elétrica. 2015. 176 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

ZAIDAN, F. H. **Processo de desenvolvimento de sistemas de informação como forma de retenção do conhecimento organizacional para aplicação estratégica**: estudo de múltiplos casos. 129 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Fumec, Belo Horizonte, 2008.



# GAMIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS

*Marcos Paulo Rodrigues Lopes*

*Christopher Conrado Chelis*

*Fernando Hadad Zaidan*

---

## 1. Introdução

Um termo recente, cunhado em 2002, a gamificação é o uso de mecânicas e dinâmicas de jogos que busca motivar, engajar pessoas, resolver problemas de forma lúdica e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos (BRUSTOLIN; BRANDÃO, 2017).

Para além do engajamento e motivação dos indivíduos, a gamificação traz outros benefícios que auxiliam o usuário buscar as metas traçadas, tais como o aumento da retenção do conhecimento, promoção de senso de colaboração e trabalho em equipe e gera feedbacks constantes e detalhados da evolução e aprendizado dos usuários.

O crescente uso da gamificação no ambiente de ensino e formação cria uma nova vertente no ramo de estudo e pesquisas acerca dos benefícios adquiridos pelo uso dos jogos, uma vez que tal recurso possibilita resultados melhores no aprendizado (BRUSTOLIN; BRANDÃO, 2017).

À contramão da tipologia inicialmente relacionado aos jogos, em que os jogadores eram classificados conforme a predominância de seus interesses em relação ao ambiente de jogos, entre conquistadores, exploradores, socializadores, dentre outros. Marczewski (2013) apresenta a gamificação como uma categoria em que o jogador passa a ser motivado por recompensas externas. Já Chou (2019) diz que a gamificação é o trabalho de entregar diversões e elementos engajantes de jogos, no intuito de aplicá-los no mundo real e em atividades produtivas.

Contrário ao objetivo simples de entretenimento oferecido pelos jogos (KAPP, 2012), a gamificação, apesar de utilizar de mecânicas base de desenvolvimento e criação deste, promove para além do entretenimento, aprendizado por utilizar técnicas que possibilitam o desenvolvimento de uma tarefa até então totalmente analógica em uma experiência virtual e lúdica.

Como exemplos de técnicas que utilizam artifícios para melhor engajamento nas experiências de gamificação temos os sistemas conquistas, níveis e classificação de usuários, barra de progresso, gráficos ou outra métrica visual que apresente a posição do jogador em relação ao objetivo, sistema de

recompensas tais como moeda virtual, sistemas de premiação, troca de pontos, objetos e desafios entre usuários.

Centrada no ser humano, o Octalysis (CHOU, 2019) é um método de gamificação, que apresenta oito eixos centrais para a motivação humana. Trata-se do uso de mecânicas de jogos e estética lúdica para engajar pessoas, motivar ações, promover e reforçar aprendizado além de resolução de problemas conforme apresentado nos capítulos a seguir.

A experiência com jogos, vai além do fator entretenimento, passa por outros pontos básicos e intrínsecos, tais como a necessidade de competição, que é inerente ao ser humano, feedbacks constantes e instantâneos, possibilidade de evolução rápida, aprimoramento do aprendizado e a busca por recompensas e prêmios.

O senso de urgência trabalhado nos jogos, para além de uma forma lúdica de trabalhar eventos práticos e cotidianos, é também, algo que incentiva a continuidade da tarefa e torna possível que os objetivos sejam atingidos e premiações sejam alcançadas.

No contexto do projeto da UniverCemig, o principal objetivo da gamificação é criar engajamento entre os escolhidos na Cemig para utilização da plataforma de treinamento, favorecendo a identificação de deficiências no conhecimento dos treinandos. Para isso, serão utilizadas ferramentas que transformarão a experiência do aluno, deixando as tarefas com um significado lúdico. Além disto, busca-se, também, motivar, engajar, estimular a resolução de problemas e aprendizado dos alunos nos processos de estudo de avaliação.

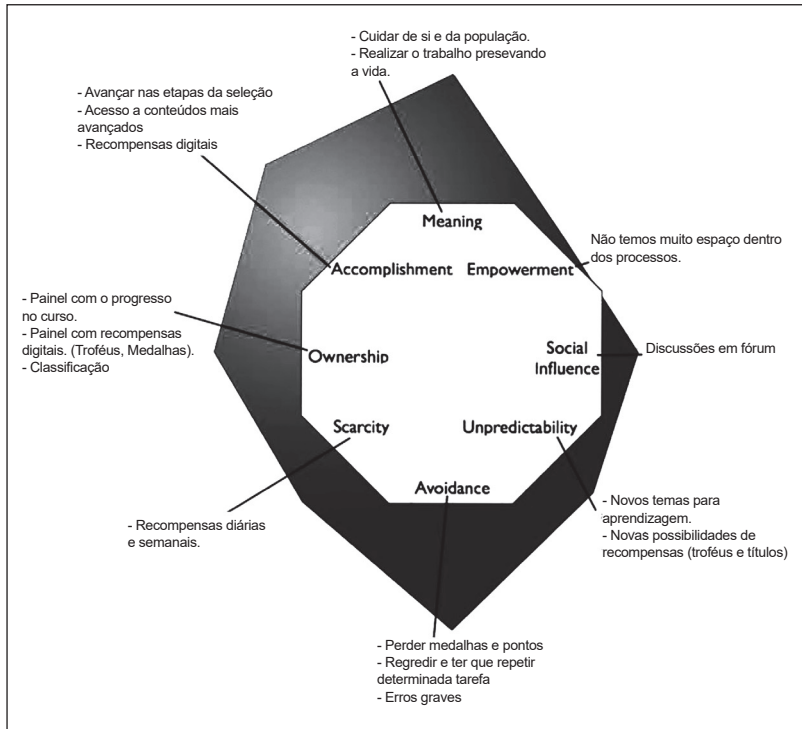
Para estudo e planejamento do processo de gamificação do treinamento até então analógico, oferecido pela Univercemig a seus alunos foram utilizadas as metodologias brainstorm (tempestade de ideias), análise de campo e estudo referências bibliográficas.

Após definição do escopo do projeto, o Octalysis (CHOU, 2019), fora escolhido como método de gamificação apropriado para desenvolvimento do projeto, uma vez que busca de forma lúdica, aprimorar o aprendizado e engajamento no processo de treinamento.

## **2. Framework Octalysis**

Chou (2019) concebeu Octalysis em oito eixos de análise, tornando-o um framework (ou método) capaz de criar um ambiente de gamificação, bem como ferramentas comumente utilizadas. Aplicada como um guia para organização de ideias e aplicação da gamificação, Octalysis possibilita a expansão de diversas potencialidades. A Figura 1 retrata os eixos do Ocatyis.

**Figura 1 – Framework Octalysis considerando a intensidade de cada um dos oito eixos**



Fonte: Autores (2021) – adaptado de Chou (2019).

A seguir serão detalhados os oito eixos considerados importantes por Chou (2019) durante o processo de gamificação, tendo cada um deles a representação de uma dimensão diferente, permitindo a criação de um sentimento que busca aumentar o engajamento do usuário em um processo gamificado:

– **Significado épico (Meaning):** Neste primeiro tópico o passo central é identificar o que o público do projeto valoriza e assume como algo com significado. Propicia uma sensação de pertencimento no desenrolar da trama central, elimina a possibilidade de alienação quanto ao produto final, uma vez que o sujeito contribui de forma significativa da criação e desenvolvimento da ideia, desenho da necessidade, bem como no levantamento de resultados a serem alcançados.

– **Desenvolvimento e conquista (Accomplishment):** O sistema de recompensas garantem maior adesão do usuário, de forma menos maçante e cansativa, encoraja o usuário a aceitar novos desafios que permitam se aproximar e alcançar o resultado proposto. Os desafios são os elementos de mudança,

permitem superar desafios, modificar comportamentos e o desenvolvimento de habilidades e competências. A recompensa é, portanto, o elemento que cria o sentido de manter os indivíduos engajados e na busca por melhorias.

– **Empoderamento, criatividade e feedback (Empowerment):** A capacitação da criatividade, momento em que o usuário, estando envolvido em um processo criativo tem que repetidamente descobrir soluções e tentar combinações diferentes para alcançar devidos fins. É necessário que o usuário seja envolvido nesse processo para um aprimoramento da capacidade de inventar estratégias para atingir os resultados esperados.

– **Dor de dono (Owership):** Permite ao usuário a posse de itens, tais como medalhas, prêmios, gráficos de resultados, seja para demonstração da curva de aprendizado, seja para melhoria da experiência. Ao olhar para um histórico de conquistas o usuário poderá enxergar o reflexo de uma melhora profissional.

– **Influência social (Social Influence):** Trabalhado de forma correta, o estímulo à competição poderá ser entendido como um ponto positivo dentro do ambiente laboral. O trabalho envolvendo diversas pessoas com gostos e opiniões distintas cria um ambiente de troca de experiências. A participação ainda que passiva, sendo apenas telespectadores de diversos membros de um grupo, permite a troca e partilha de saberes.

– **Escassez e Impaciência (Scarcity):** Neste eixo, determinados itens, recompensas e serviços são de acesso limitados e às vezes raros. A escassez de tais prêmios, bônus e tarefas diárias que devem ser cumpridas torna-se uma maneira de reforçar o engajamento, incentiva a persistência na realização e cumprimento das tarefas, fazendo com que os envolvidos valorizem cada missão cumprida.

– **Imprevisibilidade e Curiosidade (Unpredictability):** A necessidade de concluir toda e quaisquer atividades propostas, desafia o usuário a avançar à medida que novas tarefas e desafios vão surgindo. A definição de prêmios inusitados ou um bônus surpresa no sistema aguça a curiosidade e é capaz de criar no usuário um desejo de desvendar o mistério emergente e por fim concluir o desafio.

– **Aversão a Perda (Avoidance):** No eixo de contenção, o usuário entende metas e regras do sistema e trabalha de forma a evitar consequências negativas, seja por perda do tempo de execução, perda de pontos, resultado final incluído por erro na ordem de execução, dentre outros. Ainda que todo o processo seja claramente observado pelo usuário, erros e falhas poderão ocorrer e neste caso, o sistema apresenta erros e falhas como pontos de atenção e melhorias promovendo também uma forma de aprendizado.

### 3. Aplicações práticas

Dentro do projeto da UniverCemig o Octalysis poderá ser aplicado de diversas formas, valorizando mais alguns pontos do que outros, e adaptando alguns às realidades do projeto. Segue uma proposta dessa aplicação prática em cada um dos eixos:

– **Significado Épico:** Trazer ao colaborador da Cemig o compromisso de cuidar da população/cidade, e mostrar para ele o bem que ele faz a todos. Assim ele entende sua grande importância e se sente motivado a manter esse papel de Super-herói da população. Além disso, vamos reforçar com eles a missão de cuidar de sua vida através das medidas de segurança.

– **Desenvolvimento e Conquista:** Neste tópico teremos algumas ferramentas mais conhecidas da gamificação, pois através delas nós poderemos criar algumas premiações digitais que recompense os alunos do curso. Além das ferramentas, existe um outro tipo de conquista que é intrínseca ao curso, que é o avanço nas etapas dos cursos e a recompensa de receber novos conteúdos até chegar no fim do curso. As ferramentas serão: Pontuação, Conquistas, Troféus, Patentes, Ranqueamento.

– **Empoderamento, criatividade e feedback:** Entendemos que esse fator não possui uma aplicação direta no curso, pois o treinamento é muito técnico.

– **Dor de Dono:** Para trazer esse sentimento criaremos painéis acessíveis para o aluno onde ele poderá acessar suas conquistas e troféus, assim ele poderá ver tudo o que foi conquistado e construído por ele mesmo. Para complementar, criaremos um avatar que será customizado pelo próprio aluno, aumentando o sentimento de pertencimento.

– **Influência social:** Acesso ao fórum para discutir temas e ajudar colegas. Poderemos incentivar a cooperatividade, permitindo que os alunos se ajudem e criando laços e favorecendo a equipe como um todo.

– **Escassez e Impaciência:** Será criado um sistema de desafios diários, que caso o aluno não supere naquele dia, não terá outra chance. Esse sistema será criado dentro da plataforma EAD, onde deverá existir uma lista de aproximadamente 60 desafios diários e 15 desafios semanais.

– **Imprevisibilidade e Curiosidade:** Esse conceito será estimulado através de novos tipos de troféus, patentes e conquistas. Assim os usuários terão sempre novidades para explorarem. Entendemos que o próprio conteúdo do curso também faz essa função, pois a curiosidade do aluno pode ser ativada ao esperar por novos aprendizados e conhecimentos.

– **Aversão à Perda:** Os alunos perderão as patentes e troféus se não conseguirem aproveitamento no curso. Esse conceito tem que ser trabalhado com um certo cuidado para ser desafiante e não desanimadora, pois nem todos os usuários saberão lidar com o sentimento de derrota e perda.

## 4. Simulador de Realidade Virtual

Será desenvolvido um aplicativo de realidade virtual para testar e treinar os colaboradores da Cemig, permitindo que cada um deles apresente seus conhecimentos nas técnicas de ASTA (Abrir, Sinalizar, Testar, Aterrorar). Através do aplicativo os colaboradores poderão realizar os principais pontos da técnica de aterramento, utilizando os instrumentos de forma virtual.

### 4.1 Tecnologia e controles

O aplicativo utilizará a realidade virtual como principal tecnologia, por onde simulará os cenários dos centros de treinamento da UniverCemig. Além disso, o aplicativo deverá ser utilizado com luvas de captura de movimento e sensores de posição, permitindo que o treinando utilize os movimentos naturais para controlar a simulação.

### 4.2 Regras gerais

Serão enumeradas algumas regras aplicadas no sistema como um todo, a fim de alinhar às possibilidades tecnológicas com as necessidades do treinamento:

- O aplicativo poderá ser utilizado como forma de executar um Treino ou um Teste. Ambos compartilham detalhamentos e especificações técnicas e de software, mas se diferem em pontos que vão além apenas do objetivo do uso.

- Enquanto o aplicativo estiver em modo de Treino, todas as cenas/etapas do ASTA serão precedidas de uma cena extra obrigatória para escolha, montagem e conhecimento do EPI/EPC necessário, assim como especificações do ambiente no qual será desenvolvida a atividade. Variações de clima não serão cobertas, tendo como resultado uma simulação que contará com apenas um cenário, decisão que anula a necessidade de EPI para trabalho em altura e chuva, considerando tais como peças erradas. Note que essa cena é tanto obrigatória antes de cada etapa de treino bem como restritiva: o usuário não poderá se retirar da sala de equipamentos a menos que tenha escolhido, no mínimo 1 (uma) vez, os equipamentos corretos para o trabalho designado e descrito de forma clara. Ele poderá errar quantas vezes forem necessárias para chegar à única conclusão correta, porém todo dado de tempo e escolha será computado e gerado no relatório, fato que vai resultar na resposta clara das intenções no momento de escolha. Por fim, no modo de “Treino” todas as cenas poderão ser refeitas enquanto o equipamento, onde quer que esteja, estiver disponível, tornando possível o aprendizado por repetição e escolha, na ordem que for de interesse.

– Enquanto o aplicativo estiver em modo de “Teste”, todas as cenas/ etapas do ASTA serão vinculadas, de forma que 1 (um) Teste completo é o resultado de passar 1 (uma) e somente 1 (uma) vez em cada etapa, sequencialmente, até que o processo inteiro seja executado e o relatório gerado. Não será necessária nessa aplicação, que a cena de escolha e montagem de EPI/EPC seja disposta, uma vez que o Teste em campo, final e capacitador, exigirá que o usuário esteja com seus equipamentos, fato a ser gerido por outro responsável.

– A forma de avaliação ao colher as informações do simulador no momento do uso será a partir de checkpoints que funcionarão da seguinte maneira: no momento em que o usuário escolher, por exemplo, uma peça de seu inventário, ele ativará uma rotina que contará o tempo decorrido com tal peça em seu controle, assim como todos os elementos em que ele encostar aquela peça, incluindo os do chão caso ela caia de sua mão (e retorne para a posição logo após ser escolhida no menu), e todas as funções subsequentes de cada peça. Tudo será guardado até que ele devolva a peça ao seu lugar, fechando o contador de tempo e um relatório para aquela peça, que fará parte da amálgama de resultados até o fim do Teste ou Treino, que por sua vez, será o relatório de avaliação por força humana, no caso o instrutor capacitado. Dessa forma vamos recolher todos os dados que hão de surgir em tempo de uso e, comparando-os com os de um perfil pré-criado (média de várias rodadas de gravação feitas por um instrutor capacitado), teremos o perfil de uso do aluno. Esse tipo de avaliação também será vista na cena de EPI/EPC, nos momentos específicos de escolha dos itens corretos ou errados, o tempo de uso da cena e a ordem das decisões, fato que dará clareza das intenções de escolha do aluno em questão.

– Uma solução que se tornará presente em todas as cenas, independente do objetivo, será a representação de que o usuário está trabalhando com um segundo operário, visto que está sozinho no simulador, mas todo o trabalho é um trabalho de duplas. Esta representação será em animações, simulando que a peça escolhida no menu lúdico na mão funcione como um chamado, e a peça subirá pela roldana, como no procedimento padrão.

– Durante todo o tempo o usuário tem o controle de finalizar a sessão de Treino ou Teste, através de um botão presente o tempo inteiro para acesso no menu aqui já detalhado. Ao finalizar, uma caixa de comentário surgirá na tela do aparelho fixo (PC), a fim de captar do aluno algum feedback ou comentário sobre a última execução como “Achei difícil isso...” ou “Acho que vi um erro...” ou até mesmo “Tive que parar porque fiquei tonto”. Esses comentários serão somados aos relatórios que serão enviados para a plataforma de união das informações.

– Os postes onde serão feitas as atividades serão postes do tipo Meio Beco, onde todas as chaves se localizam a somente um dos lados do poste e,

dessa forma, reduziremos a dificuldade de trabalhar na plataforma, fazendo com que as ferramentas colidam menos com o cenário. Isso também influencia na ordem de tratamento das chaves, o que será levado em consideração como regra para a simulação.

### **4.3 Desafios**

Dentro da simulação, serão criados diferentes desafios que simulam o cenário de treinamento da UniverCemig, cada um dos desafios treinará um conteúdo diferente dentro das atividades do ASTA. Serão distribuídos pontos à medida que o colaborador avançar nos desafios e conclui os objetivos, assim ao final de todos os desafios o jogador recebe sua pontuação final.

Segue abaixo a lista de desafios que serão apresentadas no simulador em cada uma das fases do ASTA.

#### **4.3.1 Desafio – ABRIR**

Cena EPI/EPC: Nesta cena os usuários deverão selecionar os equipamentos corretos para o trabalho.

Simulação: Após se munir dos equipamentos devidos, o usuário entrará em cena no lugar ideal para executar o procedimento, seja em altura na escada ou no chão, enquanto todo o cenário é condizente com sua tarefa. Como padrão, as chaves ficarão armadas, para que o usuário tenha que abri-las, fazendo usufruto dos equipamentos corretos. Os postes estão posicionados de forma semelhante ao que nos foi apresentado em Sete Lagoas/MG e, no caso de trabalho em altura, a escada já é parte do cenário, equipada com todas as coisas que precisa para ficar no lugar certo e segura, de forma imutável, salvo exceção da funcionalidade para alterar a posição da escada.

O primeiro equipamento em questão é a Vara ou Bastão de Manobra, equipado com 3 extensões e o Loadbuster, e este é utilizado para desarmar as chaves do poste. Ao receber o equipamento, o usuário deve efetuar um teste na mola do Loadbuster, puxando para cima o bastão móvel, antes de içar a Vara ou Bastão de Manobra até a altura das chaves.

A forma que desenvolveremos o contato das peças com as chaves nesse caso, por se tratar de uma atividade que demanda muita precisão e resiliência na vida real, será baseada em COLISORES e situações de SNAP. Isso significa que o item selecionado e em partes estratégicas de cada chave ou poste, existirão colisores 3D, invisíveis, que entrarão em contato entre si para executar uma ação baseada na resposta de contato. Essa ação será “colar” um no outro, eliminando o fator de precisão que não pode ser testado nessa simulação e só aumentaria o “gap” de subjetividade. Uma vez conectados os itens, o aluno só



precisaria executar o movimento que deve ser treinado para encaixar a peça no lugar, entendendo o processo e movimento, treinando a coordenação em conjunto com os treinos em campo já existentes ao longo do curso.

Dessa forma, ao aproximar o Loadbuster da chave, os modelos entrarão em sinergia, aguardando o movimento do usuário de puxar a Vara ou Bastão de Manobra, desarmando a chave. Ao terminar o usuário deve devolver o Loadbuster para o menu, a fim de reiniciar seu estado. Esse processo deve ser repetido até que todas as chaves estejam desarmadas.

O próximo passo, após orientação em cenário por meio de lettering, o usuário deverá trocar de ferramenta para o Cabeçote Padronizado ou Universal ou ainda Cabeçote de Bronze para Manobra de Chaves, acoplado na Vara ou Bastão de Manobra, com 3 extensões, para efetuar o fechamento das chaves.

Com todos os passos concluídos, o treino isolado de abertura e fechamento das chaves estará completo e, como durante todo o tempo também, o usuário estará livre para finalizar a simulação.

#### ***4.3.2 Desafio – SINALIZAR***

Cena EPI/EPC: Nesta cena os usuários deverão selecionar os equipamentos corretos para o trabalho. Segue a lista de equipamentos:

Processo: O usuário (após a cena obrigatória de EPI/EPC, onde ele selecionou apenas os outros equipamentos necessários para sinalizar) estará em posição, em altura, de acoplar a placa de sinalização no poste. Haverá vários pontos de controle onde o usuário não poderá posicionar a placa (sendo contabilizada cada tentativa) e vários pontos onde ele poderá posicioná-la. Entre esses pontos não há pontos errados, porém há os pontos que são de melhor visualização e os de não tão boa visualização, que é uma habilidade de observação que deve ser levada em conta.

Para sinalizar, o usuário deve utilizar a Vara ou Bastão de Manobra, equipado com o Cabeçote Padronizado ou Universal ou até mesmo Cabeçote de Bronze para Manobra em Chaves para acoplar a Placa de Sinalização ao topo, e guiá-la aos locais indicados. Ao término da sinalização, o usuário deve considerar o que será entregue a ele de informação através do cenário, e daí iniciar o processo de retirar a sinalização. Ao retirar, devolver todo o equipamento utilizado e selecionar o botão de finalizar.

#### ***4.3.3 Desafio – TESTAR***

Cena EPI/EPC: Nesta cena os usuários deverão selecionar os equipamentos corretos para o trabalho.

Processo: Nessa cena, principalmente no modo Treino, pretendemos modificar algumas coisas para compreender melhor o treinamento de quem estará no simulador. Como primeira modificação, separamos as fases Testar e Aterrar, que normalmente ocorreriam conectadas. Aqui o usuário deverá apenas testar as redes, deixando a habilidade do entrelaçamento com o resto das atividades para roteiro do modo Teste.

Então, como padrão, posicionado e munido de equipamentos no inventário, o usuário deve executar sozinho a ação de testar a MT (média tensão), ação que antes era executada pelo parceiro do solo, antes de subir isso na roldana. Aqui na situação de altura, o usuário receberá, após escolher no menu, o Detector de Ausência de Tensão da MT (média tensão) acoplado na Vara ou Bastão de Manobra com 3 extensões e deverá executar o autoteste do mesmo em mãos para ouvir o efeito sonoro que identifica que ele está totalmente operante, através do menu do equipamento. Com o autoteste realizado, o usuário deve aproximar e encostar o Detector de Ausência de Tensão da MT (média tensão) e, após o feedback visual de que o colisor foi encontrado, recolher o equipamento à altura inicial e efetuar novamente o autoteste, para ter certeza de que o equipamento continua funcional e então devolver a peça para o menu.

Agora o usuário deve escolher no menu o Bastão Testador de Ausência de Tensão na BT (baixa tensão) ou o Voltímetro e, com o equipamento em mãos, o usuário utilizará o menu do equipamento para alternar nos três modos disponíveis de teste (validar quais são os modos). Esses modos são correspondentes às posições em que o operador deve deixar as pontas de conexão do equipamento para encostar em cada fio, sem ter que de fato posicionar as pontas manualmente (por limitação da plataforma) e a forma de uso será a mesma que tem sido usada até aqui: colisores. O usuário, após e intervalado com suas escolhas de posições, encosta o equipamento na BT (baixa tensão) e verifica a presença (ou ausência) de tensão (lembrando que há uma ordem correta para utilizar as posições, logo isso sairá no relatório). Após o uso, basta devolver o equipamento para o inventário e, novamente, encerrar a sessão pelo botão de finalizar.

Entendemos que há medidas de emergência a serem tomadas caso, por alguma adversidade, a rede não tenha sido desligada ou haja rompimento e contato da rede elétrica com os equipamentos. Porém nosso simulador não poderá compreender todas as atividades envolvidas e, dessa forma, teremos que adicionar ou retirar atividades em todo o processo.

Continuando a definição da cena, as redes de baixa e média tensão estarão, por padrão, desenergizadas. Dessa forma aumentaremos a similaridade entre os processos usados no dia-a-dia dos alunos, mesmo que não haja um reforço por treinamento das situações contrárias. Após todas as atividades nesse treino serem concluídas, o usuário deve devolver o equipamento para o menu.

#### **4.3.4 Desafio – ATERRAR**

Cena EPI/EPC: Nesta cena os usuários deverão selecionar os equipamentos corretos para o trabalho.

Processo: No início dessa cena, o jogador deverá selecionar a sua posição no poste, tendo algumas posições pré definidas no projeto. Posicionado no poste de forma imóvel, o usuário deverá começar por escolher o equipamento para aterrar a BT (baixa tensão). Ao escolher o Bastão Pega Tudo 2580mm ou a Vara ou Bastão de Manobra, o usuário deve ainda escolher o tamanho total da Vara ou Bastão de Manobra, se for o caso, através de extensões escolhidas no menu. Após isso, o usuário pode prosseguir o procedimento, escolhendo o Cabeçote Antiqueda de Aterramento para acompanhar a Vara ou Bastão de Manobra, ou simplesmente usar todas as funções do Bastão Pega Tudo 2580mm. Já disposto da forma que preferir no poste, existindo uma versão correta, o usuário deve efetuar o pedido dos Grampos de Aterramento da BT (baixa tensão), e aproximar o mesmo da rede.

Ao detectar a colisão, o sistema automaticamente conecta os grampos na rede, ainda não instalados, e abre a possibilidade do usuário de escolher seus passos e, com uma animação, a primeira peça do equipamento aparecerá de forma instalada no fio. Subsequente a essa ação, o usuário poderá utilizar do menu do equipamento para decidir a ordem da instalação das próximas peças nos fios respectivos (lembrando que todas essas decisões e seus tempos serão gravadas no relatório). Após completamente instalado o equipamento, o feedback anunciará o procedimento por completo e correto, e o sistema aguardará sua decisão de acessar o menu de equipamentos novamente e selecionar os Grampos de Aterramento da MT (média tensão). Após selecionar o mesmo, que estará aplicado na ponta da vara, o usuário ainda terá que utilizar o menu do equipamento para finalizar a instalação de cada grampo. Uma vez que todos estiverem instalados, cada qual com seu feedback de instalação correta.

Nesse momento, um feedback será disposto na cena, informando que o aterramento está completo, e que em seguida o processo contrário deve ser iniciado. Para tal, o aluno deve aguardar que esse anúncio se retire para que o menu volte a ser acessível e, após esse momento, selecionar o equipamento necessário para executar cada uma das ações do processo de retirada do aterramento, passando pelo mesmo procedimento já citado; controlando pelo menu do equipamento cada passo da retirada e devolvendo o equipamento para o inventário.

Ainda desenvolveremos uma nova versão, com todas essas informações, possuindo um extra sobre o aterramento por Haste de Aterramento, que será obrigatório nessa versão, substituindo o processo já presente na outra tarefa.

Após todo o procedimento ser encerrado, o aluno estará (estava durante todo o processo também) livre para acessar o botão de finalizar.

#### **4.4 Relatórios e comunicação**

No fim de cada Treino ou Teste serão gerados relatórios gerais com informações semelhantes entre si, como tempo entre reações, equipamentos escolhidos, ações realizadas, tudo em ordem cronológica. Nos relatórios teremos parâmetros, bem como habilidades a serem seguidas e observadas para que os parâmetros sejam medidos.

O processo para enviar esse relatório do simulador para a plataforma pode ser manual ou automático, mas inicia-se com o cumprimento das tarefas no simulador e soltura do aluno do headset, avaliando no monitor do computador fixo as informações que forem de uso público entre aluno e instrutor, assim como a já citada caixa de comentários. Após isso, antes ou ao fechar o simulador, o relatório deve ser encaminhado para a plataforma de EAD, por meio do framework de união de informações.

#### **4.5 Pontuação**

Cada desafio distribuirá 100 pontos ao todo, que serão divididos entre as atividades. Os pontos servem para ilustrar o desempenho do usuário na tarefa, bem como serão utilizados de base a criação de uma pontuação formal na avaliação da plataforma.

Os critérios de pontuação serão definidos ao longo do projeto, sendo sempre relacionados com o desempenho e agilidade do usuário. Os critérios serão criados em parceria com a Cemig e demais envolvidos no projeto, para garantir a correta avaliação dos alunos.

### **5. Considerações finais**

Espera-se que a gamificação do processo de treinamento oferecido pela UniverCemig possa alcançar níveis elevados e eficientes de conhecimento dos conteúdos, oferecer um treinamento bastante realista de processos mais densos sem exposição imediata à possíveis riscos, como no caso de manipulação de rede em meio à altas tensões elétricas em grandes alturas.

Promover maior engajamento dos alunos, ao promover uma maior interação em equipe, comumente observada em ambiente de jogos, o que possibilita uma troca de saberes e experiência mais eficaz.

Busca-se também, um aumento na motivação dos alunos, ao criar um ambiente mais descontraído e propenso à maior criatividade e disponibilidade para aprender por parte dos funcionários.

## REFERÊNCIAS

BRUSTOLIN, F. B.; BRANDÃO, J. E. M. de Sá. Análise de gamificação no simulador de operações cibernéticas (SIMOC). **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologia de Informação (RISTI)**, n. 23, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952017000300009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952017000300009&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 08 jan. 2021.

CHOU, Yu-kai. **Actionable Gamification: Beyond Points, Badges; Leaderboards**. 2. ed. USA: Octalysis Media, 2019.

KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. USA: Pfeiffer; Company, 2012.

MARCZEWSKI, A. **Gamification: A Simple Introduction; a Bit More**. 2. ed. Tumwater: Amazon, 2013. E-book.



# APRENDIZAGEM COM ALTERNÂNCIA PEDAGÓGICA: adaptative learning analytics – ALA

*Marta Macedo Kerr Pinheiro*

*Sônia Mara Prado Veiga*

*Fabício Ziviani*

---

## 1. Introdução

Os sistemas de aprendizagem têm passado por grandes alterações devido ao hibridismo com os artefatos tecnológicos. A interação entre o sistema presencial, de salas físicas de aula e o sistema virtual tem avançado em vivências e pesquisas. Modelos e denominações têm sido criados como aprendizagem adaptativa, aprendizagem interativa, ensino ou aprendizagem híbrida.

Segundo Booch (2000), o modelo interativo de aprendizagem é uma simplificação da realidade que, assim como os mitos e as metáforas, ajuda a dar sentido na maior parte das situações de busca do conhecimento ao nosso mundo físico que se apresenta repleto de ações e domínio de informações inalcançáveis.

Ele permite dar sentido a um conhecimento novo para o aprendiz, por interação, o que conduz a significados claros ligados a conhecimentos, já previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Trata-se de animações interativas não baseadas em discursos transmissivos, que são pouco aliciantes no processo de construção do conhecimento e da absorção do tácito dos instrutores/professores.

O hibridismo entre o presencial e o virtual traz ao ensino tradicional, instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade pela representação virtual de um conhecimento. A simulação proporcionada pelos modelos de aprendizagem interativa permite aos usuários, aprendizes e instrutores, compartilhar, negociar e refinar o seu modelo mental sobre determinada atividade, ou conhecimento, mesmo aqueles mais difíceis, complexos e passíveis de erros e de repetições.

Esses modelos não substituem a experiência de instrutores e professores, nem assumem o lugar da realidade de ensino de formação do electricista, mas são empregados para permitir novas explorações mais rápidas sobre um conhecimento novo, encurtando o tempo de aprendizagem.

Os modelos são baseados em simulações e interações que, segundo Davies (2002), oferecem um potencial extremo para que os aprendizes entendam, com a ambiência virtual, o que foi transmitido teoricamente, pela triangulação da escrita com o visual e o sonoro, melhorando a abstração, geralmente fraca, e facilitando a interação e a colaboração de aluno com aluno e de aluno com o professor, no fluxo de tácito para conhecimento explícito. Os modelos interativos de aprendizagem são flexíveis e possibilitam a incorporação de diversos recursos didáticos adaptados às necessidades dos aprendizes.

Assim são também chamados e cada vez mais denominados de sistemas de aprendizagem adaptativa ou *Adaptive Learning*, pois em interação com os alunos promovem adaptações constantes no material didático e nos suportes tecnológicos que por sua ludicidade transformam de forma adaptativa todo o sistema de aprendizagem proposto, trazendo o mundo real para o virtual.

Com a aprendizagem adaptativa, a abordagem linear de ensino amadureceu (HORIZON REPORT, 2016). Por seu caráter adaptativo, centrado no aluno, contempla características andragógicas, evitando a sua alienação, na medida em que o aluno se percebe protagonista do processo com a personalização do seu aprendizado. Através de soluções informatizadas que reduzem o tempo para conclusão do grau de aprendizagem exigida, melhoram os resultados do aluno.

As animações interativas, nos seus modelos de aprendizagem, constroem conhecimentos com clareza de significados que são sempre ligados às informações já adquiridas pelos alunos, centradas em aspectos prévios relevantes, já existentes em sua estrutura cognitiva, criando então novos e estáveis conteúdos. São atividades que combinam (i) treinamentos, (ii) conhecimentos técnicos e teóricos e (iii) formas de ensino inovadoras com o objetivo de despertar o interesse de aprender e dominar o conhecimento técnico pela aplicação prática.

Os “experimentos virtuais” são mais acessíveis, pois podem ser consultados independentemente do tempo e do espaço.

Hoje, os modelos interativos e adaptativos de aprendizagem atuam na contramão do ensino tradicional por suas metodologias de jogos e softwares para uma aprendizagem lúdica e memorizável, sobre experiências práticas estabelecendo links e elos com os aspectos cognitivos dos aprendizes. Com o propósito de prototipar ideias e aprender fazendo, o aluno adapta de forma virtual uma experiência do campo real além ter a segurança que o ambiente web proporciona pode ainda encurtar o tempo e acelerar a curva de aprendizagem.

Este capítulo explica a aprendizagem adaptativa e sua combinação com o *Learning Analytics* como modelo de aprendizagem escolhido para a



UniverCemig, na sua formação de eletricitistas. Por tratar-se de conhecimentos tácitos a serem transferidos abordaremos essa transferência de conhecimento através do modelo de aprendizagem escolhido, demonstrando sua capacidade de personalização da aprendizagem e a possibilidade de constante avaliação durante o processo. Trazemos ainda experiências de sucesso em outros países.

## 2. Aprendizagem adaptativa na UniverCemig

A eficiência e competência necessárias à formação do eletricitista são incontestáveis pelo tipo de atuação do profissional, seja no meio urbano ou rural, pois uma manobra mal executada pode causar danos físicos e materiais, muitas vezes irreparáveis. O treinamento torna-se, portanto, oneroso em número de instrutores, em horas de capacitação e na disponibilização de materiais que reproduzam a vivência profissional com a limitação de instalações elétricas para que os aprendizes possam praticar simulando os ambientes reais. É um treinamento que demora de 4 a 6 meses, já que não se encontra um profissional eletricitista disponível no mercado, como em outras profissões. Ele tem que ser treinado.

A necessidade de reproduzir os conhecimentos teóricos das salas de aula em ambientes reais faz com que o treinamento, além de ser caro, demore muito até que o aluno esteja certificado como eletricitista. Para avançar na solução desse problema, foi desenvolvido pelo projeto P&D D0595, um modelo virtual de aprendizagem inteiramente baseado no conteúdo de formação tradicional do eletricitista da UniverCemig, especificamente no domínio do conhecimento técnico **ASTA – Abrir; Sinalizar; Testar e Aterrorar**. O modelo adaptativo de aprendizagem escolhido é baseado no *Adaptative Learning-AL* com o *Learning Analytics-LA*, formando o conceito híbrido do ALA.

À medida que o aluno interage pela realidade virtual, ele passa a tomar conhecimento do seu avanço cognitivo e também de seus erros e toda a sua interação com o sistema passa a gerar dados. Esses dados são encaminhados à plataforma e são analisados pelo *Learning Analytics* para serem sistematizados num processo constante de adaptação da aprendizagem.

Diferentes tipos de soluções de aprendizagem adaptativa que já existem no mercado, ajudam no esforço para melhorar a aprendizagem. Algumas experiências para empresas, por exemplo, oferecem plataformas tecnológicas dentro das quais instrutores projetam e colocam seus cursos, e outras empresas criam os cursos de variadas disciplinas. As soluções trazidas pelas empresas são independentes do conteúdo, ou seja, criam plataformas generalizáveis para que possam ser aplicadas em uma ampla gama de disciplinas. Tyton Parterns (2015) aconselha às empresas prestadoras de serviços tecnológicos

ou técnicos que ao trabalharem com uma instituição cliente que tenha por objetivo implantar projetos de melhoria de aprendizagem, que elas atuem diretamente na instituição cliente para maior alcance dos resultados. Definir as áreas de atuação é vital e sempre se deve iniciar por um projeto piloto. Assim tem sido em diversas experiências quando se aplica o modelo ALA para otimização da memória empresarial, no aprendizado de uma técnica, ou enfocando a aprendizagem baseada em problemas através de simulações do contexto estudado.

Pela ausência de riscos, a tecnologia de realidade virtual proposta para a UniverCemig pelo projeto P&D D0595, oferece ambientes realistas e úteis para os usuários visualizarem quais e como as atividades físicas devem ser realizadas. Além disso, o instrutor passa a ter maior compreensão e percepção das habilidades e dificuldades, por exemplo, na execução do ASTA, com maior facilidade de avaliar os aprendizes. A realidade aumentada torna-se mais útil como suporte aos treinamentos de risco na indústria e, conseqüentemente, aplicável ao setor elétrico.

No caso da UniverCemig, que certifica eletricitas para atuar profissionalmente, torna-se possível criar uma rede horizontalizada de ensino/aprendizagem que conduza e demonstre resultados, onde os profissionais em menos tempo, possam ter como slogan de atuação o ‘fazer a energia acontecer!’. Os recursos visuais de realidade virtual atuam como uma caixa de ferramentas de técnicas destinadas a maximizar o conhecimento, com valor e gerando impacto sobre os aprendizes. O modelo de simulação, com adaptação dos exercícios de campo, realiza a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito, de forma codificável. Cria novas competências em cada treinamento retroalimentando o sistema com as informações geradas na interação aluno/instrutor/sistema.

### **3. Conhecimento Tácito e Modelos de Aprendizagem**

As mudanças introduzidas pela sociedade da informação (CASTELLS, 2002) consideram que o maior ativo das organizações é o capital intelectual, e não mais os ativos físicos utilizados por décadas a fim de valorar o preço de uma empresa (STEWART, 2002). No século XXI o conhecimento é destacado como principal recurso disponível para gerar valor às organizações (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). O “trabalhador do conhecimento” é o seu maior ativo das empresas. Para Drucker (1999), as pessoas e sua bagagem de conhecimentos tácitos são o futuro das organizações.

As organizações perceberam que necessitavam adaptar-se a um modelo de pensamento mais sistêmico no sentido de conseguir interpretar os

acontecimentos, oportunidades e ameaças que vêm agindo diretamente sobre o grande emaranhado da concorrência nos mais diversos setores. Dessa forma, houve um rompimento com modelos tradicionais de gestão e as organizações viram-se na necessidade de adotar a postura de organizações de aprendizagem ou *learning organizations* (GUNS, 2005; WARDMAN, 2008).

A principal referência deste modelo de abordagem é a contribuição de Senge (2000). Segundo o autor, as organizações devem ser orientadas para a aprendizagem. Aprender em organizações significa testar continuamente as experiências e transformar estas experiências em conhecimento – acessível a toda a organização e pertinente ao seu propósito central (SENGE, 2000). Esse processo de transformação, codificando conhecimentos, exige sistemas de aprendizagem adaptativos, não somente num campo específico de formação profissional, mas em todos os campos de conhecimento pertencentes à organização.

A geração do conhecimento e a capacidade de criação de condições para a sua aplicação são desafios para as organizações. Esses atributos são importantes para propiciar à organização a capacidade de adaptação do seu capital humano, seja individualmente ou de forma coletiva, diante das mudanças no ambiente. Dessa forma, as organizações podem alcançar resultados mais profícuos e a ampliação de suas vantagens competitivas (DALKIR, 2005; CAVALCANTI; GOMES; PEREIRA, 2001).

Para Nonaka e Takeuchi (1997) existem dois tipos de conhecimento: o conhecimento “explícito”, que pode ser expresso em palavras e números, e ser facilmente comunicado e compartilhado; e o conhecimento “tácito”, o qual dificulta sua transmissão e compartilhamento, pois está profundamente enraizado em emoções, valores ou ideias.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento tácito contém uma importante dimensão cognitiva, consistindo-se em esquemas, modelos mentais, crenças e percepções tão arraigados que os tomamos como certos. A dimensão cognitiva do conhecimento tácito reflete nossa imagem da realidade – o que é – e nossa visão do futuro – o que deveria ser -.

No caso da formação do eletricitista pela UniverCemig, o conhecimento tácito tem fundamental relevância para o processo de aprendizagem desejado. Ele está implícito na concepção dos cursos pelos instrutores e pelo estabelecimento do processo de ensino, compartilhamento, transferência, interação e uso de conhecimento tácito acumulado na UniverCemig que recria seu meio, seu aprendizado de campo, codificando-o. A adaptação das tecnologias à didática de ensino desenvolve novos saberes.

## 4. A escolha de um modelo adaptativo de aprendizagem

Na análise de diversos modelos estudados de aprendizagem adaptativa ou interativa, optou-se – para atender o objetivo de formação e certificação de eletricitas pela UniverCemig – pela composição de um modelo baseado na *Adaptative Learning-AL* com o *Learning Analytics* – LA, formando o conceito híbrido do ALA. Buscou-se pelo processo de aprendizagem, potencializar o atendimento das necessidades do aprendiz pelo sistema de adaptação de atividades, recursos, materiais didáticos e do tempo necessário ao processo de transformação do conhecimento de tácito a explícito e de explícito à tácito. Assim o ALA baseia-se em modelos interativos, mas reforça a importância da *Adaptative Learning* ou Aprendizagem adaptativa integrada ao *Learning Analytics*, para escalonar o progresso dos alunos ao longo do tempo e possibilitar assim à UniverCemig tomar decisões bem informadas sobre o nível dos cursos e módulos de formação e certificação do eletricitista.

Aliada ao *Learning Analytics*, a *Adaptative Learning-AL* tem desenvolvido a potencialidade do capital humano, pelo conjunto de dados apropriados do sistema e analisados que proporcionam, cada vez mais, interações entre alunos, tutores e o sistema de aprendizagem (TYTON PARTNERS, 2015, p. 7).

As análises dos dados extraídos pela plataforma do ALA-UniverCemig beneficiam uma série de partes interessadas, além de aprendizes e instrutores, alcançando os órgãos de governança, pesquisadores e os stakeholders da instituição. O modelo de aprendizagem adaptativa ALA é mais adequado para ocorrer em ambientes híbridos de aprendizagem on-line, onde as atividades do aluno podem ser monitoradas por aplicativos de software e pela plataforma de aprendizagem que é retroalimentada pelos próprios alunos e seus instrutores.

## 5. Adaptive Learning

Os processos de ensino-aprendizagem têm sido potencializados por tecnologias que corroboram princípios andragógicos tais como centralidade no aluno e suas particularidades, resolução de problemas, experimentações próximas da realidade, ou inseridas na própria realidade – respectivamente realidade virtual e realidade aumentada – feedbacks acerca da evolução da aprendizagem, compartilhamento de experiências e interações diversas. Ao lado disso, sua utilização, igualmente, favorece ao esclarecimento de questões cruciais que adultos se fazem ao se submeter a treinamentos: Qual é a utilidade do que vou aprender? Onde e quando vou aplicar? Dessa forma, uma vez que o aluno adulto é o protagonista desse processo, metodologias e técnicas de ensino, mediadas por sistemas, devem ser capazes de levá-lo a

uma expressiva experiência de aprendizagem que incrementa seu desempenho e gere bons resultados.

Nesse sentido, um modelo interativo de aprendizagem que tem se revelado flexível e capaz de incorporar uma multiplicidade de recursos didáticos é o *Adaptive Learning* ou Aprendizagem Adaptativa. O sistema é chamado de adaptativo, porque na medida em que interage com o estudante, promove adaptações dos materiais, questões e desafios as suas necessidades. Para tanto, o sistema qualifica o nível de proficiência do aluno, a partir de lacunas identificadas através de erros e acertos e define conteúdos que ainda deverão ser dominados, criando uma trilha de aprendizagem, disponibilizando materiais no seu próprio ritmo e nas áreas que mais necessita de forma a otimizar a aprendizagem.

*Um sistema é dito adaptativo (adaptatividade) se é capaz de modificar suas características automaticamente de acordo com as necessidades do usuário. Modificações na apresentação da interface ou no comportamento do sistema dependem da maneira que o usuário interage com o mesmo. Desta forma, o sistema é quem inicia e executa as modificações apropriadas para o usuário (LIMA, 2007, p. 17 apud TEIXEIRA, 2015).*

*Adaptive Learning* são, portanto, plataformas adaptativas inteligentes – tutores inteligentes capazes de reconhecer e acompanhar cada aluno adulto em seu percurso de aprendizagem.

*[...] enquanto o aluno aprende o conteúdo, o tutor(inteligente) aprende sobre o aluno levantando diversas informações sobre o mesmo, como, por exemplo, facilidades que ele apresenta sobre determinado assunto e dificuldades apresentadas quanto a outros. Com este aprendizado, ele pode prover um acompanhamento mais individualizado, apresentando explicações e exercícios mais bem relacionados às habilidades que o aluno não se sente tão seguro ou possui maiores dificuldades (SILVA CUNHA et al., 2015).*

Plataformas adaptativas funcionam como sistema tutor inteligente, isso equivale dizer que “é um ambiente computacional de aprendizagem que possui modelos de conteúdo instrucional que especificam o “que” ensinar e estratégias de ensino que especificam “como” ensinar (WOOLF, B. P. 2009 apud SILVA et al., 2015).

Diferentes recursos podem ser acoplados às plataformas adaptativas, dentre eles elementos de gamificação, vídeos, textos, áudios e imagens, problemas, projetos, mapeamento de performance e acompanhamento em tempo

real do progresso do aluno por conteúdo. Ainda, pode fornecer mini certificados ou premiações para níveis específicos que irão compor um dossiê de competências mais amplo da vida do aprendiz.

A plataforma constrói um conjunto de instrumentos que irão se ajustar a cada usuário, tornando-se mais do que um dispositivo de “análise e intervenção”, pois na medida em que disponibiliza dados ao aluno também destina informações relevantes e relatórios, individuais e de grupo, com recomendações aos docentes, transformando-se, assim, em valioso assistente. O sistema libera o professor para outras atividades mais próximas de uma mentoria, como a de promover discussões, reflexões, conexões, ampliando a compreensão, auxiliando nas sínteses. Fica a cargo do professor/instrutor coisas mais complexas e nobres que um *software* não pode fazer.

*[...] parte da orientação será via sistema (plataformas adaptativas com roteiros semiestruturados, que respondem as questões mais previsíveis) e a principal será feita por professores especialistas, que orientarão os alunos nas questões mais difíceis e profundas (MORAN, 2017)*

Cabe ainda ao professor desenhar o percurso de aprendizagem, mais que dar uma boa aula, ele é o mentor que orienta o aprendizado e que também intervém para “reorientar a prática pedagógica de acordo com necessidades reais dos alunos (MORAN, 2017).”

Nessa perspectiva, recursos, tempo e energia não serão mais dispendidos para que o aluno aprenda conteúdos que já domina ou aqueles que não serão utilizados no curto prazo. Diferentemente, cada aluno terá seu plano de desenvolvimento articulado com suas reais necessidades.

Outra questão relevante em relação à alocação de recursos é que gestores de treinamento com o uso de plataformas adaptativas poderão fazer uma administração mais racional, permitindo saber o que treinar, quem treinar, como será, e em quanto tempo cada aluno fará o treinamento.

Por permitir a utilização de diferentes recursos, a *Adaptive Learning* torna-se uma opção estratégica no processo ensino-aprendizagem, dando maior significado à função treinamento e, sobretudo, à função professor, na medida em que organiza sua prática sobrando mais tempo para se dedicar ao que ele sabe fazer melhor. E em relação ao aluno, a *Adaptive Learning* ainda irá contribuir para o aceleração da sua curva de aprendizagem, ou seja, otimizará o tempo gasto para o domínio de um conhecimento específico.

As plataformas de aprendizagem adaptativa trazem consigo as mais variadas possibilidades de interação. A opção em trabalhar com elas deve ser feita a partir de uma grande sensibilização e valorização da atividade do instrutor.

Como ressaltado, o professor/instrutor será demandado a exercer atividades mais nobres da sua função, a de mentor, orientador.

## 6. A combinação do *Adaptive Learning* e o *Learning Analytics* – ALA

Considerando as principais dimensões de aprendizagem ressaltadas acima, observa-se que as aplicações analíticas em aprendizagem adaptativa são eficazes por estabelecerem os níveis, o tempo, as dificuldades, o que auxilia os instrutores a adaptarem os processos que conduzem a uma maior autonomia e a processos colaborativos entre os alunos.

Mavroudi *et al.* (2016) analisaram 485 artigos sobre estudos adaptativos de aprendizagem ou de aprendizagem interativa e concluíram que a adoção de um só modelo acaba por concentrar “em medidas estreitas de aprendizagem”, quando só o desempenho do aluno é medido e não a sua autonomia de estudo.

Os autores perceberam um grande potencial a partir da sinergia do *Adaptive Learning*-AL e o *Learning Analytics* – LA, quando se estabelece o *Adaptive Learning Analytics* (ALA). A junção ajuda os alunos a superar erros e a participarem das aulas com maior motivação pelo aspecto do atendimento individualizado, possibilitado pela análise do uso da plataforma de aprendizagem (VANDEWAETERE *et al.*, 2011).

Enquanto modelos de aprendizagem adotam uma abordagem “bottom-up”, o ALA adota uma abordagem “top-down”, pois se preocupa em questionar “o que será adaptado?” e “como que será adaptado?” A adaptação é feita primeiramente no sistema, que considera as quatro dimensões que devem interagir (**o que, quem, porque e como**) e posteriormente é realizada pelos agentes humanos, geralmente o instrutor ou o aluno em uma verdadeira espiral de adaptação do conhecimento.

A dimensão “**o que**” pensa o contexto em que a ALA é gerenciada ou usada. Refere-se aos conteúdos, às ferramentas de tecnologia escolhidas, o contexto e sua especificidade educacional, e observa as restrições, casos existentes. Liga-se à memorização, avisa se o aluno está presente no fórum, liga o conteúdo virtual à experiência real já vivenciada, com estratégias de ensino ligadas aos conteúdos que serão avaliados.

A dimensão “**quem**” parte da questão: para quem é direcionada a metodologia ALA? Os principais participantes são os estudantes/treinantes/aprendizes e instrutores/tutores, que devem ser diretamente beneficiados. Mas responder ao “quem” refere-se ainda a pensar que o resultado da aprendizagem também interessa aos stakeholders, de onde parte a necessidade de aperfeiçoar

o sistema de aprendizagem, inová-lo para a obtenção de resultados como: reduzir o tempo da aprendizagem sem perda de conteúdo, diminuir custos e aperfeiçoar o sistema de certificação de eletricitistas, no caso da UniverCemig.

A dimensão “**por quê**” empregar o ALA fornece previsões do progresso individual dos alunos, possível pelo *learning analytics*, e ajuda aos instrutores, professores ou tutores a tomar decisões subsidiadas por informações tais como: falhas de desempenho, incompreensões, feedback do tempo de aprendizagem, monitoramento das discussões on-line dos alunos e os indicadores se o ambiente está sendo colaborativo em cenários pré-determinados.

A dimensão “**como**” irá aferir como o sistema virtual de aprendizagem será adaptado ao sistema já utilizado. Nesta dimensão são definidas as atividades possibilitadas pela plataforma de aprendizagem que sustentará cada elemento da dimensão de conteúdos e as interfaces com os games e a realidade virtual, conforme proposto pela pesquisa do projeto P&D D0595.

Usar os parâmetros possíveis das análises do *Learning Analytics* facilita o processo de adaptabilidade de alunos, instrutores, conteúdos e o suporte ferramental tecnológico para atender, de forma mais precisa, as especificidades de aspectos individualizados de aprendizagem, difíceis de serem percebidos e observados nos métodos transmissivos tradicionais.

A UniverCemig busca um modelo que facilite em tempo e custo o sistema de aprendizagem do eletricitista, conduzindo os alunos à aceleração do processo de certificação por módulos ou formação completa, conforme a necessidade institucional.

A opção pelo modelo ALA, como um subconjunto da *Adaptive Learning*, é justificada pelos recursos e os processos de aprendizagem em um ambiente de aprendizagem virtual adaptável aos usuários – alunos e instrutores – onde o *Learning Analytics* auxilia no rastreamento do progresso dos alunos ao longo do tempo e possibilita, às partes interessadas, tomar decisões bem informadas, e baseadas em evidências, sobre o sistema de aprendizagem (MAVROUDI *et al.*, 2016). Assim ajudam os alunos a superar os erros e a participarem das aulas com maior motivação, diminuindo a curva de aprendizagem, pelo aspecto do atendimento individualizado possibilitado pela análise do uso da plataforma de aprendizagem (VANDEWAETERE *et al.*, 2011).

O modelo híbrido *Adaptive Learning* e *Learning Analytics*-ALA além de representar economia de tempo e de recursos através da análise de dados, tem as decisões e os planejamentos facilitados. Inicia-se por coletar dados atualizados dos processos de interação dos aprendizes com a plataforma e, ainda, adequa-se a itens pontuais. O modelo é uma combinação tecnológica a serviço da organização de sistemas de aprendizagem, e por ser híbrido com o sistema tradicional de formação, o professor/tutor pode levar para as aulas



presenciais as dúvidas mais evidenciadas e encurtar o tempo das explicações de melhor alcance de resultados positivos.

A plataforma de aprendizagem concebida no âmbito dos cursos de formação de eletricitistas na UniverCemig baseou-se em uma metodologia aderente à abordagem proposta pelo modelo ALA, possibilitando a melhoria contínua do processo de aprendizagem e a customização da disponibilização de conteúdo (cursos, módulos, recursos multimídia etc.) mais direcionada às necessidades correntes de cada participante. Nesse sentido, a coleta e o processamento dos dados de aprendizado dos participantes (comportamentos e ações durante o consumo de informações e conteúdo multimídia, e durante as avaliações realizadas) figura entre as principais metas do desenvolvimento dessa plataforma.

De forma resumida, para atendimento às necessidades vislumbradas pela metodologia prevista, a plataforma inclui, entre outros, os requisitos de:

- Controle de Acesso (por perfil de usuário e contexto);
- Cadastro de informações do aluno;
- Gestão do cadastro de cursos/treinamentos (incluindo os módulos componentes dos mesmos);
- Gestão de conteúdo (cadastro do conteúdo a ser consumido, com possibilidade de parametrização – níveis de dificuldade, contextos, competências a serem adquiridas etc – que permitam a seleção do conteúdo para os alunos com base no nível de conhecimento corrente do mesmo);
- Gestão de avaliações;
- Gestão de turmas para possibilitar um melhor gerenciamento do curso e dos envolvidos, além de facilitar a análise dos dados coletados;
- Avaliação e diagnóstico do nível de conhecimento do aluno possibilitando a sua certificação ou direcionamento para cursos e módulos específicos para complementar sua formação;
- Disponibilização de conteúdo de forma individualizada (conteúdo é disponibilizado de acordo com as necessidades de aprendizado do aluno);
- Disponibilização de testes preparatórios, similares aos aplicados nas provas teóricas para que o aluno avalie seu conhecimento continuamente, de forma paralela com os módulos dos cursos dos quais está participando;
- Aquisição de dados sobre a realização dos cursos e avaliações na plataforma, para alimentar a base de dados a ser utilizada para as análises de aprendizado (*Learning Analytics*) e adaptação/melhoria contínua dos processos e conteúdo;

- Suporte à análise de dados do aprendizado dos alunos (*Learning Analytics*) através da geração de relatórios;
- Controle do processo de certificação, suportando o fluxo de forma automatizada e guiando os participantes até a conclusão (certificação parcial ou total conforme opção da UniverCemig).

## 7. Sistemas de Aprendizagem Adaptativa e Personalização da Aprendizagem

O *Learning Analytics* começou a aparecer como uma disciplina em torno de 2010 (FERGUSON, 2012 *apud* SCLATER *et al.*, 2016). O campo do *Learning Analytics* é interdisciplinar e influenciado por uma ampla gama de disciplinas, incluindo educação, psicologia, filosofia, sociologia, linguística, ciências da aprendizagem, estatística, inteligência e informática, aprendizado de máquina e ciência artificial. Mas as disciplinas dominantes são a informática e educação, segundo Dawson *et al.* (2014). Os primeiros estudos sugerindo melhorar a performance dos sistemas de aprendizagem pela necessidade do aporte tecnológico são de Biklen e Bogdan (2004, 1994).

A *Society for Learning Analytics Research* (SoLAR) foi formada nesse intuito e adotou provavelmente a mais citada definição de *Learning Analytics*: *Learning Analytics* é o reforço dos aspectos essenciais da aprendizagem.

Para Sclater *et al.* (2016) a aprendizagem é adaptada de forma personalizada através da análise de dados provenientes do *Learning Analytics*. Essa tecnologia tem sido desenvolvida em três etapas: o primeiro estágio descreve simplesmente os resultados, o segundo estágio elabora o diagnóstico e o terceiro estágio, e de avanço atual, é o de prever o que vai acontecer no futuro a partir do sistema de aprendizagem trabalhado. Assim, associado à *Adaptive Learning*, o *Learning Analytics* promove uma análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças:

**Forças** – Quando inclui grandes volumes de dados educacionais e a capacidade de usar “algoritmos poderosos e preexistentes”, a disponibilidade de visualizações para tutores e estudantes, usando modelo preciso de adaptação e personalização da aprendizagem, podendo conduzir à insights crescentes em estratégias de uso do sistema de aprendizagem e, no caso da UniverCemig, ampliando com segurança, o número de certificações de formação de eletricitistas.

**Fraquezas** – Acontece quando os dados potenciais são mal interpretados, faltando coerência na definição de prioridades de conteúdos, necessidades de aprofundamento dos mesmos e falta de resultados significativos pela baixa apropriação do sistema por complexidade ou sobrecarga de informações.

**Oportunidades** – vincular os dados abertos para ajudar a aumentar a compatibilidade entre sistemas, melhorar a autorreflexão, autoconsciência e aprendizagem através sistemas inteligentes, para o aluno e instrutores. A contínua alimentação da análise de aprendizado e resultados para outros sistemas vinculados ajuda na tomada de decisão.

**Ameaças** – quando não se cuida das questões éticas e de privacidade de dados, falta de consciência de “achados contraditórios” e quando os dados analisados não permitem a generalização dos resultados (SCLATER et al., 2016, p. 15-16).

As ferramentas educacionais contemporâneas são agora capazes de aprender como as pessoas aprendem. As tecnologias de aprendizagem adaptativa apoiadas pelo *Learning Analytics* podem destacar e indicar ações a partir dos dados de cada aluno, em tempo real.

Os movimentos captados do treinamento tradicional são simulados e o aluno treina, de forma lúdica, individualmente, tendo a clareza do acerto/erro sem exigir o monitoramento *full time* do instrutor/ professor e totalmente próximo ao cenário real de atuação. O aluno é o protagonista e o sistema otimiza a aprendizagem ao qualificar o nível de proficiência do aluno, pela identificação de acertos e erros, e especificação de conteúdos que já estão e ainda deverão ser dominados (HERNÁNDEZ; RAMÍREZ, 2019; SCOTT, 2015).

Os alunos continuarão com os cursos presenciais, mas complementam o aprendizado e a prática auxiliados por um sistema de treinamento inteligente. O sistema de treinamento inteligente integra sistemas de realidade virtual que permitem ter uma representação real do ambiente de atuação profissional dos eletricitistas. A realidade virtual é a representação eletrônica (parcial ou completa) de um ambiente real ou fictício. Como nos modelos de trainee, que já usam a adaptação constante de aprendizagens, o modelo permite treinamento adaptativo em um sistema de tutoria inteligente que considera os estágios de evolução da aprendizagem, individualmente, em constante avaliação (HERNÁNDEZ; RAMÍREZ, 2019).

Os cenários de treinamento são apresentados como ambientes virtuais, permitindo uma prática valiosa antes de ir para instalações elétricas reais, e a aprendizagem é facilitada pela simulação. O ALA integra a realidade virtual aos sistemas de tutoria inteligente da plataforma, no uso e feedback promovido pelo *Learning Analytics*.

Seghroucheni *et al.* (2014) consideram como ponto central da aprendizagem adaptativa o protagonismo do aprendiz em sua própria aprendizagem, não de forma isolada e enquadrada no momento formal do treinamento, mas considerando suas experiências anteriores, sua vivência tácita de conhecimentos. Para os autores, é pela gestão da aprendizagem de forma inteligente e

individualizada que o modelo de aprendizagem adaptativa combina sistemas tradicionais e virtuais de ensino sustentado pelo pressuposto de que cada estudante tem características peculiares e que em um mesmo curso podem gerar dados diversificados e orientadores para o sistema de formação proposto.

Os Sistemas de Aprendizagem Adaptativa atuam como um repositório de informação que, dependendo do formato configurado, possibilitam acompanhar o progresso, analisar os estilos, observar o nível de competência, avaliar performance e até mesmo propor o melhor percurso da aprendizagem (DAS; PAL, 2011). O sistema reconhece características individuais no momento em que ocorrem as atividades virtuais e fornece informações para a aprendizagem e pode também propor conteúdos pela gestão inteligente da aprendizagem. Seghroucheni *et al.* (2014) destacam que a adaptação, utilizando esses sistemas de aprendizagem adaptativa, é realizada considerando os padrões a serem alcançados e os objetos essenciais de aprendizagem. O diálogo entre os construtores da plataforma e os instrutores/tutores é essencial e vai justificar a adaptabilidade e a granularidade do processo.

A granularidade alta ou baixa é vista como uma característica fundamental para alcançar a adaptabilidade e a individualização necessária da aprendizagem e da avaliação nos cursos da UniverCemig. Como o sistema de treinamento do eletricitista é dividido em módulos que podem ser certificados em partes ou em sua totalidade, o ALA pode ser utilizado como apoio às aulas presenciais ou atuar também como recurso de apoio aos alunos com dificuldades de aprendizagem, com o intuito de subsidiar nas limitações e em todos os pré-requisitos para a conclusão de módulos.

Scott (2015) sugere que em sistemas de aprendizagem adaptativa três aspectos precisam ser considerados por construtores da plataforma e professores: **motivação** para um novo modelo de aprendizagem, **especificidades ou categorias** de processos, domínio técnico, segurança, agilidade, interpretação, necessárias para os alunos terem uma aprendizagem mais eficaz e a **pedagogia adequada** para estimular essas capacidades e as formas de avaliar. A proposta do P&D D0595 demonstrou esta motivação na proposta de um novo modelo, estabeleceu nível de especificidades, como o conteúdo, em concordância entre os elaboradores do projeto e o sistema educacional já estabelecido na UniverCemig, e a andragogia tornou-se necessária e suporte para o sucesso da formação individualizada de aprendizes adultos.

O sistema é conjugado com pontuações para classificar a capacidade de aprendizagem e conhecimento trazidos pelos alunos. Deve ainda indicar a diferença entre as capacidades de aprendizagem e o estilo de aprendizagem do aluno em relação a tempo, cognição, habilidade, características físicas (destro ou canhoto) com o nível de dificuldade e a capacidade de apresentação

do conteúdo avaliado. Todos os dados são remetidos à plataforma para o trabalho de análise.

As aplicações analíticas em aprendizagem adaptativa são eficazes por estabelecerem diferentes níveis de influência do processo de aprendizagem, o que auxilia os instrutores a adaptarem os processos que conduzam a uma maior autonomia e a processos colaborativos entre os alunos. O *Learning Analytics* auxilia no rastreamento do progresso dos alunos ao longo do tempo e possibilita a tomada de decisão baseada em claras evidências (MAVROUDI *et al.*, 2016).

## 8. Experiências de sucesso com a aprendizagem adaptativa

As inovações tecnológicas têm impactado enormemente o sistema educacional de sucesso em países como Taiwan, China, Coreia, Singapura, países Nórdicos da Europa, Austrália e Estados Unidos. Mas o sucesso e desempenho dos alunos desses países, conforme o PISA 2015 publicado em 2016 pela OECD (2018), demonstram que a tecnologia não é algo pronto, mas a ser adaptável e construída de forma mediada com a triangulação constante dos desenvolvedores das plataformas, instrutores e os alunos. Ao término de cada atividade de suporte virtual, os alunos devem ter acesso ao relatório do seu desempenho para que se sintam engajados no processo de aprender e os instrutores no de ensinar. Isso é particularmente importante quando se lida com adultos aprendizes, portanto, carentes de participação no seu processo de desenvolvimento e automotivados para aprender aquilo que possa fazer diferença prática na sua vida pessoal e profissional.

O Horizon Report (2016) cita o ranking mundial do PISA e destaca cinco aspectos necessários às mudanças em sistemas e modelos de aprendizagem: (i) melhorar as qualificações acadêmicas, (ii) cultivar nos estudantes a vontade de se engajarem em sistemas inovadores, (iii) aprimorar a pesquisa e desenvolvimento, (iv) herdar e assimilar a cultura, (v) incentivar a transferência tecnológica.

A TYTON Partners (2015) descreve o aprendizado adaptativo como uma “sofisticada abordagem não linear de instrução e mediação, orientada por dados”. A TYTON Partners destaca os casos de instituições que se adaptam às interações do aluno demonstrando níveis de desempenho e, posteriormente, antecipando os tipos de conteúdo e recursos mais necessários aos alunos e suas especificidades. Nesse sentido, ferramentas educacionais contemporâneas são agora capazes de aprender como as pessoas aprendem por se tratarem de tecnologias capazes de adaptar cada aluno ao sistema e a sua própria aprendizagem, em tempo real.

Em Taiwan, a Universidade Yuan Ze foi a primeira instituição acadêmica no país a estudar o *Learning Analytics* ligado ao *Adaptive Learning* e sua aplicação ao ensino. Os focos de sua pesquisa incluem um sistema de análise virtual para ajudar os alunos a se engajarem na sua progressão através de competências elencadas como essenciais e também fornecer aos educadores e gestores a previsão do possível abandono. Em pesquisa de campo realizada pela McGraw-Hill Education pela Hanover Research, as tecnologias de aprendizagem adaptativa são relatadas por 75% dos alunos como sendo muito úteis ou extremamente úteis para ajudar em sua capacidade de reter novos conceitos e 68% dos alunos relataram ser mais útil para torná-los melhores e cientes de novos conceitos. O relatório conclui que a *Adaptive Learning*, relacionada à tecnologia de do *Learning Analytics*, oferece o potencial para promover uma aprendizagem mais personalizada aos estudantes, proporcionando insights-chave, geradores de eficácia ao processo de instrução pela adaptação ao sistema de avaliação personalizado (HORIZON REPORT, 2016).

## **9. Learning Analytics e sistema de avaliação na Aprendizagem Adaptativa**

O *Learning Analytics* possibilita um sistema de avaliações que visa o aumento da qualidade do ensino virtual. Por meio de uma tecnologia de análise de dados, o sistema traça os perfis individualizados de comportamento dos alunos online e possibilita ações corretivas que proporcionam um melhor processo de aprendizado, o aumento do desempenho e a redução da evasão acadêmica. A reorientação do processo de aprendizagem tem redefinido as políticas educacionais de países ocidentais e orientais enfatizando o desenvolvimento do capital humano e a expansão dos sistemas de aprendizagem pela orientação dos dados coletados pelo *Learning Analytics* (ROBERTS-MAHONEY *et al.*, 2016). Ao gerar a personalização do aluno no ensino, aumenta a qualidade da aprendizagem e influencia no processo decisório de tutores, coordenadores e gestores de cursos. Assim, fortalece também a relação entre o aluno e a instituição de ensino.

Empresas também estão optando pelos sistemas adaptativos de capacitação combinados ao *Learning Analytics*. O próprio funcionário controla sua aprendizagem ao mesmo tempo que avalia sua performance.

O ser humano avalia e reavalia todas as áreas de sua vida constantemente. É assim que evita erros ou sua repetição, toma decisões importantes de maneira mais racional e otimiza o seu tempo. Este tempo pode ser encurtado pela tecnologia do *Learning Analytics* que apresenta um scanner completo do trabalho realizado nos ambientes digitais: coleta, analisa e distribui os

dados de cada aluno. A interpretação desses dados permite que o gestor da instituição, os tutores, professores e coordenadores de ensino possam observar quais conteúdos geram o maior número de interações e identificar as áreas de maior facilidade e dificuldade de cada aluno. O aluno passa a interagir com os conteúdos e, até mesmo, com outros alunos e professores (SOLAR, 2019; MARTIN; NDOYE, 2016).

Através do *Learning Analytics* é possível desenvolver uma alternativa educacional customizada, privilegiando os pontos fortes de cada um e reforçando os conteúdos onde o aluno demonstra fragilidade, alcançando uma formação mais uniforme e completa no final do curso. Além disso, a personalização do ensino favorece o bom relacionamento entre instituição e acadêmicos, aumentando a satisfação e humanizando este processo educacional intermediado pelas máquinas.

No sistema de avaliação, a partir do *Learning Analytics*, a análise gerada é usada para aprimorar o envolvimento e o desempenho do aluno e os instrutores obtêm, com clareza, dados mais significativos e norteadores dos pontos fortes e fracos. A aprendizagem virtual combinada – “*blended*” – com o sistema tradicional tornou-se predominante para a evolução dos sistemas de aprendizagem (ALLEN; SEAMAN, 2013). A avaliação passa a ser centrada no aprendiz. A avaliação é o resultado das lentes da análise de aprendizagem adaptada e analisada em círculo contínuo. Para a SoLAR (*Society for Learning Analytics Research*) a análise de aprendizagem trata da “medição, coleta, análise e relato de dados sobre aprendizes e seus contextos, com o objetivo de entender e otimizar o aprendizado e os ambientes em que ele ocorre” (SoLAR, 2019).

Avaliações centradas no aluno mudam o desempenho demonstrado no resultado das notas e dos dados oriundos das avaliações. Indicam evolução positiva no futuro da aprendizagem, pela identificação de problemas analisados em tempo real quando são identificados os pontos significativos e os gargalos. Análises feitas pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos demonstraram que alunos com conceitos abaixo de C, para reforçarem a aprendizagem tradicional através de estudos virtuais, usaram 40% menos o sistema virtual, que os alunos que tiveram conceitos A, B ou C (MARTIN; NDOYE, 2016).

A *Learning Analytics and Assessment Gordon Commission* (2013) faz interessante diferenciação entre modelos de avaliação. O sistema de avaliação do ensino tradicional visa estabelecer um resultado, uma prestação de contas que aprova ou desaprova o aluno ao final. Já nos sistemas de avaliação de aprendizagem adaptativa a avaliação estabelece um diagnóstico e propicia uma intervenção: o aprendiz retorna a um conteúdo que tem dúvidas, antes de avançar, por exemplo. Ao primeiro sistema, a *Gordon Commission* definiu como avaliação somativa, quando a aprendizagem é avaliada sempre ao final

de etapas ou períodos de tempo, enquanto no sistema de aprendizagem adaptativa, a avaliação é formativa, pois ajusta o aprendizado pelo fornecimento de feedbacks no momento que o aluno está aprendendo, até que ele alcance o grau pretendido, em escalas de aceitabilidade do resultado apresentado. Mas um formato de avaliação não exclui o outro, são avaliações da e para a aprendizagem (EMANUEL; ROBINSON; KORCZAK, 2013). “O termo avaliação é usado para captar avaliação formativa (atividade) e avaliações somativas” (MARTIN; NDOYE, 2016, p. 3).

A avaliação formativa muda as práticas de ensino e treinamento para o alcance de maior eficácia, pois é baseada em feedbacks visando melhorar o desempenho do aluno pela individualização do atendimento de mensuração do sistema. Tutores e professores não só supervisionam, mas interferem criando adaptações e ajustes nos conteúdos e na atenção dada aos alunos de forma mais imediata (MARTIN; NDOYE, 2016).

No âmbito da educação, dentro de uma visão mais tradicional, o termo avaliar se refere a medir a quantidade de conhecimentos que o aluno fixou como o resultado das aulas expositivas – com muita teoria e exercícios – dadas pelo professor. O professor é o centro do processo ensino-aprendizagem, é ele que decide o que os alunos devem aprender e é o único que detém o conhecimento. O aluno não tem muito espaço para questionar ou criar. E a avaliação é usada como instrumento de controle, de medida, de comparação e de classificação.

Numa concepção mais atual da pedagogia/andragogia, o aluno é visto como sujeito e ele está no centro de todo o processo. É capaz de se auto motivar, tem indagações legítimas. A aprendizagem se dá nas trocas estimuladas entre o professor – visto como mediador – e os alunos, cuja vivência é incluída na esfera educacional. Além de instrumento de aferição, tem caráter de diagnóstico, de promoção de oportunidades de desenvolvimento e de autonomia do aluno, uma mediadora da aprendizagem num processo sucessivo de “ação-reflexão-ação em relação à prática pedagógica” (FREITAS *et al.*, 2014), transformando-se em poderoso instrumento.

A avaliação, como finalizadora de um processo, possibilita certificar competências e/ou inicia procedimentos diversos de intervenções e redirecionamentos, numa melhoria contínua para todos os stakeholders envolvidos: professor, aluno, instituição e seus colaboradores (BARRETO, 2015).

A função avaliação, com a adoção de recursos tecnológicos, vem mudando sobremaneira, trazendo ludicidade ao processo com a inserção da gamificação, realidade virtual, realidade aumentada. A UniverCemig ao implementar o projeto P&D D0595, mais especificamente, no domínio do conhecimento técnico **ASTA – Abrir; Sinalizar; Testar e Aterrorar** usa a realidade



virtual ligada ao *Learning Analytics* com a finalidade de certificar (avaliação diagnóstica) e treinar, desenvolvendo competências e habilidades técnicas a expandir aos mais diversos sistemas de capacitação internos da Cemig.

## 10. Considerações finais

O conhecimento tácito a ser codificado na formação de um eletricista e os perigos envolvidos no seu treinamento – redes energizadas, altura – acaba por consumir horas de instrução tradicional em salas de aula e treinos de campo, necessários a tornarem os eletricistas qualificados. Além do mais, certificar as competências desenvolvidas exige sistemas de avaliação que nem sempre permitem agregar especificidades e a individualidade de cada aprendiz.

A proposta do projeto D0595-Desenvolvimento de Conhecimento Tácito e Alternância Pedagógica na Formação de Profissionais para atuação no Setor Elétrico – foi a de complementar o treinamento tradicional com um sistema de treinamento inteligente em alternância pedagógica através de um modelo de aprendizagem adaptada. Esse modelo permite a aprendizagem adaptativa onde os dados do aluno são representados em relação a acertos, erros, dificuldades cognitivas e emocionais. O conhecimento adquirido pelo aluno é atualizado na plataforma à medida que ele interage com o sistema. As instruções e avaliações complementares são apresentadas em um ambiente de realidade virtual de forma a gerar empatia com o sistema e motivar os alunos a memorizar e assimilar os conhecimentos adquiridos em sala de aula e em campo, de forma controlada e segura já que é impossível para o instrutor observar todas as ações e movimentos do aluno, principalmente à distância quando este está em altura.

O poder do ALA e sua plataforma de suporte é aumentado à medida que os alunos são seguidos em uma série de cursos que cobrem um domínio particular e total de conhecimento ou uma série de conjuntos de habilidades relacionadas à formação de um eletricista. Um exemplo real, dado pela Tyton Partners (2015), são as pulseiras criadas pela Nike (Fitbit) que calculam as calorias consumidas e queimadas, a qualidade do sono, as distâncias percorridas e muitas outras métricas que, analisadas e respondidas ao usuário, trazem, no poder do feedback, uma ajuda real para alcance de diferentes objetivos. São tecnologias que comprovam o interesse crescente entre os consumidores em ferramentas que oferecem feedback de dados, norteando as etapas de alcance de metas de forma individualizada. Se relacionamos esse modelo, voltado para a saúde, aos sistemas de aprendizado, o poder de feedback contínuo e personalizado, extraído de soluções adaptativas de aprendizagem, tem potencial para ser também imediato e transformador. Pois esse exemplo

ilustra como uma plataforma de aprendizagem adaptativa pode ser usada por um instrutor para monitorar o progresso do aluno e assim personalizar seus ensinamentos para os seus alunos que atuam virtualmente com habilidades e velocidades variadas. Como também pode ser aplicável a diferentes formatos de capacitação na empresa.

Aliada ao *Learning Analytics*, a *Adaptive Learning*, formando o ALA, tornou-se o modelo de aprendizagem escolhido para a UniverCemig. Em diversos países, a incorporação do modelo nos planos de reconstrução de sistemas de aprendizagem de muitas instituições, têm garantido benefícios. Frequentemente superam os custos dos sistemas tradicionais em economia de tempo pela aceleração da curva de aprendizagem e trazendo maior engajamento dos aprendizes. Adaptar a prática física de ensinamentos de campo ao aprendizado e prática virtual torna-se uma importante ferramenta de auto-treinamento à distância, praticando qualquer tópico dos módulos de formação, a qualquer momento.

Os autores advertem que o modelo ALA não deve ser encarado como um método de automação do aprendizado, mas, acima de tudo, como um método de conscientização de níveis de aprendizagem e de metas a serem alcançadas, sobretudo as avaliativas.

A avaliação vista como processo impulsiona a relação de todos os envolvidos para outro patamar. Propõe uma nova visão dos atores sobre si mesmos e o outro, obrigando à conscientização da aprendizagem e, em consequência, acresce o nível de responsabilidade, todos podem aprender muito se conseguirem superar eventuais medos e vaidades.

Gutierrez (1994) *apud* Mariani (2006), ressalta que em avaliações não se avalia o conteúdo pelo conteúdo, mas o modo como a informação, os conceitos passam a acompanhar processos de reflexão, de crítica, de expressão.

O modelo de aprendizagem adaptativa simplifica a realidade, ajuda a dar sentido, na maior parte das situações de busca do conhecimento, ao nosso mundo físico pela simulação possível através de games e realidade virtual que torna a aprendizagem lúdica, interativa e estimulante.

## REFERÊNCIAS

AFFEROLAB. **Tecnologia A Favor da Aprendizagem Corporativa**. Disponível em: <http://conteudo.afferolab.com.br/revista-laboratorio-inovacao-tecnologia-na-educacao-corporativa>

ALLEN, I. E.; SEAMAN, J. **Changing the course**: Ten years of tracking online education in the United States. Babson Park, MA: Babson Survey Research Group and Quahog Research Group, 2013. Disponível em: <http://www.onlinelibrarysurvey.com/reports/changingcourse.pdf>. Acesso em: 23 junho 2019.

BARRETO, Bernadete R. **O que é avaliar**, 2015. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/user/6759543/>. Acesso maio 2019

BIKLEN, S.; BOGDAN, R. C. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, p. 134-301, 2004.

BOOCH, G. *et al.* **UML guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campos, 2000.

BRUSILOVSKY, P.; PEYLO, C. Adaptive and intelligent web-based educational systems. **International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)**, v. 13, p. 159-172, 2003.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

CRUZ, Kamila C. M. **Funções da avaliação escolar**. Disponível em: [https://www.pedagogia.com.br/artigos/funcoes\\_avaliacao/](https://www.pedagogia.com.br/artigos/funcoes_avaliacao/). Acesso em: maio 2019.

DAS, B. K.; PAL, S. A framework of Intelligent Tutorial System to incorporate adaptive learning and assess the relative performance of adaptive learning system over general classroom learning. **International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering**, 2011. v. 6, n. 1, p. 43-54.

DAVIES, C. H. J. Student engagement with simulations: a case study. **Computers&Education**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 271-282, nov. 2002. Disponível em: <https://de.acm.org/citation.cfm?id=635716>. Acesso em: 17 fevereiro 2019.

DAWSON, S.; GAŠEVIĆ, D.; SIEMENS, G.; JOKSIMOVIC, S. Current state and future trends: A citation network analysis of the learning Analytics field. *In*: 4<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING ANALYTICS

AND KNOWLEDGE, p. 231-240. ACM. 2014. **Proceedings** [...]. 2014. [dl.acm.org/citation.cfm?id=2567585](https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2567585).

DRUCKER, Peter. **Desafios gerenciais para o século XXI**: São Paulo: Pioneira, 1999.

GUNS, Bob. **A organização que aprende rápido**: Seja competitivo utilizando o aprendizado organizacional. São Paulo: Futura, 2005.

HERNÁNDEZ, Yasmín; RAMÍREZ, Miguel Pérez **Adaptive and Blended Learning for Electrical Operators Training – With Virtual Reality Systems**. Disponível em:

HR – HANOVER RESEARCH. **McGraw Hill Education and Hanover Investigate How Technology Affects Students’ Study Habits**, 2013. Disponível em: <https://www.hanoverresearch.com/insights-blog/mcgraw-hill-education/> Acesso em: 23 junho 2019.

[https://www.researchgate.net/publication/304020820\\_Adaptive\\_and\\_Blended\\_Learning\\_for\\_Electrical\\_Operators\\_Training\\_-\\_With\\_Virtual\\_Reality\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/304020820_Adaptive_and_Blended_Learning_for_Electrical_Operators_Training_-_With_Virtual_Reality_Systems). Acesso em: 20 maio 2019.

MARIANI, Virginia A. **O que Avaliar**: foco da avaliação da aprendizagem, 2006. Disponível em: [http://www.udemo.org.br/RevistaPP\\_02\\_11O-queAvaliar.htm](http://www.udemo.org.br/RevistaPP_02_11O-queAvaliar.htm)

MARTIN, Florence; NDOYE, Abdou. Using Learning Analytics to Assess Student Learning in Online Courses. **Journal of University Teaching; Learning Practice**, v. 13, n. 3, article 7, 2016. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1110545.pdf> Acesso em: 21 junho 2019.

MAVROUDI, Anna; GIANNAKOS, Michail; KROGSTIE, Jonh. Combining Adaptive Learning with Learning Analytics: Precedents and Directions. In: VERBERT, K. *et al.* (ed.). **Springer International Publishing Switzerland 2016**, p. 434-439, Sep. 2016.

MORAN, José. **Metodologias ativas e modelos híbridos na educação**. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias\\_Ativas.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2018/03/Metodologias_Ativas.pdf)

NMC, Horizon Report 2016: Higher Education Edition. Disponível em: <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2016-higher-education-edition/>. Acesso em: 08 junho 2019.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OECD. PISA-OECD's **Programme for International Student Assessment**. 2018. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/>. Acesso em: 10 junho 2019.

ROBERTS-MAHONEY, Heather; MEANS, Alexander J.; GARRISON, Mark J. Netflixing human capital development: personalized learning technology and the corporatization of K-12 education. **Journal of Education Policy**, v. 31, n. 4, 2016.

SCLATER, Niall; PEASGOOD, Alice. **Learning Analytics in Higher Education**: Niall Sclater Learning Innovation, London, April 2016. Disponível em: [https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-Analytics-in-he-v2\\_0.pdf](https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-Analytics-in-he-v2_0.pdf). Acesso em: 09 junho 2019.

SCOTT, C. L. The Futures of Learning 1: Why must learning content and methods change in the 21st century? **UNESCO, Education Research and Foresight**, Paris, ERF Working Papers Series, n. 13, 2015.

SEGHROUCHENI, Y. Z.; ACHHAB, M. A.; MOHAJIR, B. E. E. Revisiting the Didactic Triangle in the Case of an Adaptive Learning System. **International Journal of Engineering Pedagogy**, v. 4, n. 4, 2014.

SENGE, Peter. **A quinta disciplina**. São Paulo: Best Seller, 2000.

SILVA, Idovaldo Cunha *et al.* Um Sistema Tutor Inteligente para o Ensino no Domínio de Lógica de Programação. **NuevasIdeasen Informática Educativa TISE**, 2015. Disponível em: <http://www.Tise.cl/volumen11/TISE2015/489-491>

SoLAR – SOCIETY for LEARNING ANALYTICS RESEARCH. Disponível em: <https://solaresearch.org>. Acesso em: 20 junho 2019.

SONG, Jia. Creating world-class universities in China: strategies and impacts at a renowned research university. **Higher Education**, April 2018, v. 75, n. 4, p. 729-742. Disponível em: <http://www.sr.ithaka.org/wpcontent/>

mig/reports/SR\_Report\_Managing\_Change\_AS012015.pdf (PDF) Acesso em: 14 junho 2019.

STEWART, Thomas A. **A riqueza do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

TYTON, Partners. **Learning to Adapt**: Case for Accelerating Adaptive Learning in Higher Education, 2015. Disponível em: [http://tytonpartners.com/tyton-wp/wp-content/uploads/2015/01/Learning-to-Adapt\\_Case-for-Accelerating-AL-inHigherEd.pdf](http://tytonpartners.com/tyton-wp/wp-content/uploads/2015/01/Learning-to-Adapt_Case-for-Accelerating-AL-inHigherEd.pdf) Acesso em: 15 junho 2019.

VANDEWAETERE, Mieke; DESMET, Piet; CLAREBOUT, Geraldine. The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 118-130, jan. 2011.

WARDMAN, Kellie T. **Criando organizações que aprendem**. São Paulo: Futura, 2008.

PARTE II  
ARCABOUÇO CONCEITUAL





# REALIDADE VIRTUAL, AUMENTADA, MISTA E SIMULAÇÃO

*Fernando Hadad Zaidan  
Diovani Luiz Merlo  
Isadora Valle Sousa  
Diego Renner de Souza Viana*

---

## 1. Introdução

Este capítulo traz à tona um importante debate sobre a realidade virtual (RV), a realidade aumentada (RA), a realidade mista (RM) e a simulação – tecnologias tratadas em um mesmo contexto. Desde já é importante conhecer as diferenças entre essas tecnologias, já que, ao longo deste capítulo, aprofundaremos no estudo desses quatro pilares.

A RV é a mais conhecida dessas tecnologias, pois é a interface humana-computador para interação, a qual nos permite pensar que estamos em um ambiente ou um mundo diferente do mundo real. Usando um *headset*, sensores, luvas e câmeras é possível experimentar um ambiente de imagens e sons gerados por computador, no qual podemos manipular objetos e movê-los usando controladores táteis.

Segundo Jerald (2016), a RV é estar psicologicamente em um lugar diferente daquele que estamos fisicamente, e esse lugar pode ser uma réplica do mundo real ou mesmo um mundo totalmente imaginário, que nunca existiu nem existirá. O autor deixa claro que a imersão, além da extensão, correspondência, envolvimento, presença, vivacidade, interatividade e enredo, é um ponto importante na RV, uma vez que possibilita vivenciar um projeto, antes mesmo que este esteja concluído, além de caminhar, mover ou mudar os elementos da cena. Enfim, a imersão é uma característica da tecnologia, um estado psicológico e fisiológico do usuário, uma consciência do momento de estar imerso em um mundo virtual enquanto se tem uma amnésia temporária ou agnosia do mundo real.

Na RA, o mundo real central é mantido, todavia, este é aprimorado com detalhes digitais por meio da criação de camadas e novas percepções, que sobrepoem o mundo real com elementos digitais, promovendo uma interação virtual/real projetada em uma tela em duas dimensões.

Já a RM reúne o mundo real e elementos digitais. Na RM é possível interagir e manipular itens e ambientes físicos e virtuais por meio de tecnologias de sensoriamento e imagens de última geração. A RM permite que mergulhemos no mundo ao redor enquanto interagimos com o ambiente virtual usando as próprias mãos (sem remover o *headset*, claro). Essa tecnologia possibilita estarmos com um pé (ou mão) no mundo real e o outro em um lugar imaginário, quebrando paradigmas básicos entre o real e o imaginário. Essas experiências podem mudar a maneira que, atualmente, as pessoas jogam ou trabalham.

Vale acrescentar também como um entendimento importante no que tange à RM que a combinação das evoluções das tecnologias de RV e RA, de forma independente, são fundamentais para o reconhecimento e estabelecimento da RM. Assim, apesar da existência de uma área de sombra conceitual, não se deve assumir a RM como apenas uma evolução das tecnologias de RA, pois são tecnologias que se somam para permitir um aprimoramento e/ou expansão virtual da realidade de formas distintas, porém com um propósito único em relação a extrapolar a experiência do usuário (PANGILINAN; LUKAS; MOHAN, 2019; TOM DIECK; JUNG, 2019).

Finalmente, a simulação é o ambiente artificial (representado por um *software*), com regras que procuram simular (imitar) atividades práticas (reais ou fictícias) e seu ambiente. Das regras da simulação, dinâmicas próprias emergem, como pegar um objeto digital e, dependendo da ação, ter um retorno real, como um choque, por exemplo. Cabe dizer que qualquer jogo de computador é uma simulação.

Descrevendo agora a estrutura deste capítulo, ficará claro onde queremos chegar e qual o aprofundamento contemplado. Além desta introdução, onde foi revelado o objetivo do capítulo e os conceitos iniciais foram alinhados, a seção 2 mostra as definições funcionais e técnicas da RV, RM e simulação, além das percepções humanas e simulação de imersão em RV. A seção 3 identifica os métodos e técnicas para RV. As ferramentas, tecnologias e modelos disponibilizados para RV e RA são apresentados na seção 4. Não poderiam faltar as aplicações das tecnologias na indústria, assunto da seção 5, onde também é feita a apresentação dos primeiros registros de pesquisas na área. O que fecha o capítulo é ter uma visão de futuro e desafios para RV, RA, RM e simulação, bem como as considerações finais e as referências utilizadas.

## **2. Fundamentos da realidade virtual, mista e simulação**

Nesta seção serão apresentados as definições funcionais e técnicas dessas tecnologias.

## 2.1 Realidade virtual

O termo realidade virtual é constantemente citado pelos mais diversos meios de comunicação com o objetivo de descrever cenários imaginários existentes somente em computadores e em nossas mentes. Para um entendimento melhor do que é RV, vamos utilizar a definição que trata a realidade virtual como um ambiente gerado digitalmente por computador em que há a possibilidade de experimentar e interagir com esse ambiente passando a ideia de realidade. A experimentação e interação com a RV se dá por meio de experiências sensoriais, como imagens e sons emitidos por um computador, e é através de ações é que são determinados parcialmente os resultados gerados por esse meio (JERALD, 2016).

Para Jerald (2016), os requisitos funcionais de RV se referem a algo que o sistema faz ou que o usuário é permitido a fazer na utilização da RV. São geralmente compostos por um conjunto de entradas e saídas de comandos. Como exemplos de requisitos funcionais temos:

- Animações controladas por computador que irão desempenhar algum tipo de ação dependendo dos comandos enviados pelo usuário ao computador. Se o usuário enviar o comando andar na RV, a animação simula um caminhar para frente;

- Objetos marcados como possíveis de serem utilizados serão acionados se pressionado um botão de comando específico e então será permitida a movimentação do objeto virtual dentro de um campo limitado;

- Usuários terão que realizar comandos específicos para seguir um caminho predefinido a fim de avançar no ambiente virtual.

Em relação aos requisitos técnicos, Jerald (2016) pontua que as aplicações consideradas como totalmente imersivas em RV devem possuir alguns requisitos a serem avaliados no início do projeto para evitar problemas de otimização ao final da implementação. A seguir estão listados alguns exemplos de requisitos técnicos que garantirão a qualidade dos aplicativos em RV:

- O tempo de resposta da aplicação deverá ser inferior a 35 ms;

- A taxa de atualização de quadros da tela deverá ser entre 60-120 Hz, dependendo dos requisitos máximos e mínimos do computador. A tela será automaticamente escurecida no caso de não cumprimento desse requisito;

- Qualquer ponto de vista não controlado pelo usuário não poderá ter aceleração por um período maior que 1 s;

- A aplicação em RV deverá manter um mínimo de 99,99% de confiabilidade, já que valores abaixo dessa referência podem ser frustrantes para o usuário. Deve-se evitar a ocorrência de *gaps* funcionais, que podem durar poucos segundos na utilização da RV.

## 2.2 Realidade mista

Tecnologias que utilizam RM fazem com que os usuários possuam uma experiência combinada entre ambiente físico e objetos virtuais. Como exemplos de ferramentas capazes de trazer uma experiência de realidade mista, temos o Microsoft HoloLens e dispositivos Kinect, os quais são capazes de gerar uma experiência virtual atrelada a um ambiente físico. Essas ferramentas interagem com o meio físico por meio de comandos via movimentos e ainda podem ser conectadas a outros dispositivos, como os de reconhecimento de voz, que trazem uma interação ainda mais imersiva do usuário (CHEN; FRAGOMENI, 2018).

O principal objetivo da RM, segundo Chen e Fragomeni (2018), é agregar aspectos virtuais ao ambiente físico. Tendo em vista esse ponto, para atingir uma imersão mais realista na utilização da RM, as respostas da ferramenta ao movimento humano devem ser naturais e intuitivas. Dispositivos de RM como o HoloLens, que fazem o rastreamento do olhar do usuário, ainda possuem uma capacidade de interação limitada, uma vez que não têm uma resposta perfeitamente natural e intuitiva. O usuário pode estar com a cabeça apontada para um lado, mas estar olhando para o outro lado, o que dificulta a correta imersão no ambiente de RM. A realidade mista também é menos imersiva do que a realidade virtual, visto que os usuários podem se distrair mais facilmente por fatores externos ao ambiente e que fogem do controle da aplicação.

Embora na RM o usuário tenha imersão inferior se comparada à RV, estudos mostram que a utilização da RM apresenta ganhos expressivos em áreas de aprendizado, como melhorias na motivação, colaboração e engajamento, demonstrando a eficácia desse tipo de tecnologia. A utilização para fins de aprendizado se dá, em sua maioria, no ensino superior, principalmente em áreas da saúde, como em cirurgias e tratamentos de reabilitação. Também é utilizada como forma de treinamento em outras áreas de estudo e em empresas (CHEN; FRAGOMENI, 2018).

## 2.3 Objetivo da RV e a simulação

O objetivo da RV é transmitir ao usuário, por meio da experiência virtual, a sensação de estar executando uma tarefa no mundo real (ARNALDI; GUITTON; MOREAU, 2018). As tecnologias de RV passam a ideia de realidade para o cérebro, fornecendo informações idênticas ao ambiente real. A simulação está ligada ao ato de replicar a experiência do mundo real com a maior acurácia possível em ações que serão idênticas quando realizadas em um ambiente de RV. Como exemplo, temos as simulações de aviões em RV. As simulações mais elaboradas replicam fisicamente os comandos do avião,

como o manche e outros botões internos da cabine, podendo ser idênticos ou praticamente idênticos aos controles reais, o que acaba levando a uma experiência mais imersiva.

## **2.4 Percepções humanas e simulação de imersão em RV**

A experiência em RV faz o usuário experimentar psicologicamente um lugar virtual diferente do ambiente físico em que está presente. Essas percepções podem ocorrer tanto em ambientes que imitam a realidade como em algum cenário específico desenvolvido para RV e que foge completamente da realidade conhecida. Jerald (2016) descreve as simulações de imersão sob três aspectos: imersão, presença e ilusão de presença.

A imersão é o principal objetivo das aplicações em RV. Por meio de estímulos sensoriais apresentados ao usuário, como imagens, áudios, respostas ao movimento do corpo, campo de visão 360°, iluminação adequada, tempo de resposta adequado, o usuário é envolvido em uma experiência imersiva de RV (JERALD, 2016).

A presença se refere à capacidade de o usuário sentir que está dentro do espaço virtual, mesmo estando em um ambiente físico diferente do experimentado na RV. Jerald (2016) trata a presença como um estado psicológico e fisiológico de cada usuário. A presença é uma função tanto do usuário como da RV. E, nessa direção, a imersão é capaz de proporcionar uma situação de presença, embora nem sempre a induza. Geralmente, quanto maior o nível de imersão, maior é a tendência de o usuário sentir a presença na RV.

A Ilusão de presença considera que a presença gerada pela imersão nada mais é que uma ilusão percebida por receptores sensoriais do usuário (JERALD, 2016) e está dividida em quatro tipos:

- Ilusão de estar em um ambiente físico estável;
- Ilusão de personificação, traz a sensação de ter partes do corpo dentro da RV;
- Ilusão de interação física;
- Ilusão de comunicação, sensação de sociabilidade real.

## **3. Métodos e técnicas para realidade virtual (RV)**

Os métodos e técnicas que auxiliam no desenvolvimento de aplicações em realidade virtual (RV) se dão por meio de um mix de disciplinas já estudadas e desenvolvidas pelo ser humano, como Arquitetura, Cinema, Arte, Cenografia, dentre outras, fazendo com que a RV seja mais imersiva (JERALD, 2016).

### 3.1 Participando da história

Uma das formas de aumentar a percepção da imersão em RV é por meio da vivência de uma história durante a utilização da RV. As histórias funcionam muito bem quando aplicadas à RV, principalmente em jogos. É importante destacar que as histórias não precisam ter todos os detalhes apresentados na RV, já que uma boa história faz com que os usuários preencham as lacunas pendentes com sua própria imaginação. A imaginação humana é capaz de dar sentido às formas mais básicas de movimento. Uma boa história na RV pode suprir, por exemplo, um *design* visual de baixa qualidade.

Ainda nesse ponto, temos a fidelidade experimental, que se dá pelo uso de uma tecnologia melhor ou na preparação dos usuários antes da imersão em ambientes de RV (JERALD, 2006). Essa preparação faz com que os usuários já tenham conhecimento prévio do que será apresentado ao interagir com a RV.

### 3.2 Delimitando a experiência principal

A experiência em RV pode conter vários tipos de escolha, contudo, deve seguir um foco principal. Como exemplo, temos a RV de um jogo de carros de corrida em que o usuário tem como objetivo principal guiar o veículo virtual por um percurso definido. Essa é a experiência principal do jogo e deve ser o foco no desenvolvimento da RV para que haja uma boa aceitação dos usuários. Mesmo que a experiência possa conter outros pontos, como desviar de obstáculos no trajeto, níveis de dificuldades diferentes, cenários atraentes ou cores de carros diferentes, a experiência principal deve focar em conseguir guiar bem o carro na RV. Se a experiência de guiar o carro na RV não for bem sucedida, o engajamento dos usuários poderá ser insatisfatório.

Para uma boa implementação da experiência principal, Jerald (2016) sugere que os criadores de RV devem testar continuamente seus protótipos, a fim de coletar dados de usuários reais e testar cenários diferentes com o objetivo de ter uma aplicação a qual apresente a experiência mais imersiva e próxima da realidade.

### 3.3 Mantendo o contexto

Ao avaliar o desenvolvimento de uma nova aplicação em RV deve-se analisar se as ideias que permeiam o desenvolvimento fazem parte de um mesmo contexto. Muitas ideias boas não formarão um bom conteúdo para RV se não apresentarem conexão e a RV não tiver coerência (JERALD, 2016). Assim, conteúdos que são incoerentes com o contexto geral da RV, mesmo que sejam bons, devem ser deixados de fora.

### **3.4 Desenvolvendo o cenário**

O cenário considera toda a representação do ambiente no espaço. Para Jerald (2016), a composição do cenário é dividida em quatro grupos, os quais devem ser verificados durante o desenvolvimento da RV:

- Plano de fundo: é a visualização dos ambientes mais distantes, como as representações virtuais de céu e montanhas. Também pode ser uma textura de fundo;

- Geometria contextual: define pontos que ajudam a contextualizar o cenário, o ambiente e a localização geométrica. Árvores são um bom exemplo de como a geometria contextual é utilizada para definir o ambiente em que se está na RV;

- Geometria fundamental: geralmente é utilizada como um limitador do espaço, como portas e paredes que impedem que usuários atravessem limites preestabelecidos;

- Objetos interativos: são os objetos que possibilitam a interação do usuário. Tais objetos devem manter uma certa proporcionalidade em relação ao ambiente a fim de evitar distorções, como um copo do mesmo tamanho de um caminhão.

### **3.5 Cores e iluminação**

Segundo Jerald (2016), as cores influenciam a percepção dos usuários em relação à cena. Itens brilhantes podem chamar mais atenção do que itens de tons mais pálidos dentro de um cenário. Além disso, as cores podem ser associadas a alguns significados, como o vermelho pode significar perigo e verde um sinal de continuidade ou um item ecológico. As cores chamam a atenção do usuário e ajudam a guiar para um determinado caminho durante a utilização da RV.

### **3.6 Áudio**

Os sons devem ser apresentados na RV com o objetivo de auxiliar na percepção do ambiente e para guiar de maneira inteligente os usuários em sua jornada pela RV. Além disso, passam a sensação maior de imersão no ambiente controlado pela RV. Um bloco retangular que se move ao som de um motor consegue passar para o cérebro a ideia de um automóvel em movimento ou também pode passar a percepção de um barco se combinado com sons de algo deslizando sobre a água.

### 3.7 Auxiliares de posicionamento no ambiente

Na utilização da RV, o usuário pode facilmente se perder no ambiente virtual caso perca a referência de um caminho ou a referência de direção em um espaço que permite a movimentação em 360°. Uma forma de auxiliar o usuário nesse processo é criar pontos que indicam a direção correta a ser seguida, como setas, pontos luminosos, placas indicativas ou bússolas, os quais ajudam a indicar a posição espacial correta do usuário e o caminho a ser percorrido na RV.

## 4. Ferramentas, tecnologias e modelos para realidade virtual

As ferramentas e tecnologias da informação disponibilizadas para RV e RA estão em constante evolução ao redor do mundo, portanto, a lista descrita neste capítulo deve ser considerada como não exaustiva, sendo altamente recomendada a avaliação de atualizações a partir das referências indicadas nos referidos *sites* por parte de fabricantes e/ou fornecedores que proveem essas ferramentas.

O uso de ferramentas (*toolkits*) e tecnologias para RV e RA já se iniciam na própria criação de ativos digitais a serem posteriormente programadas em diversas linguagens de programação. Na visão de Pangilinan, Lukas e Mohan (2019), o uso de ferramentas e tecnologias de RV/RA impacta diretamente na forma tradicional como profissionais da área de criação de artes digitais para o mundo 3D trabalham. A forma tradicional de trabalho considera ferramentas e tecnologias como: Autodesk Maya, 3D Studio, Wacom Pen Tablet e Pixologic ZBrush.

Decerto, o uso de RV e RA no mundo de arte digital traz uma perspectiva que extrapola o uso de apenas os óculos tradicionais de RV ou RA, trazendo também como grande relevância, do ponto de vista da tecnologia, o uso de dispositivos de entrada para permitir a manipulação do mundo digital de uma forma natural e intuitiva (PANGILINAN; LUKAS; MOHAN, 2019).

Na Figura 1 é apresentada uma das ferramentas disponíveis no mercado para RV e RA para o mundo de criação de arte digital, o Tilt Brush, da Google. Ele permite aos usuários se expressarem de uma forma nunca experimentada anteriormente por meio do poder de uso da RV ou RA em aplicações combinadas a partir da exibição e entradas.



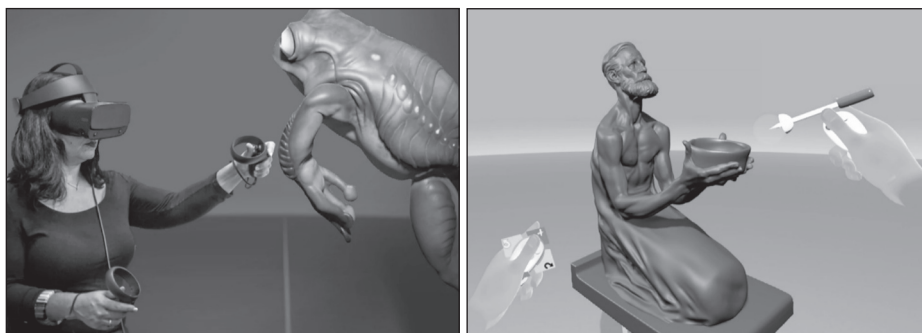
**Figura 1 – Imagem promocional para a tecnologia da Google denominada Tilt Brush para RV/RA**



Fonte: Pangilinan, Lukas e Mohan (2019).

A Figura 2 traz outro exemplo de solução voltada para o segmento de criação de arte com uso de RV e/ou RA, o *Medium*, da empresa Adobe. Essa solução permite que um artista trabalhe em seu modelo 3D de forma totalmente interativa e orgânica, podendo ser utilizado em arte conceitual, prototipagem, projetos arquitetônicos, produtos diversos, brinquedos e até mesmo em jogos e filmes.

**Figura 2 – Exemplo de uso da tecnologia Adobe Medium para RV/RA**



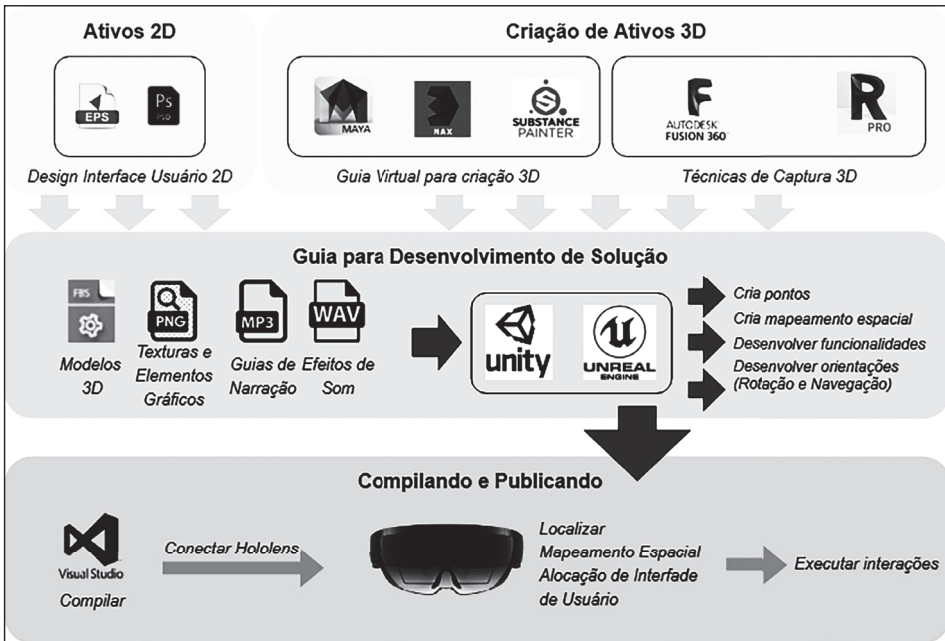
Fonte: Adobe (2021).

Atualmente, as tecnologias de RA são suportadas por sistemas de localização e mapeamento simultâneos (do inglês, *simultaneous localization and mapping* – SLAM), que representam soluções para permitir a localização e mapeamento simultâneo e simulação de objetos do mundo real para o mundo virtual. De todo, a construção de soluções para RA significa diretamente a escolha de um *toolkit* já disponível no mercado. Qualquer que seja o *toolkit* escolhido, essas plataformas representam um conjunto de interface de

programação de aplicações (do inglês, *application programming interfaces* – API) que habilita o desenvolvedor a criar aplicações com conteúdo virtual interativo no mundo real. Os *toolkits* disponíveis para uso no mercado atualmente são: Apple ARKit, Google ARCore, Microsoft HoloLens, Magic Leap e Vuforia.

A seguir tem-se um exemplo de uma arquitetura tecnológica para RV e RA em que diversas ferramentas e tecnologias foram unidas para o desenvolvimento de uma solução para simulação de visita a locais geograficamente distantes, como, por exemplo, museus. Essa arquitetura permite criar uma solução baseada em uma experiência simples para o usuário, na qual toda a interação ocorre a partir de modelos espaciais em 3D, textos, imagens, vídeos, botões virtuais, dentre outros, com autonomia de 360°, como representado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de arquitetura de uma solução para RV/RA



Fonte: Tom Dieck e Jung (2019, p. 219). Adaptada pelos autores.

Em síntese, a arquitetura tecnológica representada na Figura 3 é proposta a partir de três estágios, os quais estão detalhados a seguir na perspectiva das *toolkits* e tecnologias utilizadas.

– Criação de ativos 2D e 3D: sugere a adoção de *softwares* como Adobe Photoshop (*software* de edição de fotos, imagens e *designs*) e Illustrator

(*software* de desenhos vetoriais líder do setor) para os ativos em 2D exportados nos formatos de imagem em PNG e JPG para serem posteriormente utilizados como texturas. Para os ativos em 3D sugere-se a utilização da combinação das ferramentas ZBrush e Autodesk Maya (*software* de animação computadorizada e modelagem). A texturização dos objetos em 3D é feita com o Substance Painter (*software* de texturização). Para elementos mais complexos já existentes no mundo real propõe-se o uso de técnicas de captura baseadas no escaneamento e adoção das tecnologias Fusion 3D e Recap, que serão importadas para um motor (*engine*) para objetos em 3D;

– Desenvolvimento da solução: sugere a adoção de um motor 3D como Unity 3D (plataforma de desenvolvimento em tempo real do Unity) ou Unreal. Em primeiro lugar é criado um ponto virtual de olhar para ajudar o usuário a apontar para o botão que precisa ser acionado utilizando o óculos de RV/RA. Geralmente aparece direto no centro do campo de visão do usuário. Em segundo lugar, o mapeamento espacial é desenvolvido para escanear a localização real, a fim de realocar a interface de usuário projetada e a localização virtual. Tudo é projetado para responder às solicitações do usuário por meio de gestos de mão de onde quer que interajam. Em terceiro lugar, adicionam-se funcionalidades ao espaço com botões, como imagens, *scripts* e controle do fluxo de narração. Em quarto lugar, aplica-se a navegação e orientação da réplica virtual para ser controlada e permitir a interação com o usuário da solução;

– Compilando e publicando: depois de construir a solução de RV/RA no Unity3D, a função do Visual Studio entra na compilação para publicação do projeto no Microsoft HoloLens por meio de uma conexão com fio a ele. Após esse passo, a solução estará pronta para ser usada. Uma vez aberta a solução pelo usuário, ele poderá realizar a interação com gestos com a mão para movimentar os elementos virtuais por meio da simulação dos espaços e objetos no local desejado de forma imediata.

Para Pangilinan, Lukas e Mohan (2019), outra opção de *toolkit* para RV é o Virtual Reality Toolkit (VRTK), que é um *framework open source* multiplataforma para construção rápida de soluções de RV o qual provê padrões comuns para uso em projetos dessa natureza. O VRTK é uma coleção de *scripts* úteis e demonstrações de conceito para ajudar a construir soluções de RV de forma rápida e fácil. Seu objetivo é tornar a construção de soluções de RV no Unity3D rápida e fácil tanto para pessoas iniciantes em RV como para desenvolvedores experientes.

**Figura 4 – Exemplo de aplicações do toolkit VRTK na indústria de jogos**



Fonte: Github (2020).

Desde seu lançamento, o VRTK já teve mais de 30 mil *downloads*, tendo seu uso em diversos tipos de projetos, principalmente no mercado de jogos, conforme os exemplos apresentados na Figura 4. O VRTK cobre um grande número de padrões de soluções para o desenvolvimento de aplicações com RV e RA, como, por exemplo:

- Locomoção em um ambiente virtual;
- Interações como toque, capturar e usar objetos;
- Interação com Unity3D;
- Regras de física para ambiente virtual;
- Controles em 2D e 3D como botões, portas, entre outros.

Em resumo, o VRTK, por se tratar de uma ferramenta *open source*, tem o acesso e as configurações de um ambiente para iniciar a experiência com RV/RA em um ambiente local relativamente simples<sup>10</sup>.

## 5. Aplicações de realidade virtual na indústria

Os primeiros registros de pesquisas e aplicações da RV estão relacionados à simulação e treinamento, principalmente na área militar (SÁNCHEZ; LUMBRERAS; SILVA, 1997). Segundo Arnaldi, Guitton e Moreau (2018), até 2005, o interesse dos grandes grupos empresariais em soluções que envolviam realidade virtual ainda era pouco expressivo, detendo-se apenas ao desenvolvimento de pesquisas em parceria com acadêmicos e instituições de

10 Para conferir os passos necessários para uma configuração padrão para uso do *toolkit* VRTK, acessar o *link*: <https://vrtoolkit.readme.io/docs/summary>. Já se o interesse for por iniciar a experiência com RV/RA utilizando ferramentas e tecnologias voltadas ao mundo Microsoft, é possível conferir os passos para outra configuração para realidade mista no *link*: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/develop/install-the-tools?tabs=unity>.

ensino superior. Contudo, os resultados positivos das pesquisas em RV foram disseminados e atraíram a atenção de grandes empresas, que, entre os anos de 2005 e 2010, passaram a investir em tecnologias para prototipagem 3D virtual e imersão de nível 1. O objetivo dessas empresas não era criar um centro de pesquisa, mas desenvolver departamentos de inovação para realizar experiências e analisar o potencial da realidade virtual em diferentes profissões (ARNALDI; GUITTON; MOREAU, 2018).

Mesmo com o interesse crescente nas tecnologias de RV, o retorno sobre investimento (do inglês, *return on investment* – ROI) ainda era um fator inibidor no que dizia respeito aos investimentos empresariais na área. Tal cenário começou a mudar entre os anos de 2010 e 2014 com o surgimento do modelo de plataforma compartilhada e o amadurecimento da RV para a aplicação em diversos fins. Assim, muitas empresas passaram a dividir um ambiente institucional que incentivava a partilha de equipamentos, dissolvia os custos dos investimentos e tornava o ROI mais realístico quanto à situação de cada instituição (ARNALDI; GUITTON; MOREAU, 2018).

Desde o final de 2014, os investimentos e as aplicações da realidade virtual têm sido cada vez mais expressivos, o que pode ser evidenciado pelo surgimento contínuo de ferramentas e *softwares* cada vez mais modernos (ARNALDI; GUITTON; MOREAU, 2018). A tecnologia está se popularizando e vem sendo usada em diversas áreas, como entretenimento, saúde, educação e engenharia (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017; HUANG; RAUCH; LIAW, 2010).

A seguir serão apresentados alguns exemplos da aplicação da realidade virtual em diferentes segmentos para fins de treinamento, *design* de produto e *design* ergonômico de postos de trabalho.

As soluções de RV são uma opção eficaz para treinamentos de tarefas processuais, uma vez que permitem a simulação de ambientes realistas, interativos e seguros para a realização de atividades específicas (HUANG; RAUCH; LIAW 2010; GRAJEWSKI; BUŃ; GÓRSKI, 2018). Segundo Werlich *et al.* (2018), com a crescente complexidade das tarefas de montagem, o treinamento intensivo de funcionários é absolutamente essencial para garantir a alta qualidade do processo e do produto. No estudo realizado pelos autores, os resultados mostraram que os “*trainees* que realizaram o treinamento de montagem com suporte de HMD cometeram 10% menos erros de seleção, 5% menos erros de montagem e 60% causaram menos retrabalho” (WERRLICH *et al.*, 2018, p. 6). Ao permitir a simulação de incidentes reais e situações perigosas, os ambientes virtuais oferecem aos usuários um espaço que se adapta às suas necessidades de treinamento e aprendizagem por meio de uma experimentação que seria arriscada ou onerosa demais para se fazer em

um espaço físico convencional (STAVROULIA *et al.*, 2019; CAO; PENG; HANSBERGER, 2019).

Segundo Kong, Liu e An (2018), o desenvolvimento de treinamentos com realidade virtual trouxe agilidade e eficiência no processo de formação de astronautas. Com o auxílio da RV, Olbrich *et al.* (2018) desenvolveram um ambiente virtual altamente interativo, no qual os astronautas poderiam ser treinados para certas tarefas, como, por exemplo, uma emergência de incêndio em uma base lunar.

Para aumentar a motivação e o engajamento na formação de profissionais, Coutinho *et al.* (2020) apresentaram o processo de renovação de um programa de Engenharia Aeronáutica e Astronáutica, que, com a aplicação de técnicas de realidade virtual, é capaz de criar contrapartes virtuais para cada experimento real do curso.

Segundo Bruguera *et al.* (2019), um novo simulador de voo espacial foi desenvolvido no Instituto de Sistemas Espaciais da Universidade de Stuttgart com o objetivo de auxiliar o treinamento de astronautas na pilotagem de espaçonaves por meio de um ambiente virtual mais realista. Guzzetti, Somavrapu e Turner (2020) acreditam que as estruturas de computação imersiva podem melhorar a acessibilidade e visualização para o controle de espaçonaves em cenários de operação de proximidade, incluindo acoplamento, reparos, manutenção e uma infinidade de outras aplicações. Os autores ainda apontam como exemplo o ambiente de RV desenvolvido pelo centro de voo espacial da NASA, o Goddard, que auxilia os engenheiros na integração de *hardware* e testes para missões futuras, incluindo Restore-L.

Os treinamentos com RV também têm sido bastante utilizados na área da saúde, um setor no qual os processos e procedimentos devem ser rigorosamente cumpridos para garantir a sobrevivência e o bem-estar dos clientes. Segundo Tsukikawa *et al.* (2018), na medicina, a RV é usada principalmente em simulações que visam mitigar riscos relacionados a cirurgias perigosas e reabilitação. Para Arnaldi, Guitton e Moreau (2018), o modelo 3D da anatomia do paciente sobrepondo as imagens reais de vídeo-operatório ajuda o cirurgião a visualizar e planejar melhor o processo cirúrgico. O paciente torna-se virtualmente transparente para a visão do cirurgião, o que permite a visualização de estruturas dentro dos órgãos (por exemplo, vasos, tumores) que só poderiam ser percebidas pela sensação do tato.

Pangilinan, Lukas e Mohan (2019) apontaram que, em Stanford, um estudo piloto com RV auxiliou em cirurgias de transplantes renais, ressecção pulmonar devido à câncer de pulmão e em cirurgias ortopédicas, que são procedimentos que envolvem regiões com muitos vasos sanguíneos, de modo que a tecnologia, ao possibilitar a ampliação do paciente, ajudou na execução

e planejamento do processo cirúrgico. Os autores também apontaram outro estudo piloto realizado em Stanford que usou o Microsoft HoloLens para criar um aplicativo que alinhava imagens de ressonância magnética para revelar o local exato onde a lesão estava na mama da paciente. O sistema CyberKnife® também faz uso da RV para localizar a posição de um tumor em 3D a partir da posição de um conjunto de marcadores colocados na periferia (ARNALDI; GUITTON; MOREAU, 2018).

Na área da saúde também tem sido cada vez mais comum o uso de RV e RA no campo da reabilitação, e os estudos têm mostrado resultados eficazes dessa aplicação. Segundo Dombrowski, Buysens e Smith (2018), o ambiente virtual possibilita aos indivíduos com mobilidade limitada a capacidade de se moverem livremente e de treinarem como usar a prótese, ao mesmo tempo em que oferece oportunidades de empatia ao fazer com que outros experimentem como seria ter uma prótese. Para os autores, a RV está mudando a maneira como o mundo pensa sobre próteses.

Manero *et al.* (2018) analisaram o efeito do uso de jogos com RV para a reabilitação de crianças e afirmam que é uma estratégia incrivelmente poderosa. Os resultados mostram que as crianças ficaram menos entediadas e fatigadas e se envolveram de tal forma com o treinamento que criaram histórias em torno dos personagens dos jogos. O processo de reabilitação e o treinamento para o uso de próteses não é fácil para ninguém, de forma que a possibilidade de tornar esse processo menos doloroso, mais divertido e curto é uma grande vitória para pacientes, médicos e desenvolvedores da tecnologia.

Os benefícios da aplicação da realidade virtual também podem ser evidenciados no desenvolvimento de produtos. Segundo Berg e Vance (2017), a RV tem sido cada vez mais usada como uma ferramenta de tomada de decisão em *design* de produto, particularmente em negócios com foco em Engenharia. Segundo os autores, os ambientes de realidade virtual são usados para testar vários aspectos do *design* do produto, como visibilidade, ergonomia, embalagem, estética e narrativa.

Na indústria automotiva é comum *designers* usarem RV para avaliação da visibilidade do motorista durante uma simulação de condução do veículo, conforme apontam Berg e Vance (2017). Na Ford Motor Company, os engenheiros ergonômicos estão usando RV para estabelecer critérios de projeto relacionados à força de montagem máxima permitida para instalar várias mangueiras. Na Case New Holland, engenheiros ergonômicos também utilizam RV para avaliar a acessibilidade das maçanetas de uma porta dentro do veículo. Os projetistas da PSA Peugeot Citroën têm usado o ambiente virtual para investigar o possível posicionamento dos controles dentro dos veículos, e os engenheiros de artesanato da Ford FiVE Lab o utilizam para compreender as

qualidades estéticas em projetos de veículos 3D. Os engenheiros de desenvolvimento da TACOM usam animação e visualização dinâmica para descrever cenários de uso para uma proposta de *design* de veículo.

Além de apresentar todos esses exemplos, Berg e Vance (2017) ainda esclarecem que, no processo de desenvolvimento de produtos, os ambientes de realidade virtual também são utilizados para facilitar a comunicação entre os profissionais envolvidos no *design*. Na Case New Holland, por exemplo, pessoas da engenharia, *marketing* e *design* industrial se reúnem no laboratório de RV para comunicar os objetivos e preocupações do *design*. A facilidade imersiva dos ambientes virtuais permite que pessoas com objetivos de *design* variados se comuniquem e compartilhem experiências de forma mais dinâmica e eficiente.

Além de auxiliar no treinamento de profissionais e no desenvolvimento de produtos, a RV na indústria também pode auxiliar no *design* ergonômico de postos de trabalhos. Segundo Arnaldi, Guitton e Moreau (2018), existem dois tipos de ergonomia: a ergonomia de utilização, que permite melhorar concretamente a usabilidade e intuitividade de equipamentos, e a ergonomia postural, que torna possível reduzir drasticamente os problemas musculoesqueléticos. Para os autores, um dos exemplos mais interessantes da aplicação de RV para ergonomia de postos de trabalho é o da empresa Inergy (grupo Plastic Omnium), na qual, desde 2011, qualquer novo posto de produção é projetado através de um estudo de ergonomia realizado por meio de RV e do método Rapid Upper Limb Assessment (RULA).

Pontonnier (2019) explica que a necessidade de prevenção e redução da ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho tem sido o assunto mais debatido sobre bem-estar e saúde no trabalho e que a realidade virtual é uma tecnologia promissora no que tange à análise das estações de trabalho durante seu projeto. Segundo o autor, os ambientes virtuais podem ser facilmente modificados, o que permite ajustes rápidos do *design* da estação de trabalho, facilitando o processo de *design*, aumentando sua eficiência e reduzindo seus custos.

O desenvolvimento das tecnologias de realidade virtual está expandindo a sua aplicabilidade e possibilitado a sua disseminação para fins muito diversos. Por meio dos exemplos fornecidos pode-se perceber que a realidade virtual tem contribuído para uma mudança generalizada no comportamento organizacional de instituições dos mais diversos setores, favorecendo o desenvolvimento de novas abordagens de *design* centrado no usuário, tanto interno quanto externo. Sendo assim, as aplicações e exemplos explorados neste capítulo não são limitantes, muito pelo contrário, servem para fornecer



um pequeno panorama de como a tecnologia está sendo utilizada, de modo a evidenciar a sua aplicabilidade e incentivar ainda mais o seu desenvolvimento.

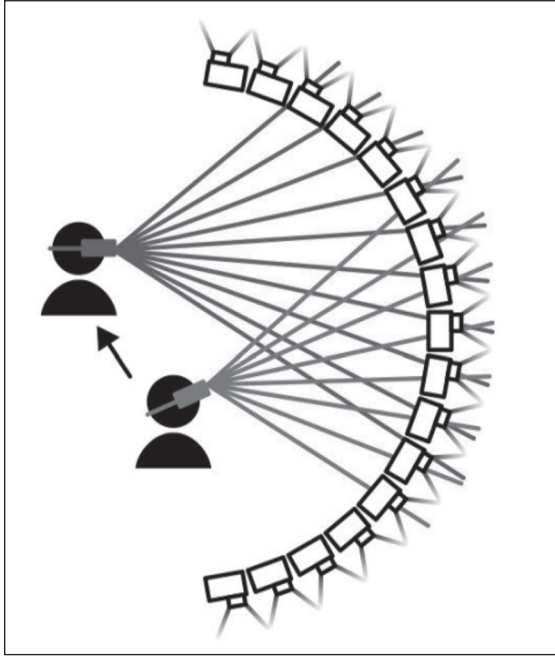
## **6. Presente, futuro e desafios para realidade virtual, aumentada e simulação**

Do ponto de vista financeiro, tanto o presente quanto o futuro de RV, RA e o mercado de simulação estão em alta. De acordo com o *site* Statista (2021), o presente para RV/RA já é um mercado onde os investimentos realizados no ano de 2020 foram consideráveis. Ainda de acordo com o *site*, considerando a China e os Estados Unidos juntos, o valor investido em RV/RA superam a cifra de 10 bilhões de dólares. Igualmente, segundo o *site* Grand View Research (2020), o tamanho estimado do mercado para RV/RA é de quase 16 bilhões de dólares, e o futuro é ainda mais promissor, já que as previsões de crescimento chegam a 62 bilhões de dólares até o ano de 2027.

Certamente o desenvolvimento de soluções de RV/RA envolvem várias áreas de conhecimento importantes e que têm grande potencial no que tange à evolução futura das tecnologias. Na visão de Pangilinan, Lukas e Mohan (2019), na área de fotogrametria existe um conjunto de tecnologias atrativas para permitir a captura de ambientes do mundo real, envolvendo objetos e pessoas, para representação em modelos 3D nas simulações de RV/RA. Essas tecnologias se baseiam em milhares de fotos tiradas de vários ângulos para serem combinadas para formar o modelo 3D. Todavia, a aplicação sozinha das técnicas de fotogrametria não garantem modelos 3D perfeitos, exigindo, ainda, trabalho adicional de limpeza para corrigir lacunas e manchas. Todavia, essas limitações são justamente as oportunidades que apontam para evoluções, que, provavelmente, transformarão a forma de desenvolvimento e a experiência do usuário nas simulações de aplicações de RV/RA.

Outra área de estudo que demonstra boas perspectivas de evolução é a relacionada à captura de campos de luzes, a qual faz uso de anéis rotativos de câmeras para capturar a luz em uma área esférica. Essa técnica permite uma experiência que melhora muito a sensação de presença com várias perspectivas em uma simulação de RV/RA, conforme demonstrado na Figura 5. Do mesmo modo, as limitações dessa tecnologia são evidentes em relação à captura de objetos que estejam em movimento, limitação de distância de captura e espaço gerado para a simulação. Entretanto, trata-se de um campo de estudo que aponta para o surgimento de novas tecnologias.

**Figura 5 – Representação de campos de luz sob diferentes perspectivas**



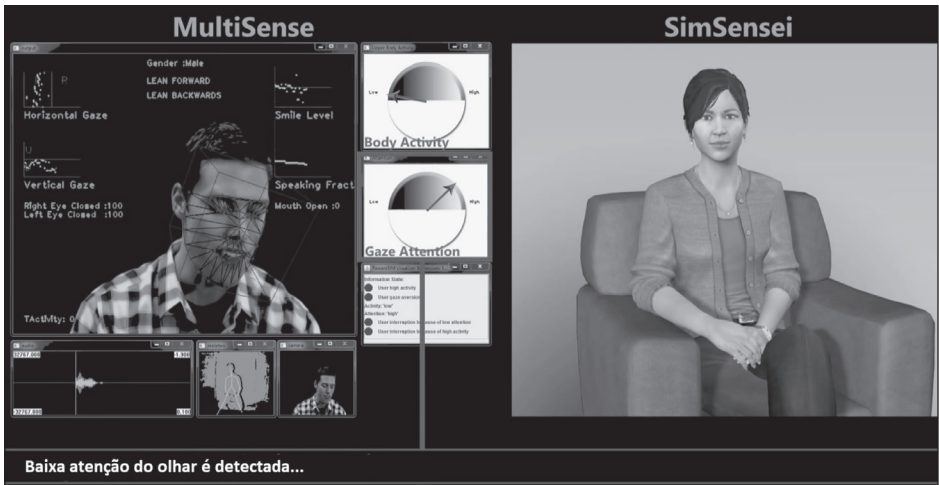
Fonte: Pangilinan, Lukas e Mohan (2019, p. 344).

Em seguida, uma discussão importante sobre RV está relacionada às formas de comunicação estabelecidas por essas soluções. Nesse sentido, toda a atenção deve ser considerada para o que é denominado linguagem generativa, também chamada de linguagem baseada no futuro, a qual não necessariamente é formada por palavras, mas por quaisquer outros meios de comunicação, como, por exemplo, linguagem corporal. Em resumo, a linguagem generativa transforma a maneira que percebemos o mundo.

Nessa direção, a RV pode ser pensada como uma nova linguagem generativa, uma vez que se criam novas experiências cujas palavras não podem descrever totalmente o que ocorre, somente por meio da experiência imersiva de quem está na simulação. Existem grandes expectativas para o futuro relacionadas à linguagem de RV e que não encontram parâmetros de comparação com as linguagens tradicionais ou qualquer outro entendimento da sociedade (JERALD, 2016).

À frente, um dos grandes desafios para o futuro de RV/RA e para as simulações criadas está relacionado à forma de interação entre os seres humanos e essas tecnologias de uma forma que empatia seja gerada a partir dessa experiência. Como pode ser observado na Figura 6, um exemplo de solução para essa abordagem exige uma percepção muito mais imersiva entre a relação humano-computador.

**Figura 6 – Exemplo de interação entre um humano virtual controlado por computador (direita) construindo empatia com um usuário (à esquerda) ao sentir seu estado e responder adequadamente**

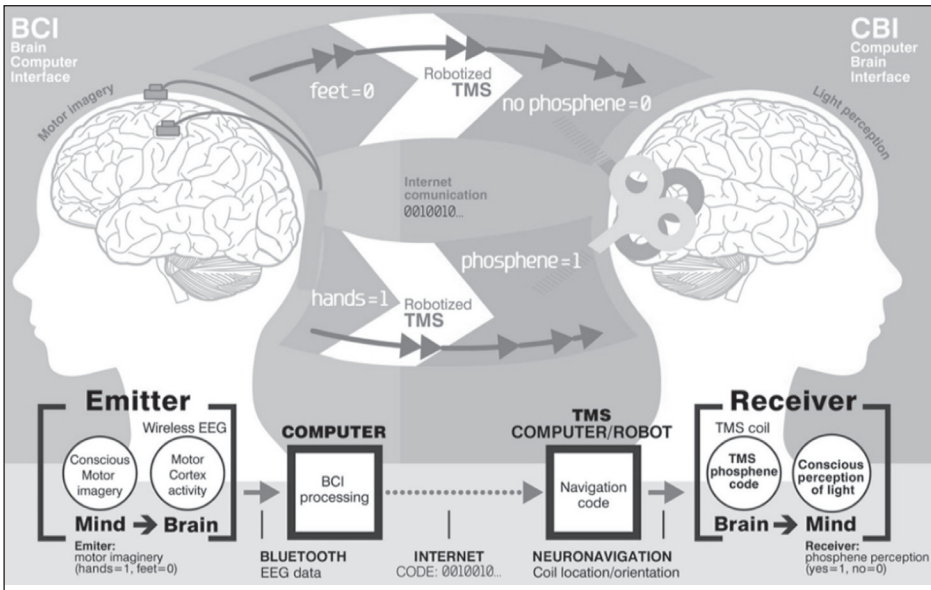


Fonte: Jerald (2016). Adaptada pelos autores.

Certamente existem desafios para integrar tal solução de RV de forma totalmente imersiva, como, por exemplo, como os sensores podem detectar emoções transmitidas no rosto de uma pessoa quando metade do seu rosto está coberta por um óculos de RV/RA? É certamente apenas uma questão de tempo até que tal capacidade das tecnologias seja totalmente integrada em RV para permitir uma leitura corporal completa.

Por fim, a área de comunicação cérebro-cérebro (*brain-to-brain communication*) traz grandes expectativas para o futuro de RV/RA e as possibilidades de simulações totalmente integradas aos usuários por meio de seus cérebros, o que eliminaria a necessidade de óculos e/ou outros dispositivos conectados ao corpo dos usuários, como, por exemplo, luvas. Essa área foi derivada de uma prova de conceito conduzida por pesquisadores para permitir a comunicação entre duas pessoas por meio do pensamento. As palavras eram codificadas e transmitidas do cérebro de uma pessoa emissora para o cérebro de outra pessoa receptora. Esse teste ocorreu entre duas pessoas, uma estava na Índia e a outra na França, e os dados foram transmitidos pela internet (JERALD, 2016). A Figura 7 traz essa representação.

**Figura 7 – Representação gráfica do sistema de comunicação cérebro-cérebro**



Fonte: Jerald (2016).

Em resumo, a comunicação cérebro-cérebro habilita o vislumbre para uma comparação com a trilogia Matrix, onde uma entrada neural padronizada será utilizada para realizar a conexão com uma simulação totalmente integrada ao ser humano e sem limitações e/ou restrições de dispositivos eletrônicos físicos para permitir a total interação com todos os sentidos e percepções. Todavia, por mais que esse futuro possa parecer distante, a transição já está em andamento e de forma gradual com pesquisas realizadas ao redor de todo o mundo para mapear e/ou fazer um de/para para entradas e saídas neuroelétricas.

## 7. Considerações finais

Este capítulo dedicou-se ao debate sobre a RV, RA, RM e a simulação, pois são tecnologias que devem ser tratadas em conjunto. Aprofundou-se nos principais aspectos para cobrir o amplo conteúdo encontrado na literatura. Logo de início, deixou-se claro que a RM é a combinação das evoluções das tecnologias de RV e RA, de forma independente. Confirmou-se que, apesar da existência de uma área de sombra conceitual, não se deve considerar a RM como se fosse apenas uma evolução das tecnologias de RA, pois são tecnologias que se somam para permitir um aprimoramento e/ou expansão virtual da realidade de formas distintas, porém com um propósito único em relação a extrapolar a experiência do usuário.

É sempre importante ressaltar o mercado na conclusão de um trabalho com esse viés, principalmente por se tratarem de tecnologias almeçadas por diversas áreas. Para tanto, foi mostrado que os investimentos em 2020 e 2021 estão sendo consideráveis, com crescimentos exponenciais já previstos até 2027. Além da explanação sobre os principais tópicos e seguindo a estrutura das seções do texto foi construída uma síntese das principais conclusões, a saber:

- Apresentou-se os requisitos funcionais da RV, como as animações controladas por computador, objetos marcados e comandos específicos. Quanto aos requisitos técnicos, como todo projeto, no início deve ser acompanhado: o tempo de resposta da aplicação, a taxa de atualização dos quadros, a aceleração, bem como a confiabilidade, requisito que deve manter um mínimo de 99,99% para não frustrar os usuários;

- Analisou-se a abrangência da RM, uma experiência combinada entre o ambiente físico e objetos virtuais, cujas respostas da ferramenta ao movimento humano devem ser naturais e intuitivas;

- Comprovou-se que os métodos e técnicas que auxiliam no desenvolvimento de aplicações em RV se dão por meio de um mix de disciplinas já estudadas e desenvolvidas pelo ser humano, como: Arquitetura, Cinema, Arte, Cenografia, entre outros;

- Avaliou-se as ferramentas e tecnologias da informação disponibilizadas e alertou-se que o uso da arte digital traz uma perspectiva que extrapola somente os óculos tradicionais de RV, o que inclui os dispositivos de entrada para permitir a manipulação do mundo digital de uma forma natural e intuitiva;

- Identificou-se que a composição do cenário é dividida em quatro grupos, que devem ser verificados durante o desenvolvimento da RV: plano de fundo, geometria contextual, geometria fundamental e objetos interativos;

- Mostrou-se que os primeiros registros de pesquisas e aplicações da RV estão relacionados à simulação e treinamento, principalmente na área militar e pesquisa e que na indústria, até 2005, o interesse era pouco expressivo. Porém, a partir de 2014, os investimentos e as aplicações da RV têm sido cada vez mais expressivos, o que pode ser evidenciado pelo surgimento contínuo de ferramentas e *softwares* cada vez mais modernos;

- Comprovou-se que diversas áreas, como Aeronáutica e Astronáutica, estão renovando programas de treinamentos por meios dessas tecnologias, e a área da saúde tem se valido de processos e procedimentos que devem ser rigorosamente cumpridos para garantir a sobrevivência e o bem-estar dos clientes.

Por fim, identificou-se, ao longo do texto, que existem muitas diferenças entre a RV, RA e RM, mas também existem semelhanças que as tornam convergentes. Corroborando com essa afirmação, Jerald (2016) aponta que, embora as experiências sejam diferentes, um ponto importante em comum é a utilização

do mesmo *hardware*, por exemplo, as câmeras de captura. Outro aspecto convergente são as pesquisas, que podem se valer de aprofundamentos concomitantes, obtendo resultados potencializados por centros de pesquisas comuns.

Conclui-se, portanto, que as ferramentas e modelos de RV, RA e RM estão em constante evolução ao redor do mundo e envolvem várias áreas de conhecimento importantes, que tem grande potencial no que se refere à evolução futura das tecnologias. Foi disponibilizada neste capítulo uma lista completa de ferramentas, todavia, recomenda-se que não se deixe de lado a consulta constante às atualizações.

A limitação do estudo é identificada a partir da premissa de que o assunto foi tratado de forma teórica na literatura, o que não diminui a sua importância, pois caminhar na direção de uma pesquisa aplicada fica como sugestão de continuidade. Poderia ser construído um questionário a ser aplicado aos usuários das tecnologias e os resultados serem analisados quantitativamente acerca da percepção e da utilização prática da RV, RA, RM e da simulação.

## REFERÊNCIAS

ADOBE. **Medium**. Adobe, 2021. Disponível em: <https://www.adobe.com/br/products/medium.html>. Acesso em: 12 fev. 2021.

ARNALDI, B.; GUITTON, P.; MOREAU, G. (ed.). **Virtual reality and augmented reality: myths and realities**. London: John Wiley; Sons, 2018.

BERG, L. P.; VANCE, J. M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. **Virtual reality**, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2017.

BRUGUERA, M. B. *et al.* Use of virtual reality for astronaut training in future space missions-spacecraft piloting for the Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G). *In: INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS, 70.*; 2019, Washington, **Proceedings** [...], p. 1-10, Washington, 2019.

CAO, L.; PENG, C.; HANSBERGER, J. T. Usability and engagement study for a serious virtual reality game of lunar exploration missions. **Informatics**, v. 6, n. 4, p. 2-16, 2019.

CHEN, J.; FRAGOMENI, G. **Virtual, augmented and mixed reality: interaction, navigation, visualization, embodiment; simulation**. Cham: Springer, 2018.

COUTINHO, G. S. *et al.* Developing virtual equipment to enhance learning of structures and material science in an aeronautics and astronautics engineering program. **Glob. J. Eng. Sci**, v. 4, n. 4, 2020.

DOMBROWSKI, M.; BUYSENS, R.; SMITH, P. A. Virtual reality training to enhance motor skills. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY, 2018*, Cham, **Proceedings** [...], p. 393-402, Springer, Cham, 2018.

GITHUB. **VRTK**, 2020. Disponível em: <https://github.com/ExtendRealityLtd/VRTK>. Acesso em: 21 jan. 2021.

GRAJEWSKI, D.; BUŃ, P.; GÓRSKI, F. Examination of effectiveness of a performed procedural task using low-cost peripheral devices in VR. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND*

MIXED REALITY, 2018, Cham, **Proceedings** [...], p. 403-415, Springer, Cham, 2018.

GRAND VIEW RESEARCH. **Virtual reality market size, share; trends analysis report by device (hmd, gtd), by technology (semi; fully immersive, non-immersive), by component, by application, by region; segment forecasts, 2020-2027**. Grand View Research, 2020. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>. Acesso em: 24 jan. 2021.

GUZZETTI, D.; SOMAVARAPU, D. H.; TURNER, G. An assessment of virtual reality technology for astrodynamics applications. *In: AAS/AIAA ASTRODYNAMICS SPECIALIST CONFERENCE, 2020, Tahoe, Proceedings* [...], p. 1-20, Tahoe, 2020.

HUANG, H. M.; RAUCH, U.; LIAW, S. S. Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: based on a constructivist approach. **Computers; Education**, v. 55, n. 3, p. 1171-1182, 2010.

JERALD, J. **The VR book: human centered design for virtual reality**. USA: ACM Books, 2016.

KONG, X.; LIU, Y.; AN, M. Study on the quality of experience evaluation metrics for astronaut virtual training system. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY, 2018, Cham, Proceedings* [...], p. 416-426, Springer, Cham, 2018.

MANERO, A. *et al.* Developing and training multi-gestural prosthetic arms. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY, 2018, Cham, Proceedings* [...], p. 427-437, Springer, Cham, 2018.

MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. Virtual reality and its influence on training and education: literature review. *In: DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 28.; 2017, Vienna, Proceedings* [...], p. 0708-0717, Vienna, 2017.

OLBRICH, M. *et al.* Virtual reality based space operations: a study of ESA's potential for VR based training and simulation. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY, 2018, Cham, Proceedings* [...], p. 438-451, Springer, Cham, 2018.



PANGILINAN, E.; LUKAS, S.; MOHAN, V. **Creating augmented and virtual realities: theory and practice for next-generation spatial computing**. Beijing: O'Reilly Media, 2019.

PONTONNIER, C. **Efficient motion analysis and virtual reality methods for preventive and corrective ergonomics**. 2019. 95 p. Doctoral dissertation (Biomechanics) – Université de Rennes, Bretagne Atlantique, 2019.

SÁNCHEZ, J.; LUMBRERAS, M.; SILVA, J. Virtual reality and learning: trends and issues. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY AND EDUCATION*, 13.; 1997, Oslo, **Proceedings** [...], p. 10-13, Oslo, 1997.

STATISTA. **Augmented and virtual reality (AR/VR) forecast spending worldwide in 2020, by country (in billion U.S. dollars)**. Statista, 2021. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1076686/ar-vr-spending-worldwide-by-region/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

STAVROULIA, K. *et al.* Virtual reality environments (VREs) for training and learning. *In: DÍAZ, P. et al. (ed.). Learning in a digital world*. Singapore: Springer, p. 195-211, 2019.

TOM DIECK, M. C.; JUNG, T. (ed.). **Augmented reality and virtual reality: the power of ar and vr for business**. Cham: Springer International Publishing, 2019.

TSUKIKAWA, R. *et al.* Construction of experimental system SPIDAR-HS for designing VR guidelines based on physiological behavior measurement. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY*, 2018, Cham, **Proceedings** [...], p. 245-256, Springer, Cham, 2018.

WERRLICH, S. *et al.* Assembly training: comparing the effects of head-mounted displays and face-to-face training. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL, AUGMENTED AND MIXED REALITY*, 2018, Cham, **Proceedings** [...], p. 462-476, Springer, Cham, 2018.



# O *LEARNING ANALYTICS* E SUA PERFORMANCE NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Isadora Valle Sousa  
Marta Macedo Kerr Pinheiro

---

## 1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico está influenciando um intenso processo de mudanças no contexto educacional. A facilidade de acesso a equipamentos digitais (*smartphones, tablets, smartwatches* etc.) e a conteúdos personalizado na internet (WELLER, 2007) tem dificultado o dia a dia dos professores e instituições de ensino que tentam manter a motivação e o envolvimento dos alunos, um dos maiores desafios atuais na educação (LEE; HAMMER, 2011 *apud* DICHEVA *et al.*, 2015). O uso de tecnologias para promover o aprendizado é inevitável e lutar contra essa realidade é quase impossível. Sendo assim, torna-se necessário que alunos, professores e gestores passem a adaptar suas práticas educacionais e permitir uma maior integração com as tecnologias de aprendizagem.

Com o crescimento explosivo do número de ferramentas digitais utilizadas nas atividades diárias de aprendizagem, os cientistas da informação e da educação têm encontrado desafios para lidar com os dados gerados. Conforme exposto pelos especialistas em análise de aprendizagem, as organizações de ensino são incapazes de compreender os dados na mesma velocidade que eles surgem, são ineficientes no que tange o uso desses dados e sofrem pressão constante para reduzir custos e aumentar a eficiência (LONG; SIEMENS, 2011). Segundo Teasley (2019), a maioria das instituições de ensino da atualidade ainda utiliza muito pouco os dados dos alunos para melhorar o ensino e a aprendizagem.

O cenário apresentado explica a necessidade de disseminar a aplicação de sistemas inteligentes que utilizam *Learning Analytics* (LA) para análise de dados de aprendizagem. Esses sistemas de dados inteligentes podem descobrir e revelar informações e fazer conexões que possibilitam a criação de modelos preditivos que resultam no aprimoramento do ensino e da aprendizagem (MATTINGLY *et al.*, 2012; LUPTON; WILLIAMSON, 2017). Contudo, os sistemas de LA dependem de dados gerados por outros subsistemas do processo de aprendizagem e, seu design e aplicação devem seguir regras

importantes de privacidade e proteção de dados. Portanto, neste capítulo será abordado não apenas os conceitos (Seção 1), o apoio a tomada de decisão (Seção 2) e a avaliação (Seção 3) dos sistemas inteligentes de *Learning Analytics*, como também sua interação com os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (Seção 3.1), a Aprendizagem Gamificada (Seção 3.2), os Ambientes de Realidade Virtual (Seção 3.3) e os requisitos de privacidade e proteção de dados (Seção 4.0).

## 2. Learning Analytics

O crescimento explosivo do número de ferramentas digitais utilizadas nas atividades diárias de aprendizagem tem proporcionado a geração de informações em uma escala sem precedentes, oferecendo desafios para os cientistas da informação e da educação (TEASLEY, 2019). O excesso de informação dificulta e, às vezes, impossibilita a análise de dados de forma manual (KURILOVAS, 2019), tornando-se necessário o uso de tecnologias que aplicam diversas técnicas como mineração de dados, estatísticas e visualização da informação para atingir os mais diversos objetivos, como a predição, tutoria, adaptação e a personalização.

Para Siemens *et al.* (2011), as soluções tecnológicas que utilizam técnicas de análise de dados no âmbito educacional, objetivando a extração de conhecimento de modo que se possa proporcionar às partes interessadas uma melhor informação e um profundo conhecimento sobre os fatores dentro do processo de aprendizagem, são chamadas de *Learning Analytics (LA)*. O *Learning Analytics* utiliza modelos preditivos que fornecem para os usuários (alunos, instrutores e instituições de ensino) informações acionáveis baseadas em uma abordagem multidisciplinar de processamento de dados, aprimoramento do aprendizado de tecnologia, mineração educacional de dados e visualização (SCHEFFEL *et al.*, 2014).

As pesquisas sobre a *Learning Analytics* ainda são incipientes, tendo ocorrido sua primeira conferência internacional no ano de 2011, na cidade de Banff, Alberta, Canadá. Conforme exposto pelos especialistas durante a conferência, as organizações de ensino são: (i) incapazes de compreender os dados sobre conhecimento, ensino e aprendizagem na mesma velocidade que eles surgem; (ii) são ineficientes no que tange o uso dos dados que os alunos “descartam” enquanto acessam os materiais de aprendizagem, interagem com os outros usuários e criam novos conteúdos; e (iii) sofrem pressão constante para reduzir custos e aumentar a eficiência (LONG; SIEMENS, 2011; TEASLEY, 2019). Diante deste cenário, o *Learning Analytics* promete ser uma lente importante através da qual se pode visualizar e planejar mudanças na educação, uma vez que auxilia na “medição, coleta, análise e relato de dados

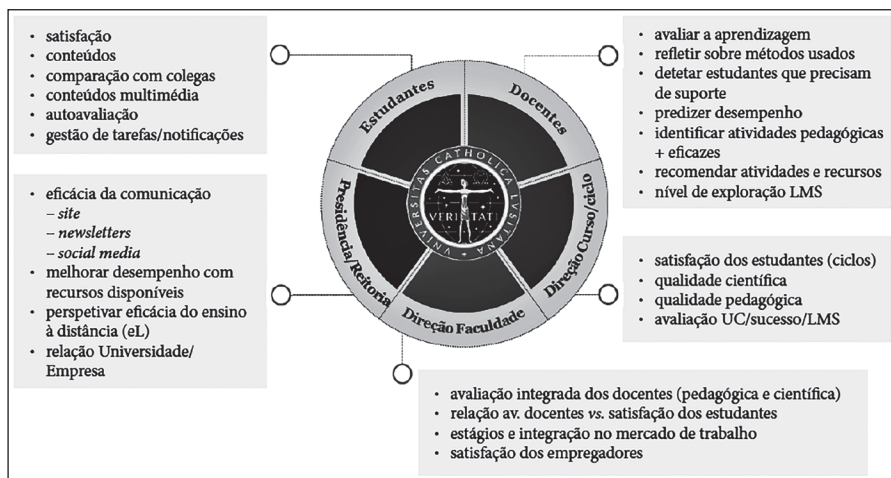
sobre alunos e seus contextos, para fins de compreensão e otimização da aprendizagem e dos ambientes onde ela ocorre” (LONG; SIEMENS, 2011, p. 34).

Conforme apresentado por Teasley (2019), os primeiros trabalhos acadêmicos no campo de *Learning Analytics* focaram-se na identificação de variáveis-chave para prever os resultados dos alunos, como retenção e tempo para obtenção de títulos. Com o passar do tempo, além de prever os resultados de desempenho, os pesquisadores de *LA* se dedicaram ao desenvolvimento de sistemas para apresentar visualmente as métricas de desempenho, possibilitando o monitoramento do progresso dos alunos e a identificação dos que precisam de intervenção acadêmica. Nos últimos anos, no entanto, observou-se um número crescente de sistemas desenvolvidos para fornecer inteligência acionável (informações mais robustas que auxiliam na tomada de decisão) aos instrutores, orientadores acadêmicos e, mais recentemente, diretamente aos alunos (TEASLEY, 2019).

### **3. *Learning Analytics* para a tomada de decisão**

Para Scheffel *et al.* (2014), o uso do *Learning Analytics* aumenta a conscientização dos alunos, educadores e gestores auxiliando-os na tomada de decisões construtivas e no desempenho de suas tarefas com mais eficácia. Contudo, a necessidade de informação varia conforme os interesses dos usuários e os sistemas inteligentes apoiados por *LA* devem ser capazes de capturar e tratar os dados de forma a gerar informações que podem ser utilizadas pelos diferentes atores do processo de aprendizagem. A complexidade de um sistema de *LA* no que tange à geração de informação útil para cada usuário pode ser compreendida por meio da análise da Figura 1, que apresenta o *LA* na perspectiva da CatólicaPorto através de um modelo que relaciona o usuário à sua necessidade de informação (ANDREIA; FERREIRA, 2016).

**Figura 1 – O Analytics na Perspetiva da Católica.Porto**



Fonte: Andreia e Ferreira (2016).

Ao examinar o modelo na perspetiva do usuário aluno, percebe-se que os dados de interesse desse usuário são pessoais e estão diretamente relacionados aos seus resultados de aprendizagem, desenvolvimento cognitivo e qualidade educacional. Tal fato explica porque o desenvolvimento de ambientes educacionais personalizados têm sido um dos principais focos dos professores e das instituições de ensino. Dawson *et al.* (2014) e Kurilovas (2019) afirmam que a próxima geração de ambientes de aprendizado deve fornecer informações e recursos adaptados às necessidades e interesses do aluno, integrando interações, habilidades e competências ao mapeamento do conhecimento das disciplinas. Segundo Chatti; Muslim (2019), esses ambientes de aprendizagem personalizados são ancorados por soluções tecnológicas como os sistemas de *LA*, que colocam à disposição dos alunos informações que lhes permite controlar seu próprio desenvolvimento e aprendizado.

Analisando o modelo na perspetiva do usuário professor, percebe-se que os dados de interesse estão centrados no uso da informação para gerar conhecimentos sobre a disciplina, os alunos e os contextos, de forma a possibilitar a elaboração de designs de aprendizagem eficientes e adaptados. Mor *et al.* (2015 *apud* TOETENEL; RIENTIES, 2016) concordam com o modelo ao sugerirem que, quando apoiados por sistemas inteligentes de análise de dados de aprendizagem, os professores possuem a vantagem de desenvolver um conhecimento mais profundo do contexto do aprendizado e das características dos alunos, o que lhes permite alavancar processos de aprendizagem mais eficientes e adaptados aos objetivos do curso.

Na perspectiva dos usuários responsáveis pela direção do curso e da instituição de ensino, o modelo sugere que as informações geradas pelo sistema de aprendizagem estão relacionadas à tomada de decisões estratégicas e administrativas. Para Polonetsky e Jerome (2014), os usos das instituições de ensino das informações dos alunos podem ser divididos em quatro categorias: usos administrativos, usos instrucionais, uso da avaliação e medição da educação, e outras categorias opcionais, ou não-educacionais. Assim, esses usuários analisam e utilizam as informações de aprendizagem para administrar efetivamente as instituições e melhorar o aprendizado dentro da sala de aula e fora dela.

#### **4. Análise e avaliação dos sistema de *Learning Analytics***

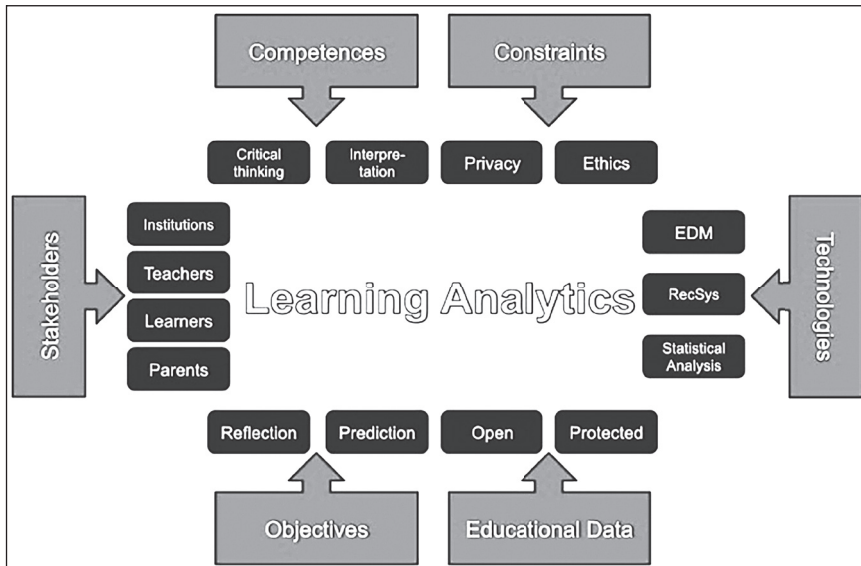
A diversidade dos sistemas educacionais, que envolvem dados e usuários muito distintos, exige que uma avaliação dos reais efeitos do *LA* nos usuários seja feita antes da implantação dessa tecnologia. Cientes dessa necessidade, pesquisadores da temática propuseram metodologias que auxiliam na compreensão dos problemas que os usuários desejam resolver e na avaliação dos sistemas de *Learning Analytics* que se propõe a solucionar esses problemas. Este capítulo apresentará quatro desses métodos.

O primeiro modelo, o “What? Who? Why? How?”, foi proposto por Chatti *et al.* (2012) e visa identificar oportunidades e possibilidades em cada uma das seguintes dimensões:

- “O quê?”, do inglês What? – Definição de quais dados serão utilizados para análise;
- “Quem?”, do inglês Who? – Identificação dos alvos ou dos interessados da análise;
- “Por quê?”, do inglês Why? – Avaliação dos objetivos dos tipos de cada análise;
- “Como?”, do inglês How? – Identificação e definição das técnicas que farão parte da análise dos dados.

O segundo modelo, o das dimensões críticas, foi proposto por Greller e Drachsler (2012) e auxilia na avaliação do domínio e aplicação do *Learning Analytics* em seis dimensões críticas. Cada dimensão pode ser subdividida em instâncias, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2 – Dimensões Críticas do Learning Analytics**



Fonte: Greller e Drachsler (2012).

O terceiro modelo foi proposto por Dawson e Siemens (2014) e trata-se do mapeamento das várias formas de aprendizagem para técnicas e aplicações de *Learning Analytics*, conforme ilustrado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Técnicas e Aplicações de LA Segundo a Forma de Aprendizagem**

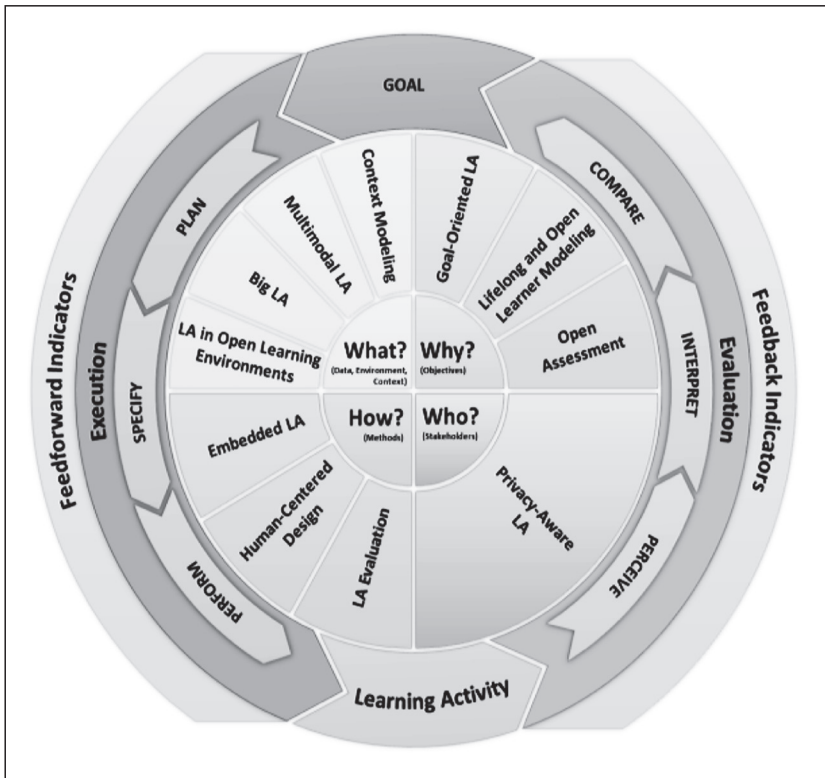
Aprendizagem Múltipla	Técnicas e Aplicações de LA
Experimentação	Modelagem Mapeamento do Domínio de Conhecimento
Produção e Criação	Personalização Mapeamento Estruturado Predição
Agilidade de <i>Network</i> e Cidadania	Mineração de relacionamento Modelagem
Eficácia e Eficiência da Tarefa	Mapeamento Estruturado Predição

Fonte: Adaptado de Dawson e Siemens (2014).

O quarto modelo apresentado é o *Personalization and Learning Analytics (PERLA) Framework* (Figura 3) proposto por Chatti e Muslim (2019). Ao desenvolverem o PERLA, os autores objetivavam fornecer aos pesquisadores e desenvolvedores de *LA* uma maneira sistemática de projetar e desenvolver indicadores que auxiliam na medição da eficiência e eficácia do *LA*.



**Figura 3 – Personalization and Learning Analytics (PERLA) Framework**



Fonte: Chatti e Muslim (2019).

Os quatro modelos tem como objetivo auxiliar os usuários na avaliação de sistemas inteligentes apoiados por *LA*, buscando alcançar as seguintes vantagens apresentadas por Andrade e Ferreira (2016): (i) detecção precoce de alunos em risco (alunos que não cumprem prazos de entrega, possuam resultados negativos ou não se manifestam nas atividades); (ii) personalização e adaptação do processo de aprendizagem; (iii) os efeitos positivos na motivação, confiança e realização do aluno; (iv) a maximização do uso do tempo e do esforço dos professores; (v) a melhoria dos processos de desenvolvimento curricular; e (vi) visualizações interativas de informações complexas.

Para alcançar o objetivo de fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades almejados pelos usuários, o *LA* utiliza dados provenientes de diferentes subsistemas do processo de aprendizagem. Orientado pela temática do livro, optou-se por analisar neste capítulo sistemas de *LA* que utilizam para suas análises dados gerados por Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Aprendizagem Gamificada e Ambientes de Realidade Virtual.

## 5. *Learning Analytics* e os subsistemas do processo de aprendizagem

Os dados analisados pelos sistemas de *Learning Analytics* são distintos e podem ser provenientes de uma variedade infinita de subsistemas do processo de aprendizagem. Segundo Teasley (2019), esses dados podem representar o processo de aprendizagem (registros da atividade do aluno, uso da biblioteca, recursos acessados etc.) e os produtos da aprendizagem (evidência de aprendizagem encontrada em postagens de discussão, blogs, tweets, hashtag etc.). Visando compreender como esses dados são gerados e transformados em informações úteis para os usuários, nas subseções a seguir serão analisados três desses subsistemas e suas relações com o *LA*.

### 5.1 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

No mundo on-line no qual a entrega de conteúdo é global e conforme a demanda do usuário (WELLER, 2007) e o acesso à informação é praticamente ilimitado, muito têm se discutido sobre como a internet pode ser mais bem empregada na educação. Diante deste contexto, o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) tem se destacado por intermediar o aprender de maneira assíncrona, “em qualquer lugar” e “a qualquer momento” (CHOU; LIU, 2005). O ambiente virtual de aprendizagem é definido por Wilson (1996 *apud* CHOU; LIU, 2005, p. 65) como “ambientes baseados em computador que são sistemas relativamente abertos, permitindo interações e compartilhamento de conhecimento com outros participantes e instrutores e fornecendo acesso a uma ampla gama de recursos”. Para Hill; Hannafin (1997 *apud* CHOU; LIU, 2005), o objetivo do AVA é enfatizar o autocontrole, modelos de pensamento difuso, pontos de vista diversos e pensamento independente.

Segundo Weller (2007), os principais componentes de um AVA incluem: (i) mapeamento de currículo (dividindo o currículo em seções que podem ser atribuídas e avaliadas); (ii) rastreamento de alunos; (iii) suporte on-line para professor e aluno; (iv) comunicação eletrônica (e-mail, discussões encadeadas, bate-papo, publicação na Web); e (v) links da internet para recursos curriculares externos. Dillenbourg *et al.* (2002) e Pan *et al.* (2006) acrescentam que os ambientes virtuais de aprendizagem não se restringem à educação à distância, muito pelo contrário, eles enriquecem as atividades em sala de aula. Para os autores, o AVA é um espaço de informações projetado onde as interações educacionais ocorrem. Trata-se de um espaço virtual que utiliza diferentes formas de representação das informações, que integra tecnologias heterogêneas e múltiplas abordagens pedagógicas e permite ao aluno exercer

o papel de ator do seu processo de aprendizagem. A pesquisa realizada por Chou e Liu (2005) sugere que os alunos que aprendem habilidades básicas de TI nos AVAs têm melhor eficácia de aprendizado do que seus colegas nas salas de aula tradicionais. Os autores ainda ressaltam que:

O estudo apoia a hipótese de que o clima de aprendizado emocional do aluno no AVA é mais alto do que seus colegas no ambiente tradicional. O AVA fornece aos alunos ferramentas para promover a expressão do conhecimento tácito e sua reinterpretação em conhecimento explícito. Além disso, os alunos avaliam seu progresso e suas necessidades instrucionais durante a aprendizagem individual. Para resumir, parece razoável supor que o alto clima sócio emocional seja devido à capacidade de facilitar as interações em grupo e auxiliar os alunos a medir seu progresso e necessidades institucionais (STEINBERG, 1989; MILHEIM; MARTIN 1991; DENNIS; VALACICH 1994 *apud* CHOU; LIU, 2005, p. 75).

No que tange à coleta de dados, Chou; Liu (2005) afirmam que os ambientes virtuais de aprendizagem são uma das melhores ferramentas de coleta de dados confiáveis e de alta qualidade. Entende-se que nem todos os usuários possuem familiaridades com tecnologia e que tal deficiência pode interferir na coleta de dados e, conseqüentemente, na interpretação desses dados, mas os autores argumentam que esse problema pode ser minimizado com o uso de plataformas de fácil navegação e design intuitivo. Segundo Ruangvanich; Nilsook (2018), a arquitetura de ambientes virtuais de aprendizagem que visam gerar dados de qualidade para análise deve levar em consideração dez elementos principais, que são: localização, contexto, relacionamento social, interoperabilidade, conectividade, adaptabilidade, onipresença, registro de dados, interação e engajamento.

Para o *Learning Analytics*, o AVA fornece dados de *login* do aluno que representam, por exemplo: o número de acessos, o tempo de permanência na plataforma, o tempo gasto para realização de uma atividade ou para responder uma questão, a participação em fóruns, as notas, entre outras informações (TEASLEY, 2019). Esses dados auxiliam os professores e alunos na identificação de carências e expertises, assim como na elaboração de perfis e no desenvolvimento de processos de ensino personalizados (AVELLA *et al.*, 2016; LUPTON; WILLIAMSON, 2017). As instituições, por sua vez, podem utilizar os dados coletados para identificar os cursos com melhores desempenhos ou aqueles de maior evasão, avaliar a performance dos seus docentes e discentes e gerar históricos acadêmicos.

Para Aluja-Banet *et al.* (2017), as análises de *LA* para dados de AVA podem ir além da convencional análise de desempenho e ser capaz de medir

a motivação de um aluno para uma determinada tarefa, de uma determinada disciplina e em um determinado dia. Em sua pesquisa, os autores desenvolveram um sistema capaz de fornecer aos professores e às partes interessadas informações objetivas e precisas, quase que em tempo real, sobre a motivação dos alunos para a aprendizagem, possibilitando a adaptação e a personalização mais assertiva das metodologias e estratégias de ensino. Em sua pesquisa, Rienties *et al.* (2017) também desenvolveram um ambiente virtual de aprendizagem que combinava os princípios de *LA* e de Big Data com design de aprendizagem que auxilia alunos e professores a explorar e compreender as complexidades e a dinâmica da aprendizagem de línguas.

Por fim, Ruangvanich; Nilsook (2018) afirmam que os ambientes virtuais de aprendizagem devem ser capazes, não apenas de permitir que os aprendizes utilizem recursos digitais e interajam com as estruturas de aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento, mas também de oferecer informações, ferramentas e sugestões inteligentes no lugar certo, no tempo exato e da forma certa. Sendo assim, percebe-se que o *LA* apoiado em dados confiáveis de AVA facilita e fortalece a tomada de decisão do usuário, seja ele aluno, professor ou instituição.

## 5.2 Aprendizagem Gamificada

O termo “Gamificação” é definido por Deterding *et al.* (2011, p. 10) como “o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos” é um termo relativamente novo, que entrou no vocabulário convencional em 2011 (DICHEV; DICHEVA, 2017) e que tem se popularizado rapidamente (DICHEVA *et al.*, 2015). Nos últimos anos, grandes investimentos têm sido feitos em tecnologias aplicadas aos jogos digitais tornando-os mais atraentes e aumentando sua presença em áreas diversas como negócios, *marketing*, gerenciamento corporativo, iniciativas de bem-estar (PEREIRA JR., 2018; DICHEVA *et al.*, 2015) e na educação (DICHEV; DICHEVA, 2017). A crescente popularidade da Gamificação é decorrente, sobretudo, da crença em seu potencial de promover motivação, mudanças comportamentais, competição amigável e colaboração em diferentes contextos (DICHEV; DICHEVA, 2017).

Segundo Pereira Jr (2018), os jogos digitais podem ser classificados conforme o seu propósito principal de entretenimento ou aprendizagem. Enquanto os jogos comerciais para entretenimento são desenvolvidos essencialmente para diversão e recreação, os jogos para aprendizagem possuem a educação como propósito principal. Apesar desta classificação, Pereira Jr (2018) ressalta que segundo Eseryel *et al.* (2012), os jogos, desde os mais antigos até aqueles de mais alta tecnologia, sempre foram um meio de educação. Para o

autor, jogando, o homem pode exercitar os seus processos mentais e provocar o desenvolvimento da sua linguagem e de seus hábitos sociais.

Com o desenvolvimento dos estudos em jogos digitais, surgiram na literatura outras denominações derivadas dos jogos educativos, tais como: jogos sérios e jogos epistêmicos (PEREIRA JR., 2018). Os jogos sérios, conforme Sawyer e Smith (2008 *apud* PEREIRA JR., 2018) são jogos desenvolvidos para fins educacionais mais específicos utilizados para treinamento e mudanças de comportamento. Os jogos epistêmicos, por sua vez, são aqueles que se baseiam no conceito “práxis pedagógicas” e na ideia de quadros epistêmicos para ajudar os alunos a aprender a pensar como profissionais, através de situações que simulem a atividade profissional, de uma forma envolvente, divertida, agradável e personalizada (PEREIRA JR., 2018).

Dichev e Dicheva (2017) afirmam que a Educação Gamificada (*Gameful Learning*) apoia o aprendizado em diversos contextos e áreas de estudo por meio da introdução de elementos de design de jogos e experiências de jogos no design de processos de aprendizagem. Embora os primeiros jogos educativos se assemelhassem a livros eletrônicos gamificados (PEREIRA JR., 2018), atualmente, os jogos educativos se tornaram valiosas ferramentas para o ensino, uma vez que reforçam não apenas o conhecimento, mas também habilidades importantes, como resolução de problemas, colaboração e comunicação. Como o auxílio dos elementos de jogos em suas práticas de ensino, os professores podem exercer mudanças no tipo e na estrutura das tarefas atribuídas aos alunos, objetivando apoiar melhor a motivação intrínseca, aumentando simultaneamente as oportunidades para os alunos terem autonomia e mitigando o impacto do fracasso (AGUILAR *et al.*, 2018). Corroborando Pereira Jr (2018) explica que a imersão do aluno no jogo o coloca em um estado de total disponibilidade para aprender tornando-o sujeito ativo do seu próprio processo de aprendizagem. Para o autor, os jogos digitais são instrumentos de prática que geram aprendizados de forma divertida, ao mesmo tempo em que expõem o jogador a atividades intelectuais desafiadoras que podem gerar frustração em determinados momentos, induzindo-o a superar suas limitações. O autor ainda ressalta que as informações que o aluno recebe durante o jogo podem ser aplicadas imediatamente, proporcionando-lhe transformá-la em conhecimentos e habilidades quase que instantaneamente.

Ao utilizarem os jogos digitais em seu processo de aprendizagem, os alunos geram dados preciosos para os sistemas inteligentes de *Learning Analytics*. Segundo Alonso-Fernández *et al.* (2019), é essencial que o design dos jogos educativos siga o Modelo de *Learning Analytics* (LAM) que estabeleça: 1) como o design educacional e os objetivos de aprendizagem estão vinculados aos objetivos e mecânicas do jogo e 2) quais dados de interação

devem ser coletados, como serão coletados, analisados e apresentados de forma significativa aos diferentes usuários (PEREZ-COLADO *et al.*, 2018 *apud* ALONSO-FERNÁNDEZ *et al.*, 2019). Sendo assim, os jogos precisam ser cuidadosamente projetados de forma que os dados necessários para os usuários possam ser extraídos e analisados por sistemas de *LA* que forneçam informações úteis para a avaliação dos jogos e dos alunos que os utilizam Alonso-Fernández *et al.* (2019).

Com o auxílio das informações geradas por *LA* apoiado em dados da aprendizagem gamificada, alunos, professores e instituição podem tomar decisões estratégicas no que diz respeito, principalmente, às práticas de ensino personalizado. Os resultados da pesquisa realizada por Hakulinen *et al.* (2013), por exemplo, mostraram por meio da análise de dados de um processo gamificado de aprendizagem que os distintivos de desempenho incentivam alguns alunos a praticar comportamentos positivos de aprendizagem, incluindo a conclusão rápida do trabalho, com maior cuidado e muito antes dos prazos. Os autores ainda puderam identificar que alguns alunos revisaram os exercícios várias vezes.

Em seus estudos Alonso-Fernández *et al.* (2019) também apresentam três exemplos da integração entre a aprendizagem gamificada e o *learning analytics*. O primeiro é do jogo *Conectado*, um jogo de aventura que aborda a temática do *bullying* e do *cyberbullying*. Na época do estudo o jogo coletava dados que incluíam: as opções escolhidas pelos alunos em alguns diálogos relevantes, as mudanças nos padrões de amizade com os colegas e pais, as interações com outros colegas e pais, as interações com outros elementos do jogo, o tempo para completar cada dia de jogo e o jogo completo, e as informações sobre a conclusão ou não do jogo. Com base na análise dos dados coletados foi possível identificar alguns problemas de design do jogo, elaborar *feedbacks* para controlar a intervenção dos professores e comprovar a eficiência do jogo em aumentar a consciência dos alunos sobre o *bullying* e o *cyberbullying*. O segundo jogo avaliado por Alonso-Fernández *et al.* (2019) foi o *DownTown, a Subway Adventure*, um jogo de espionagem. Os dados coletados por esse jogo incluíam: configuração de avatar e preferências de acessibilidade, tentativas de completar cada minijogo, número de estações corretas e incorretas em cada rota, número de cliques em alguns elementos de interface, progresso por carimbo de data/hora, tempo gasto em cada rota, tempo para completar cada sessão ou *minigame*, tempo total de jogo, tempo de inatividade e tempo e número de tentativas de completar cada tarefa após pedir ajuda. A análise desses dados ajudou na validação do design do jogo em relação às habilidades cognitivas dos alunos, bem como a identificar alguns problemas no desenvolvimento do *software*. Por fim, o terceiro jogo analisado

por Alonso-Fernández *et al.* (2019) foi o *First Aid Game*, um jogo de primeiros socorros que visa instruir na ressuscitação cardiopulmonar. Na época do estudo o jogo coletava dados que incluíam: se os jogadores completaram ou não o jogo, a pontuação total obtida, a pontuação inicial e máxima obtida em cada um dos três níveis, as interações com elementos do jogo, as respostas corretas e as incorretas e quantas vezes cada nível foi repetido. Por meio da análise preliminar desses dados foi possível prever com alta precisão os resultados dos alunos e criar cenários que auxiliaram os professores a compreender a evolução dos alunos.

Segundo Serrano-Laguna *et al.* (2017), de uma forma geral, os dados coletados pelos jogos educativos e utilizados pelo sistema de *LA* para a geração de informações para a tomada de decisão incluem: (i) *timestamp*, que representa o momento em que o evento é gerado; (ii) ID do usuário, que identifica o jogador que deu origem ao evento; (iii) *status* de conclusão do jogo ou nível do jogo, que representa o progresso do aluno em direção a uma meta de aprendizagem; (iv) o tempo gasto para tomar decisões e a proporção de acertos/erros, permitindo o rastreamento das escolhas realizadas pelos jogadores em um determinado contexto; e (v) as pontuações, o número de mortes no jogo e ou moedas coletadas, que estão ligadas ao desempenho do jogador e podem revelar o nível de sucesso nos objetivos de aprendizagem envolvidos. Embora Serrano-Laguna *et al.* (2017) tenha identificado os eventos e interações mais comuns entre os jogos educativos e o *LA*, cada jogo pode coletar e integrar dados específicos de acordo com sua finalidade.

Por fim, pode-se concluir que os sistemas de *Learning Analytics* apoiados em dados gerados por jogos educativos amparam professores e instituições de ensino no enfrentamento de dois grandes problemas do sistema educacional da atualidade que são, segundo Lee e Hammer (2011 *apud* DICHEVA *et al.*, 2015): a motivação e o envolvimento dos alunos.

### 5.3 Ambientes de Realidade Virtual

Duas definições de Realidade Virtual são apresentadas por Kirner e Kirner (2011, p. 14): a primeira, de Burdea e Coiffet (1994), “Realidade Virtual é uma interface computacional avançada que envolve simulação em tempo real e interações através de canais multisensoriais”; a segunda, de Kirner (2011), “Realidade Virtual é uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por computador, usando seus sentidos, através de dispositivos especiais”. Estudos apontam que a origem da Realidade Virtual (RV) está na década de 60 com o desenvolvimento do SketchPad por Ivan Sutherland (SUTHERLAND, 1963

*apud* KIRNER; SISCOUTTO, 2007). Contudo, a popularização dessa tecnologia como uma nova interface de usuário foi, inicialmente, inibida por dois problemas: 1) a necessidade de equipamentos especiais tipo capacete, luva, óculos estereoscópicos, mouses 3D, entre outros, para fazer com que o usuário fosse transportado para o ambiente virtual; e 2) o desconforto inicial e as dificuldades de interação que esse transporte causava ao usuário. Assim, foi apenas na década de 90, “quando o avanço tecnológico propiciou condições para a execução da computação gráfica interativa em tempo real” (KIRNER; SISCOUTTO, 2007, p. 4-5), que a Realidade Virtual ganhou destaque.

Kirner e Tori (2006) explicam que, com o passar dos anos, o avanço da multimídia e da Realidade Virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores e pelo aumento da largura de banda das redes, permitiu a transferência de imagens e outros fluxos de informação de forma mais eficiente, o que possibilitou a integração, em tempo real, de vídeo e ambientes virtuais interativos. Essa evolução deu origem, ainda na década de 90 (KIRNER; SISCOUTTO, 2007), ao que os estudiosos chamam de Realidade Aumentada (RA). Segundo Kirner e Tori (2006, p. 22), “diferentemente da realidade virtual, que procura transportar o usuário para o ambiente virtual, a realidade aumentada mantém o usuário no seu ambiente físico e transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário”. Corroborando, Kirner e Kimer (2011, p. 14) explicam que a Realidade Virtual “transporta o usuário totalmente para o domínio da aplicação, fazendo com que ele se sinta completamente imerso no mundo virtual, interagindo com seus objetos e sentindo suas reações, através dos dispositivos multissensoriais”. Assim, de acordo com Cardoso e Lamounier Jr. (2006), ao permite a criação de uma interface homem-máquina natural e poderosa, a RV possibilita a interação, navegação e imersão do usuário em um ambiente tridimensional sintético, gerado pelo computador através de canais multissensoriais de visão, audição, tato, olfato ou paladar. Para Kirner; Kimer (2011), a Realidade Virtual apresenta as seguintes características:

- trabalha com informações multisensoriais (imagens dinâmicas, sons espaciais, reação de tato e força etc.) produzidas e manipuladas em tempo real;
- prioriza a interação em tempo real, em detrimento da qualidade das informações, se for necessário;
- exige alta capacidade de processamento gráfico, sonoro e háptico;
- usa técnicas e recursos para processamento gráfico, sonoro e háptico em tempo real;
- promove a atuação do usuário no espaço 3D;
- utiliza dispositivos especiais para interação multissensorial;
- exige adaptação e treinamento do usuário para ajustar-se ao mundo virtual. (KIRNER; KIMER, 2011, p. 14-15)



Devido às suas características, a Realidade Virtual apresenta uma interessante variedade de novas possibilidades de aprendizado aprimorado pela tecnologia, tornando-se uma solução interessante para professores e educadores que buscam rotineiramente novas ferramentas, técnicas e tecnologias para aprimorar o ensino e envolver os alunos. Segundo Rieber (1992 *apud* MARTIROSOV; KOPECEK, 2017), as simulações de RV fornecem um contexto realista no qual os indivíduos podem explorar, experimentar e ver resultados imediatos à medida que criam seus próprios modelos ou tentam teorias sobre o conceito modelado. Os autores ainda apontam que estudos realizados neste campo sugerem que o treinamento em ambientes virtuais pode: (i) substituir as horas gastas no mundo real; (ii) aumentar o desempenho da aprendizagem; (iii) ajudar os alunos com deficiência com acessibilidade ao conhecimento; (iv) facilitar a usabilidade e aprimorar a interação; (v) ajudar a reconstruir e navegar por ambientes inexistentes; e (v) possibilitar a realização de treinamentos que não são possíveis em ambiente físico devido a riscos e custos (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017).

Para Bell e Foglerl (1995), Piho (2000) e Meiguins (1999) citados por Cardoso e Lamounier Jr. (2006), as principais vantagens da utilização de técnicas de RV para fins educacionais, são: (i) a motivação de estudantes e usuários de forma geral; (ii) o grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídias; (iii) a visualização de detalhes e objetos; (iv) a visualização de objetos que estão distantes, como um planeta ou um satélite; (v) os experimentos virtuais que podem ser acessados de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica; (iv) a interação, que exige a participação ativa de cada participante dentro de um processo de visualização; (v) a criatividade, catalisando a experimentação; (vi) a igualdade de comunicação para estudantes de culturas diferentes; e (vii) o ensino de habilidades computacionais e de domínio de periféricos.

Alguns estudos ainda sugerem que um dos grandes benefícios dos ambientes virtuais de treinamento é possibilitar ao aluno experiência de primeira pessoa. A educação tradicional, por outro lado, utiliza, na maioria das vezes, experiências de terceira pessoa nas quais o aluno ouve o relato de uma experiência ou aprende a partir da descrição feita pelo professor. Para Cardoso e Lamounier Jr. (2006), enquanto as experiências de primeira pessoa são naturais, e geralmente, privadas, as experiências de terceira pessoa são objetivas, conscientes e implícitas.

Para Santamaría-Bonfi *et al.* (2020), uma das principais vantagens do uso de ambiente de realidade virtual na educação está na sua capacidade de fornecer dados valiosos sobre o comportamento e a interação dos alunos. Segundo os autores, os dados coletados por meio de ambientes de RV variam

conforme o contexto, o problema a ser monitorado, a finalidade da coleta de dados, a natureza e o tamanho do registro que é útil analisar. Esses dados são utilizados, em sua maioria, para gerar pontuação automatizada, permitindo a comparação das interações dos alunos com as de especialistas com o objetivo de identificar alunos treinados e não treinados (Santamaría-Bonfi *et al.*, 2020).

Em sua pesquisa, Santamaría-Bonfi *et al.* (2020) apresentam um modelo baseado em *LA* que utiliza vários classificadores para discriminar entre alunos treinados e não treinados em diferentes manobras por meio da análise de três notas mínimas de avaliação de proficiência. O modelo também utiliza ferramentas de visualização que analisam os dados de rastreamento dos alunos para representar variáveis comportamentais não observáveis relacionadas aos erros exibidos. Por fim, por meio do modelo, Santamaría-Bonfi *et al.* (2020) conseguiram identificar os erros mais comuns dos alunos e traçar vários padrões de erro em dados de rastreamento associados a equívocos e confusão. Para os autores, o *LA* viabiliza a utilização dos dados gerados pelos ambientes de realidade virtual para o aprimoramento da avaliação humana no circuito.

Ao combinar RV com sensores biológicos, Hubbard *et al.* (2017) criaram um ambiente educacional virtual no qual era possível monitorar os marcadores fisiológicos de engajamento e os estados cognitivos de aprendizagem do aluno. Com o auxílio de um sistema de *LA*, essas informações foram utilizadas para criar um sistema de feedback que utilizava os dados para alterar o ambiente de realidade virtual de forma adaptativa para refletir o estado do aluno. Santamaría-Bonfi *et al.* (2018 *apud* Santamaría-Bonfi *et al.*, 2020) também desenvolveram um sistema de *LA* que utilizava a árvore de decisão em um modelo de pontuação automática baseado em dados de rastreamento coletados em ambientes de RV e informações de curso e perfil dos alunos. Tal sistema possibilitou a elaboração do perfil dos alunos e a identificação de alunos treinados. O modelo de pontuação automática também foi aplicado por Yin *et al.* (2018) em um simulador de realidade virtual (RV) para cirurgia endodôntica. No modelo desenvolvido pelos autores, com o auxílio de um sistema de *LA*, os dados de rastreamento coletados foram avaliados, relacionados com os procedimentos padrões e transformados em feedbacks formativos que foram comunicados em uma linguagem natural para os alunos de odontologia.

Analisando os exemplos apresentados nesta seção, percebe-se que a integração entre o *Learning Analytics* e os três subsistemas analisados pode auxiliar no aprimoramento dos processos de aprendizagem gerando benefícios para todos os envolvidos (alunos, professores e instituições de ensino). Sendo assim, por meio de dados gerados pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, pela Aprendizagem Gamificada e pelos Ambientes de Realidade Virtual é possível analisar elementos como a participação do aluno, seu envolvimento em

práticas colaborativas e seu desempenho individual, o que torna a avaliação do processo de aprendizagem mais fácil e eficaz, auxiliando, de um lado, os alunos na identificação de suas habilidades, fraquezas e preferências, e do outro, os professores e instituições na elaboração de práticas de ensino que integram abordagens diferentes de aprendizagem, fortalecem a criatividade e ajudam na retenção de alunos.

## **6. *Learning Analytics* e os requisitos de privacidade e proteção de dados**

O rápido desenvolvimento e a onipresença das tecnologias digitais mudaram drasticamente a experiência de aprendizagem e possibilitaram a geração exponencial de dados de estudantes (POLONETSKY; JEROME, 2014). Quando os alunos entram no sistema de educação formal, seja na modalidade presencial ou à distância, a coleta, o armazenamento e o processamento de dados apresenta-se como uma alternativa valiosa para gestão da aprendizagem (MOUGIAKOU *et al.*, 2018; MATTINGLY *et al.*, 2012). A gestão dos dados referente ao progresso educacional e aos resultados dos alunos usando sistema inteligentes de *Learning Analytics* tem sido uma estratégia utilizada por muitas instituições de ensino da atualidade (POLONETSKY; JEROME, 2014; HAR CARMEL, 2016; LUPTON; WILLIAMSON, 2017; MOUGIAKOU *et al.*, 2018). Contudo, os sistemas educacionais que coletam e utilizam as informações dos alunos para administrar efetivamente as escolas e melhorar o aprendizado em sala de aula, ou fora dela, o fazem de formas bastante distintas e, muitas vezes, pouco transparentes.

Os dados pessoais coletados dos alunos incluem nome, endereço, endereço de e-mail, cursos inscritos, notas recebidas, repressões disciplinares, acessos no site da instituição de ensino e outras informações (MARKOVIĆ *et al.*, 2019). O banco de dados dos sistemas educacionais podem incluir informações acadêmicas e administrativas básicas, mas também “dados rastreados” e metadados da interação dos alunos com plataformas digitais educacionais, bem como fontes inesperadas, como crachás de identificação de alunos e mídias sociais (HAR CARMEL, 2016). No Reino Unido, por exemplo, a maioria das escolas tem câmeras que rastreiam alunos e muitas usam tecnologias de rastreamento biométrico, como chips de identificação por radiofrequência em crachás ou uniformes escolares e impressões digitais ou retina para identificar crianças e monitorar seus movimentos e compras nas cantinas escolares (TAYLOR, 2013 *apud* LUPTON; WILLIAMSON, 2017).

Com os dados coletados e amparadas por sistemas de *LA*, as instituições de ensino podem acompanhar, por exemplo, a frequência dos estudantes e os

resultados dos testes para avaliar seu desempenho e usar os boletins e registros disciplinares para garantir que os alunos estejam no caminho certo (POLO-NETSKY; JEROME, 2014). Além disso, como os sistemas educacionais abordam dados de alunos de diferentes níveis de escolaridade, idade, capacidade de aprendizagem, nível de conhecimento e necessidades subsequentes, a análise desses dados permite a personalização e a adaptabilidade para identificar o conhecimento do aluno e, em seguida, projetar áreas de melhoria (MOUGIAKOU *et al.*, 2018). Segundo Teasley (2019), com o auxílio de repositórios de dados avançados formados pela integração de dados de vários sistemas de informação do aluno com dados de outros sistemas educacionais on-line (por exemplo, ambientes de aprendizado interativo, sistemas de tutoria inteligente, sistemas de portfólio eletrônico e ambientes de aprendizado pessoal), os sistemas inteligentes de *LA* podem extrair informações preciosas para a identificação de tendências, padrões e anomalias, fornecendo uma imagem muito rica do comportamento do aluno.

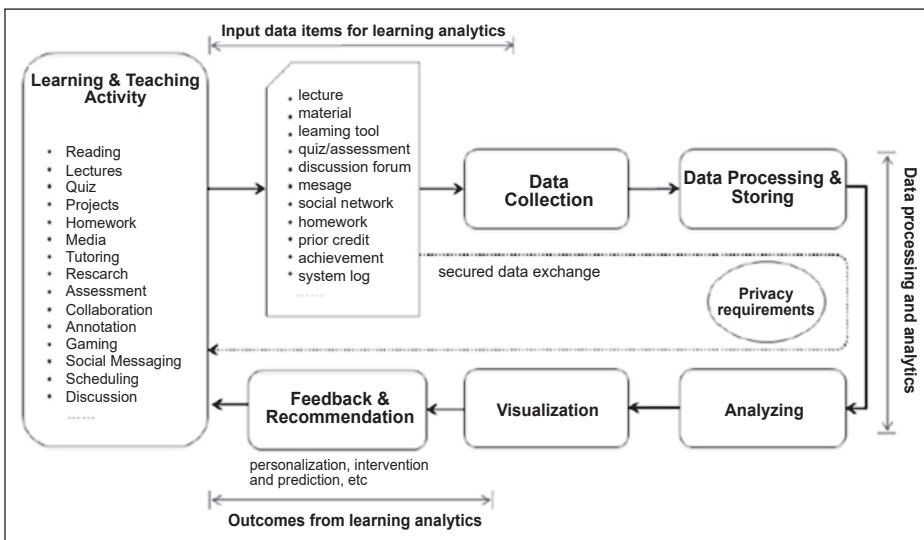
Esse futuro educacional, orientado por dados, tem que se atentar para a questão de privacidade e proteção de dados. Os sistemas educacionais suportados pela análise de aprendizagem, a educação adaptativa, a aprendizagem multimodal e outras abordagens baseadas em dados, precisam desenvolver mecanismos para garantir a privacidade e a proteção de dados dos alunos (HOEL; CHEN, 2018). Segundo o comitê ISO trabalhando em padrões de interoperabilidade para aprendizagem, educação e treinamento (ISO/IEC JTC1/SC36), os problemas de privacidade devem ser considerados em um “contexto LET (*learning, education and training*) para poder especificar princípios de privacidade e proteção de dados que abordam problemas específicos e apoiam um bom ambiente de aprendizado para os indivíduos envolvidos”. Desta forma, o projeto arquitetônico dos sistemas educacionais amparados por *Learning Analytics* devem integrar as garantias de proteção de dados em todas as etapas do processamento dos dados pessoais, da coleta até a exclusão, ou esquecimento (KIENNERT *et al.*, 2019).

Além da preocupação com a privacidade e a proteção dos dados de seus alunos, as instituições de ensino devem se preocupar com a transparência e a confiança. A instituição deve determinar, antes da coleta de dados pessoais dos alunos, as informações realmente necessárias para o cumprimento das atividades educativas (KIENNERT *et al.*, 2019). Abertura e transparência são essenciais e devem ser parte integrante das políticas institucionais. A forma como a instituição de ensino usará os dados deve ser esclarecida em um diálogo próximo com os alunos e a autorização do uso dos mesmos deve ser concedida (HOEL; CHEN, 2018).

Diante deste contexto torna-se essencial que ao utilizarem sistemas de *Learning Analytics* para coletar, processar e interpretar os dados dos alunos, as

instituições de ensino e os professores se atentem para as regras de privacidade e a proteção de dados. Se esses requisitos não forem abordados de forma adequada, a percepção de ausência deles por parte dos alunos cujos dados estão sendo usados pode minar a legitimidade do sistema e seus resultados (HOEL; CHEN, 2018; AGUILAR, 2018). Visam auxiliar designers, instituições de ensino e professores, durante o desenvolvimento e avaliação de sistemas de *LA*, o comitê ISO desenvolveu o modelo apresentado na Figura 4 no qual os seis processos no fluxo de trabalho de *Learning Analytics* (atividades de ensino e aprendizagem, coleta de dados, processamento e armazenamento de dados, análise, visualização e *feedback* e recomendações) são suportados pelos requisitos de privacidade (ISO/IEC JTC1/SC36).

Figura 4 – Fluxo de Learning Analytics



Fonte: ISO/IEC JTC1/SC36 (ISO 2016).

Visando entender melhor a relação entre os requisitos de privacidade e os processos do fluxo *LA*, Hoel *et al.* (2017), usando como ponto de partida o GDPR (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados) desenvolvido pelo Escritório do Comissário de Informação do Reino Unido (ico.org.uk), foi elaborada uma lista mais detalhada de requisitos de design para sistemas *LA* que estão sendo lançados para estruturas de privacidade. Conforme apresentado no Quadro 2, a visão geral desenvolvida por Hoel *et al.* (2017) serve como parâmetro para que as organizações envolvidas com o *Learning Analytics* compreendam suas responsabilidades e os direitos que devem ser concedidos ao indivíduo.

**Quadro 2 – Resumo dos processos do fluxo LA ancorados por Requisitos de Privacidade e Proteção de Dados**

<b>Processos de Learning Analytics</b>	<b>Descrição (ISO/IEC JTC1/SC36)</b>	<b>Requisitos de Privacidade (Hoel et al., 2017)</b>
Atividade de aprendizagem e ensino ( <i>Learning and Teaching Activity</i> )	Processo de modelagem de dados de atividades de aprendizagem a fim de decidir sobre os dados da atividade de aprendizagem que podem ser usados para análise.	Fornece informações da operação de processamento e propósito.
Coleta de dados ( <i>Data Collection</i> )	Processo de coleta e mensuração de informações sobre variáveis de interesse nas atividades de ensino e aprendizagem.	Ação afirmativa de consentimento para coleta de dados.
Processamento e armazenamento de dados ( <i>Data Processing and Storing</i> )	Processo de preparação e armazenamento de dados de fontes diversas e heterogêneas para análises interoperáveis, utilizando representação e modelo de dados padronizado.	Acesso e rectificação ou eliminação de dados pessoais;  Exercite o direito de ser esquecido;  Avaliação de risco.
Análise ( <i>Analyzing</i> )	Processo de investigação sistemática dos dados de aprendizagem, inspecionando e modelando os dados de aprendizagem com o objetivo de produzir conhecimento descritivo e possivelmente preditivo.	Informações significativas sobre a lógica envolvida;  Informações de criação de perfil.
Visualização ( <i>Visualization</i> )	Processo de criação de representações de dados abstratos, incluindo texto e representações esquemáticas, como diagramas sociais e mapas, para permitir que as partes interessadas vejam, explorem, interajam e entendam grandes quantidades de informações e raciocinem sobre dados e evidências.	Requisitos gerais sobre transparência e comunicação.
Feedback e recomendação ( <i>Feedback and Recommendation</i> )	Processo para fornecer os resultados de um ciclo de análise de aprendizagem de volta aos usuários e seus contextos para que ações corretivas possam ser tomadas.	Informações sobre a importância e as consequências previstas no processamento de dados.

Fonte: Elaborado pelos autores

As leis e regras de privacidade e proteção de dados variam conforme o país e, até mesmo, entre instituições. Sendo assim, a lista acima não é definitiva ou exclusiva, mas fornece uma melhor compreensão de como a privacidade, a pedagogia e o desenvolvimento técnico interagem e quais são as implicações para a interoperabilidade.

## 7. Considerações finais

Por meio da leitura deste capítulo é possível entender como a aplicação de sistemas de *Learning Analytics* pode auxiliar no desenvolvimento e aprimoramento dos processos de aprendizagem. Percebe-se que, o uso de tecnologias para fins educacionais tem proporcionado um acesso a dados de usuários sem precedentes e a chave para o sucesso de um processo de aprendizagem está na sua capacidade de coletar, armazenar, analisar e correlacionar esses dados de forma a fornecer informações precisas e relevantes que atendam às necessidades dos usuários. Sendo assim, a eficiência de um processo de aprendizagem recai sobre como os dados coletados são transformados em informações que auxiliam na tomada de decisão, por isso o *Learning Analytics* é essencial para garantir elementos do processo de aprendizagem como: personalização, flexibilidade, adaptabilidade, representatividade, satisfação, interação social, motivação e engajamento.

Como apresentado no capítulo, os dados utilizados pelo *Learning Analytics* são oriundos de outros subsistemas do processo de aprendizagem como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a Aprendizagem Gamificada e os Ambientes de Realidade Virtual. Todos os subsistemas analisados mostram que, quando a integração com o *LA* for bem planejada e desenvolvida, os resultados serão bastante benéficos no que tange, principalmente, à capacidade de atender as necessidades dos usuários e de promover o aprimoramento e a personalização do processo de aprendizagem.

Por fim, pode-se perceber também, por meio da leitura do capítulo, que embora o *LA* envolva sistemas robustos de coleta, armazenagem e análise de dados, existem regras e protocolos que orientam o desenvolvimento desses sistemas para que não haja violação das leis e regulamentos de privacidade e proteção de dados. Além disso, espera-se que as instituições de ensino que utilizam sistemas de *LA* solicitem, aos usuários, autorização para coleta e uso dos dados e que comuniquem de forma clara quais dados são coletados, como são armazenados e como são analisados e disponibilizados para as partes interessadas.

---

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, S. J.; HOLMAN, C.; FISHMAN, B. J. Game-Inspired Design: Empirical Evidence in Support of Gameful Learning Environments. **Games and Culture**, v. 13, n. 1, 44-70, 2018.

AGUILAR, S. J. Learning analytics: At the nexus of big data, digital innovation; social justice in education. **TechTrends**, v. 62, n. 1, p. 37-45, 2018.

ALONSO-FERNÁNDEZ, C.; CANO, A. R.; CALVO-MORATA, A.; FREIRE, M.; MARTÍNEZ-Ortiz, I.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. . Lessons learned applying learning analytics to assess serious games. **Computers in Human Behavior**, v. 99, p. 301-309, 2019.

ALUJA-BANET, T.; SANCHO, M. R.; VUKIC, I. . Measuring motivation from the virtual learning environment in secondary education. **Journal of Computational Science**, v. 36, 100629, 2019.

ANDRADE, A.; FERREIRA, S. A. . Aspetos morfológicos do tratamento de dados na gestão escolar: o potencial do analytics. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, v. 16, 289-316, 2016.

AVELLA, J. T.; KEBRITCHI, M.; NUNN, S. G.; KANAI, T. . Learning Analytics Methods, Benefits; Challenges in Higher Education: A Systematic Literature Review. **Online Learning**, v. 20, n. 2, 2016.

CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR., E. . A Realidade Virtual na Educação e Treinamento. *In*: Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. **Livro do Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality**, Para, Belém, 2006.

CHATTI, M. A.; DYCKHOFF, A. L.; SCHROEDER, U.; THUS, H. A. . Reference Model for Learning Analytics. **International Journal of Technology Enhanced Learning**, v. 5, p. 318-331, 2012.

CHATTI, M. A.; MUSLIM, A. . The PERLA Framework: Blending Personalization and Learning Analytics. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 20, n. 1, 2019.



CHOU, S-W; LIU, C-H. . Learning effectiveness in a Web based virtual learning environment: a learner control perspective. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 21, p. 65-76, 2005.

DAWSON, S.; GASEVIC, D.; SIEMENS, G.; JOKSIMOVIS, S. . Current state and future trends: a citation network analysis of the learning analytics field. *In: FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING ANALYTICS AND KNOWLEDGE*, p. 231-240, ACM, New York, NY, USA, 2014. **Proceedings** [...]. New York, 2014.

DAWSON, S.; SIEMENS, G. . Analytics to Literacies: The Development of a Learning Analytics Framework for Multiliteracies Assessment. **The International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 15, n. 4, 2014.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In: 15TH INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS*. p. 9-15, Tampere, Finland, ACM. **Proceedings** [...]. 2011, September, Tampere, Finland, ACM.

DICHEV, C.; DICHEVA, D. . Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 14, n. 9, 2017.

DICHEVA, D.; DICHEV, C.; AGRE, G.; ANGELOVA, G. . Gamification in education: A systematic mapping study. **Journal of Educational Technology; Society**, v. 18, n. 3, 2015.

DILLENBOURG, P.; SCHNEIDER, D.; SYNTETA, P. . Virtual Learning Environments. *In: 3RD HELLENIC CONFERENCE "INFORMATION; COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION"*. p. 3-18. Rhodes, Greece, 2002. **Anais** [...]. Rhodes, Greece, 2002.

GRELLER, W.; DRACHSLER, H. . Translating Learning into Numbers: a generic framework for learning analytics. **Education Technology; Society**, v. 15, n. 3, 42-57, 2012.

HAKULINEN, L.; AUVINEN, T.; KORHONEN, A. Empirical study on the effect of achievement badges in TRAKLA2 online learning environment. *In: Learning Computing and Engineering (LaTiCE)*, p. 47-54, 2013. Recuperado a partir de <http://doi.org/10.1109/LaTiCE.2013.34>

HAR CARMEL, Y. . Regulating 'Big Data Education' in Europe: Lessons Learned from the US. **Internet Policy Review**, v. 5, n. 1, 2016.

HOEL, T.; CHEN, W. . Privacy and data protection in learning analytics should be motivated by an educational maxim-towards a proposal. **Research and practice in technology enhanced learning**, v. 31, n. 1, p. 1-14, 2018.

HOEL, T.; GRIFFITHS, D.; CHEN, W. The influence of data protection and privacy frameworks on the design of learning analytics systems. *In: SEVENTH INTERNATIONAL LEARNING ANALYTICS; KNOWLEDGE CONFERENCE*. p. 243-252. **Proceedings** [...]. 2017, March.

HUBBARD, R.; SIPOLINS, A.; ZHOU, L. Enhancing learning through virtual reality and neurofeedback: A first step. *In: SEVENTH INTERNATIONAL LEARNING ANALYTICS; KNOWLEDGE CONFERENCE*. p. 398-403. **Proceedings** [...]. 2017, March.

ISO/IEC JTC1 SC36/WG8 N80. **Information technology – learning, education; training – Learning Analytics Interoperability – Part 1: Reference model**. ISO, 2016.

KIENNERT, C.; DE VOS, N.; KNOCKAERT, M.; GARCIA-ALFARO, J. The influence of conception paradigms on data protection in e-learning platforms: A case study. **IEEE Access**, v. 7, 64110-64119, 2019.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. . Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. *In: XIII SIMPÓSIO DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA*. p. 10-25, Minas Gerias, Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação, 2011. **Anais** [...]. Minas Gerias, Uberlândia, 2011.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. . Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. *In: IX SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY*, Rio de Janeiro, Petrópolis: Sociedade Brasileira de Computação, 2007. **Anais** [...]. Rio de Janeiro, Petrópolis, 2007.

KIRNER, C.; TORI, R. . Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, v. 1, p. 22-38, 2006.

KURILOVAS, E. . Advanced machine learning approaches to personalise learning: learning analytics and decision making. **Behaviour; Information Technology**, v. 38, n. 4, p. 410-421, 2019.

LONG, P.; SIEMENS, G. Penetrating the fog. **Educause Review**, v. 46, n. 5, p. 31-40, 2011.

LUPTON, D.; WILLIAMSON, B. . The datafied child: The dataveillance of children and implications for their rights. **New Media; Society**, v. 19, n. 5, 780-794, 2017.

MARKOVIĆ, M. G.; DEBELJAK, S.; KADOIĆ, N. . Preparing students for the era of the General Data Protection Regulation (GDPR). **TEM Journal**, v. 8, n. 1, 150, 2019.

MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. Virtual Reality And Its Influence On Training And Education – Literature Review. *In: 28TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM.* p. 0708-0717, B. Katalinic (ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-11-2, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria, 2017. **Proceedings** [...]. Vienna, Austria, 2017.

MATTINGLY, K. D.; RICE, M. C.; BERGE, Z. L. . Learning analytics as a tool for closing the assessment loop in higher education. **Knowledge Management; E-Learning: An International Journal**, v. 4, n. 3, p. 236-247, 2012.

MOUGIAKOU, E.; PAPADIMITRIOU, S.; VIRVOU, M. Intelligent tutoring systems and transparency: The case of children and adolescents. *In: 2018 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION, INTELLIGENCE, SYSTEMS AND APPLICATIONS (IISA).* p. 1-8. IEEE. **Proceedings** [...]. 2018, July.

PAN, Z.; CHEOK, A. D.; YANG, H.; ZHU, J.; SHI, J. . Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. **Computers; Graphics**, v. 30, p. 20-28, 2006.

PEREIRA Jr, H. A. **Avaliação da aprendizagem em jogos digitais baseada em Learning Analytics sobre dados multimodais.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, Programa de Pós-Graduação em Informática, Vitória, 2018.

POLONETSKY, J.; JEROME, J. Student Data: Trust, Transparency and The Role of Consent. **Future of Privacy Forum**, out. 2014.

RIENTIES, B.; LEWIS, T.; MCFARLANE, R.; NGUYEN, Q.; TOETENEL, L. . Analytics in online and offline language learning environments: the role of

learning design to understand student online engagement. **Computer Assisted Language Learning**, v. 1, n. 3, 273-293, 2018.

RUANGVANICH, S.; NILSOOK, P. Personality Learning Analytics System in Intelligent Virtual Learning Environment. *In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: IOT AND SMART CITY*. pp. 245-250. **Proceedings** [...]. 2018, December.

SANTAMARÍA-BONFIL, G.; IBÁÑEZ, M. B.; PÉREZ-RAMÍREZ, M.; ARROYO-FIGUEROA, G.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, F. . Learning analytics for student modeling in virtual reality training systems: Lineworkers case. **Computers; Education**, v. 151, 103871, 2020.

SCHEFFEL, M.; DRACHSLER, H.; STOYANOV, S.; SPECHT, M. Quality indicators for learning analytics. **Journal of Educational Technology; Society**, v. 17, n. 4, p. 117-132, 2014.

SERRANO-LAGUNA, Á.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; HAAG, J.; REGAN, D.; JOHNSON, A.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Applying standards to systematize learning analytics in serious games. **Computer Standards; Interfaces**, v. 50, p. 116-123, 2017.

TEASLEY, S. D. . Learning analytics: where information science and the learning sciences meet. **Information and Learning Sciences**, v. 120, n. 1/2, p. 59-73, 2019.

TOETENEL, L.; RIENTIES, B. Analysing 157 learning designs using learning analytic approaches as a means to evaluate the impact of pedagogical decision making. **British Journal of Educational Technology**, v. 47, n. 5, p. 981-992, 2016.

WELLER, M. **Virtual Learning Environments: Using, choosing and developing your VLE**. New York: Taylor; Francis e-Library, 2007.

YIN, M. S.; HADDAWY, P.; SUEBNUKARN, S.; RHIENMORA, P. Automated outcome scoring in a virtual reality simulator for endodontic surgery. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 153, p. 53-59, 2018.

# MODELO DE PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

*Sônia Mara Prado Veiga*

---

## 1. Introdução

A UniverCemig vem redirecionando suas estratégias para garantir uma prestação de serviços em nível de excelência. Busca assim acelerar processos de treinamento e capacitação de seu pessoal técnico, com a alternância tecnológica em procedimentos inovadores, de forma a se compatibilizar à necessidade de precisão, segurança total, tempo de assimilação de conhecimento e redução de custo.

Nesse sentido, o modelo virtual de aprendizagem relativamente ao conhecimento técnico **ASTA – Abrir; Sinalizar; Testar e Aterrar** que vem sendo elaborado, e baseado no Adaptive Learning-AL com o Learning Analytics-LA – ALA – objetiva suprir aquelas necessidades e, ainda, possibilitar, à UniverCemig, colocar-se num patamar de universidades corporativas de referência no território nacional.

Concorre para isso, como coroamento do processo do modelo virtual ALA, ter uma certificação que seja parâmetro de rapidez no processo de aprendizagem com qualidade. Vale ressaltar que o processo de certificação, na atualidade, configura-se como mecanismo significativo de desenvolvimento para a organização, para o trabalhador e para a sociedade.

Relativamente à sociedade, é elemento estratégico no resgate da dignidade e construção da cidadania, contribuindo, junto a outras iniciativas, no desenvolvimento, no crescimento e na mitigação da pobreza, na melhoria da prestação de serviços e no aumento da competitividade. Para a educação formal propiciará uma comunicação mais clara com o universo do trabalho e consequente criação de currículos mais condizentes com as demandas de mercado.

Para a organização, possibilita um diferencial competitivo, tendo em vista a sua capacidade de adaptação às demandas do universo do trabalho (CEBRASPE, 2019), garante resultados, propicia a qualificação adequada de seus profissionais e consequente estabilidade operacional.

Drabeski (2011), afirma que, efetivamente, o que pode superar a similaridade de produtos e serviços, e que se observa na atualidade, é a competência das pessoas uma vez que elas são “os recursos mais distintivos e renováveis que uma empresa pode ter”. Portanto, a diversidade de experiências que o trabalhador traz necessita de instrumentos que as reconheçam e as qualifiquem.

A certificação, nesse sentido, é, para o trabalhador, instrumento de reconhecimento de suas habilidades desenvolvidas ao longo da vida, independentemente do ambiente em que foram conquistadas, elevando a autoestima, e é instrumento, igualmente, de inclusão social e de inserção mais qualificada no mercado de trabalho.

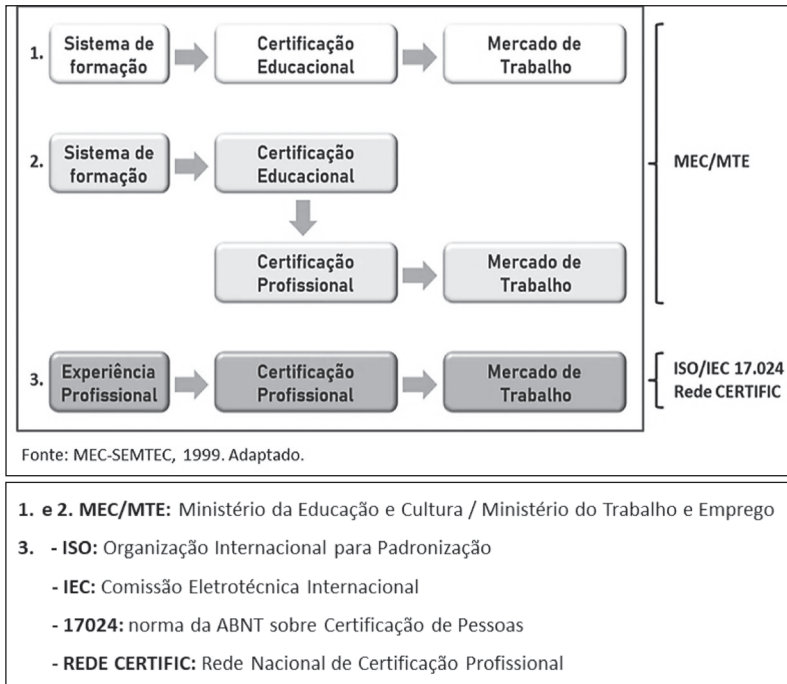
À vista disso, como instrumento de legitimação de competências – soma de conhecimento, habilidade e atitude –, a certificação reconfigura a empregabilidade do trabalhador, nos diversos níveis, facultando uma transitabilidade positiva entre organizações, estimulando um novo patamar de conhecimento e consequente eficácia operacional.

Ao se avaliar as competências de um trabalhador para certificação, numa situação concreta, averigua-se não só o gradiente de conhecimentos e experiência que o trabalhador dispõe, bem como examina a maneira como ele realiza a atividade – capacidade de decisão, organização, destreza, cuidados com segurança pessoal e de equipamentos dentre outros, ou seja, aspectos mais amplos e de caráter integral do desempenho.

Segundo Moraes e Lopes Neto (2005), duas são, no Brasil, as perspectivas possíveis para a certificação profissional. Estruturadas com propósitos distintos, cada uma com suas exigências, processos, instrumentos, público e respectivas normas regulamentadoras. Uma vertente se alinha mais com demandas do mercado / sistema produtivo e se interessa pelo reconhecimento de competências provenientes de experiências diretamente do trabalho e que visam incrementar diferenciais competitivos, de difícil imitabilidade. A outra se vincula ao MEC – Ministério da Educação e Cultura e é a certificação regulamentada do ensino que, nas diversas abordagens, tem seu foco na formação continuada do trabalhador, para que possa obter qualificações cada vez complexas e, em consequência, ascender a melhores posições no mercado de trabalho, incrementando a capacidade da mão-de-obra no país.

A figura 1 a seguir exemplifica as possibilidades de percurso relativamente à obtenção de certificação no Brasil:

**Figura 1 – Trajetos que levam à certificação profissional:**



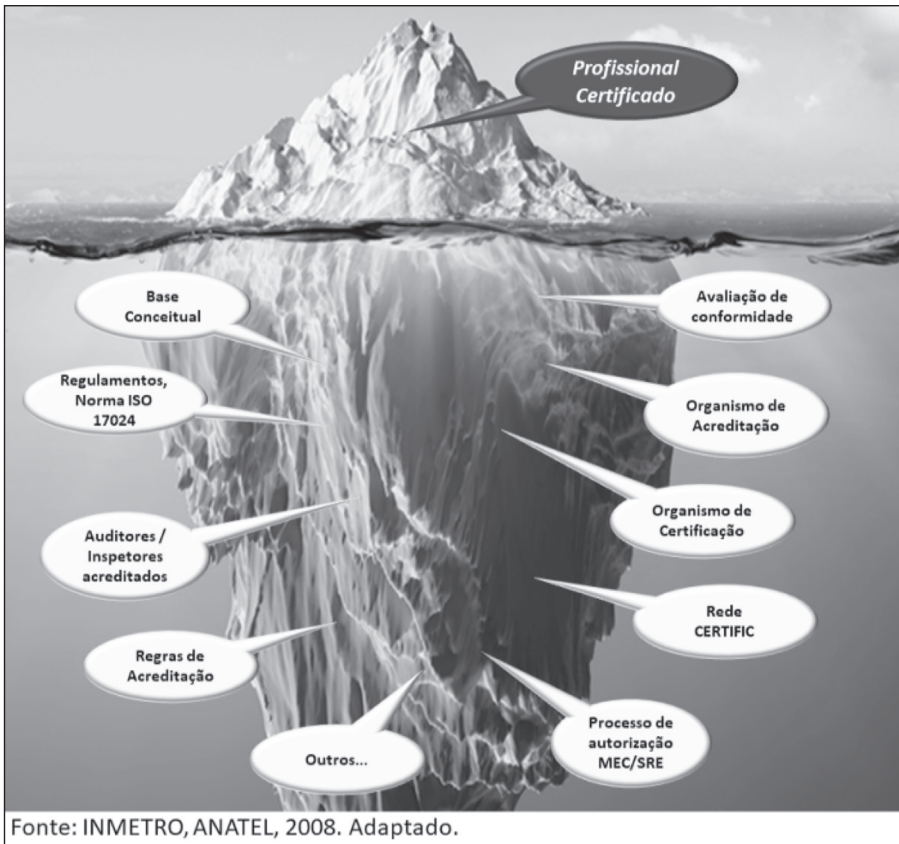
## 1.1 Trajetos da certificação profissional

1. No primeiro trajeto, tem-se a certificação educacional, vinculada a um processo formativo, estruturado por regulamentação de órgãos da educação. Os egressos cumpriram requisitos de formação ao longo de um período acadêmico predeterminado e, ao final, obtiveram uma certificação, um diploma, qualificando-os a competir por uma vaga profissional (da formação) no mercado de trabalho;
2. No segundo trajeto, para o profissional atuar no mercado de trabalho, a certificação Educacional só não basta. Ele terá que cumprir um segundo percurso em função de regulamentos em determinados setores profissionais / empresariais e / ou exigências contratuais – conselhos de classe, cargos públicos, bancos etc..  
Por exemplo, egressos dos cursos de Direito e Ciências Contábeis, além do diploma, têm que se submeter a exames como da OAB (Ordem dos Advogados do Brasil) e exame de Suficiência do CFC (Conselho Federal de Contabilidade), respectivamente. Ainda, profissionais que atuam em bancos com a “venda de produtos de investimento/manutenção de carteiras, **segmentos varejo alta**

**renda, *private banking*, *corporate* e investidores institucionais”** (TOPINVEST, 2019).

3. Um terceiro percurso para a certificação se relaciona com o reconhecimento formal de habilidades que foram adquiridas ao longo da vida de trabalho do profissional, independente de educação formal. Não obstante, pode abranger a frequência a cursos livres, aqueles voltados à preparação para o mercado de trabalho e que não têm, como exigência, a conclusão de Ensino Fundamental, Médio ou Superior, uma vez que se destinam, unicamente, a treinar os participantes, para que possam conseguir colocações de trabalho ou aprimorar conhecimentos específicos. Esse percurso inclusivo resgata trabalhadores que, muitas vezes, ficavam à margem de oportunidades dignas de trabalho.

**Figura 2 – Iceberg da Certificação**





A figura 2 exemplifica e realça parte da complexidade inerente ao macro-processo de certificação de pessoas. As variáveis componentes reportam a inúmeros subprocessos que, por sua vez, envolvem pessoas de formação/especialização distintas e, ainda, requerem infraestrutura compatível.

Tendo em vista essas considerações, e para efeitos deste trabalho, serão realçados, brevemente, os temas: Competência / Qualificação, Avaliação de Conformidade, Certificação e Processo de Autorização de Funcionamento de Escola, em conformidade com orientações emanadas da Superintendência Regional de Ensino – SER, de Sete Lagoas, onde está lotada a UniverCemig e que, segundo exigências legais, deve ser referência nesse sentido. Os elementos especificados incluem-se naqueles da figura 2 e guardam relação crescente/complementar com o tema-foco, a Certificação.

## 2. Competências

A OIT – Organização Internacional do Trabalho (GUIA TRABALHISTA, 2020) entidade integrada por representantes do trabalhador, setor empresarial e governo, é o centro mundial de pesquisas e estudos acerca do trabalho e também responsável pelo manejo e difusão de normas trabalhistas que objetivam proteger as relações entre trabalhador e empregador na esfera internacional, trata competências como:

“Capacidade de articular e mobilizar condições intelectuais e emocionais em termos de conhecimentos, habilidades, atitudes e práticas, necessários para o desempenho de uma determinada função ou atividade, de maneira eficiente, eficaz e criativa, conforme a natureza do trabalho” (ALEXIM; BRÍGIDO, 2002).

Este conceito será adotado para efeitos desse trabalho uma vez que o entendimento de competências é bastante amplo e, muitas vezes, marcado por diferenças significativas dependendo do modelo teórico.

O conceito de competências, mesmo na sua diversidade, traz novos contornos que favorecem o trabalhador qualquer que seja seu grau de instrução, pois, além da experiência, valoriza aspectos subjetivos advindos das relações sociais que se dão no âmbito da execução do trabalho. Por isso, vale ressaltar, adequa-se melhor, na atualidade, à realidade do mercado de trabalho.

No conceito adotado, são realçados três elementos: conhecimentos, habilidades e atitudes – CHA. Apesar de cada um explicitar uma importância em termos de domínio/predisposição, encontram-se articulados e são evidenciados no desempenho do trabalhador.

- O primeiro elemento, conhecimentos, refere-se a Saber: ter conhecimento do que fazer e entender a razão de fazê-lo, mas não significa domínio;
- O segundo elemento relaciona-se a Habilidades: isso quer dizer compreender como fazer alguma coisa. Quando a habilidade se referir a atividades mentais do tipo análise, organização e/ou reorganização de dados/informações é chamada de habilidade intelectual. Por outro lado, quando a atividade demandar mecanismos de coordenação neuromuscular a habilidade será nomeada do tipo manejo ou manipulativa.
- O terceiro elemento vincula-se a Atitudes: é o querer fazer algo, totalmente ligado às intenções, voltado a aspectos sociais e afetivos no desdobramento das atividades e ações no trabalho. Refere-se a sentimentos ou tendências que determinam condutas da pessoa em relação aos outros, às atividades que desenvolve ou às situações que enfrenta.

A junção e combinação dos três elementos determinam e se manifestam no desempenho do trabalhador que, por sua vez, é a expressão da competência que ele possui. Essas competências manifestadas no exercício diário do trabalho estão, por sua vez, impregnadas de recursos próprios do trabalhador, conhecidos como segredos do ofício, também chamadas de competências tácitas, como já mencionado.

É evidenciada, na atualidade, a existência de uma grande parcela de trabalhadores, precarizados pela ausência de qualificações formais, mas que são dotados de conhecimentos assimilados fora do processo de escolarização, tácitos por excelência e, portanto, mais adaptados às demandas das organizações cada vez mais complexas e flexíveis.

A ideia de competência torna-se, assim, a força motriz do sistema produtivo, por sua plasticidade e, sobretudo, por possibilitar aproximação do trabalhador comum – muitas vezes destituído de qualificações oriundas do sistema educacional, mas pleno de experiências adquiridas em situações concretas de trabalho – a um maior número de oportunidades, propiciando inclusão social, pela ampliação de sua capacidade empregatícia, e resgate da sua dignidade.

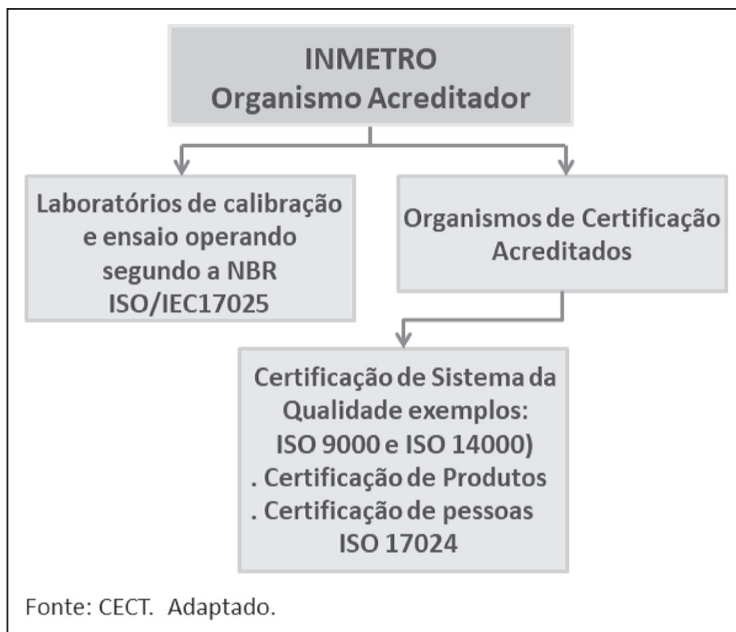
### **3. Certificação – Avaliação de Conformidade**

Conforme a ABNT/SEBRAE – 2012, dentro da linguagem da ISO (Organização Internacional para Padronização), certificação significa “atestado de terceiros relacionado a produtos, processos, sistemas ou pessoas”.

A Certificação é, então, um dos mecanismos de avaliação de conformidade a exemplo de outros como: Declaração do Fornecedor, Etiquetagem, Inspeção, Ensaio – ressalte-se que esses não serão tratados neste trabalho.

Avaliar a conformidade de um produto, processo, serviço, sistema de gestão ou pessoa é avaliar se um ou mais desses objetos encontra-se de acordo com critérios técnicos pré-estabelecidos. Nesse sentido, o mecanismo da avaliação de conformidade a ser utilizado para julgar se um profissional atende requisitos predeterminados de competência em determinada função será a certificação. A certificação é um processo diligenciado por instituição devidamente acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Inmetro – órgão executivo do Governo Federal, credenciador oficial, responsável pelo Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – SBAC.

**Figura 3 – relação entre Acreditação e Certificação**



Com base em critérios relacionados, principalmente, à saúde e à segurança do consumidor e proteção do meio ambiente, a avaliação de conformidade objetiva determinar grau adequado de confiança de um produto, processo, serviço, sistema de gestão ou pessoa, atestando se atendem a requisitos técnicos estabelecidos em normas técnicas, regulamentos técnicos ou outro documento de referência.

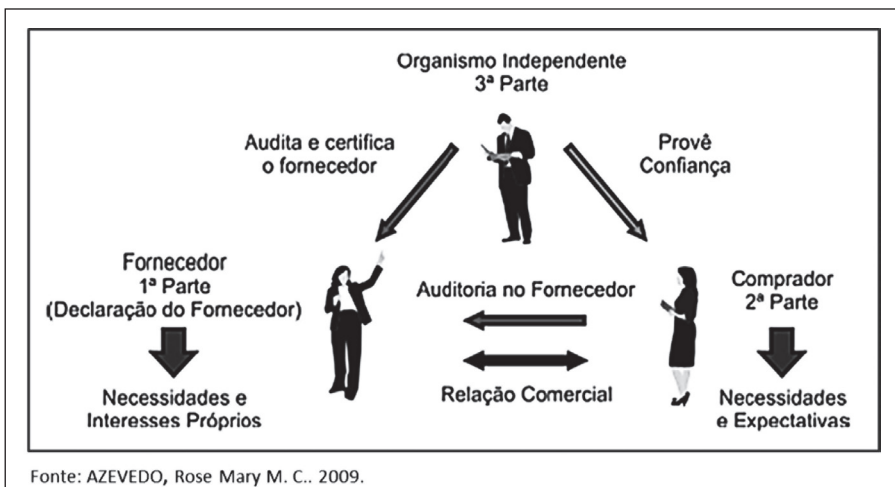
No caso de se tratar de certificação de pessoa, ela é exclusivamente profissional, não existindo correspondência com escolaridade (INMETRO, 2007), diferentemente de proposta do MEC/MTE, Ministério da Educação e Cultura e Ministério do Trabalho e Emprego, respectivamente. Esse tema será tratado adiante.

São três os agentes econômicos usuais que atestam conformidade às exigências técnicas:

- **Certificação de 1ª Parte** – é a Declaração de Conformidade do próprio Fabricante ou Fornecedor que o seu produto/processo/serviço se encontra em concordância com normas, regulamentos técnicos ou outro documento de referência pré-estabelecidos e reconhecidos.
- **Certificação de 2ª Parte** – é a Qualificação do Fornecedor, é realizada pelo Comprador ou Cliente (2ª parte) que avalia se o produto/processo/serviço do Fornecedor (1ª parte) está em concordância com normas técnicas, regulamentos, ou outras especificações técnicas estabelecidas.
- **Certificação de 3ª Parte:** uma organização independente (3ª parte), sem vínculos com o Fabricante ou Fornecedor, assegura que um produto, processo, sistema, serviço ou pessoa está alinhado com as exigências técnicas e normas predefinidas.

No caso de certificação de 3ª parte, o agente certificador para pessoas é denominado de Organismo de Certificação de Pessoal (OPC). Ele tem que ser devidamente acreditado pelo Inmetro, ou seja, ser reconhecido com competência para realizar o conjunto de atividades inerentes à avaliação de conformidade, segundo a ISO/IEC 17.000.

**Figura 4 – Certificação de primeira, segunda e terceira parte**



Vale ressaltar, que normas de certificação são criadas depois de amplamente discutidas e consensadas. Elas são formuladas por uma organização não governamental e, aqui no Brasil, o agente responsável por elas é a ABNT, Associação Brasileira de Normas, (CERTIFICAÇÃO BR).

Os tipos mais comuns de certificação, segundo a ABNT/SEBRAE – 2012, podem ser:

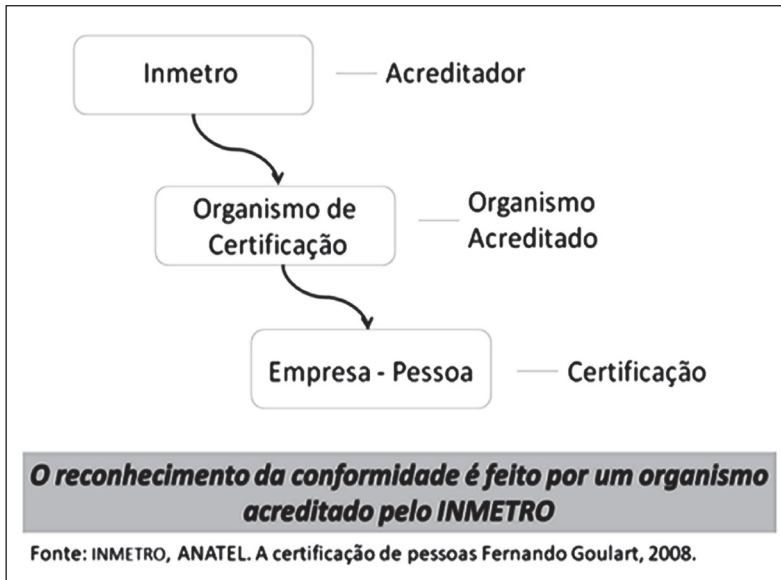
- Certificação de Pessoas – atividade que um órgão de certificação atesta, informando que uma pessoa atende requisitos de competência pré-determinados.
- Certificação de Processo – atividade que um órgão de certificação atesta, por escrito, dizendo que existe conformidade de um processo a requisitos técnicos pré-estabelecidos em norma ou regulamento técnico.
- Certificação de Produto – atividade que um órgão de certificação atesta, por escrito, indicando que existe conformidade de um produto a requisitos técnicos pré-estabelecidos em norma ou regulamento técnico.
- Certificação de Sistemas de Gestão – atividade que um órgão de certificação atesta, manifestando que uma empresa se encontra organizada em conformidade a uma norma pré-estabelecida.

## **4. Certificação de Pessoas**

### **4.1 Certificação de Competências Profissionais**

A certificação de competências profissionais é, segundo o Glossário de Termos Técnicos (2012), o reconhecimento oficial de evidências de que o trabalhador possui Conhecimentos (saber o que fazer), Habilidades (compreender como executar alguma coisa), e Atitudes (o querer fazer algo), em funções específicas, conseguidos ao longo de sua vida profissional, independente da sua formação. Portanto, a certificação é centrada no que o trabalhador sabe executar. É, por definição, expedida por agente de 3ª parte, acreditado pelo Inmetro. As competências profissionais são reavaliadas periodicamente de forma a se manter atualizada em termos de confiabilidade.

Figura 5 – Certificação

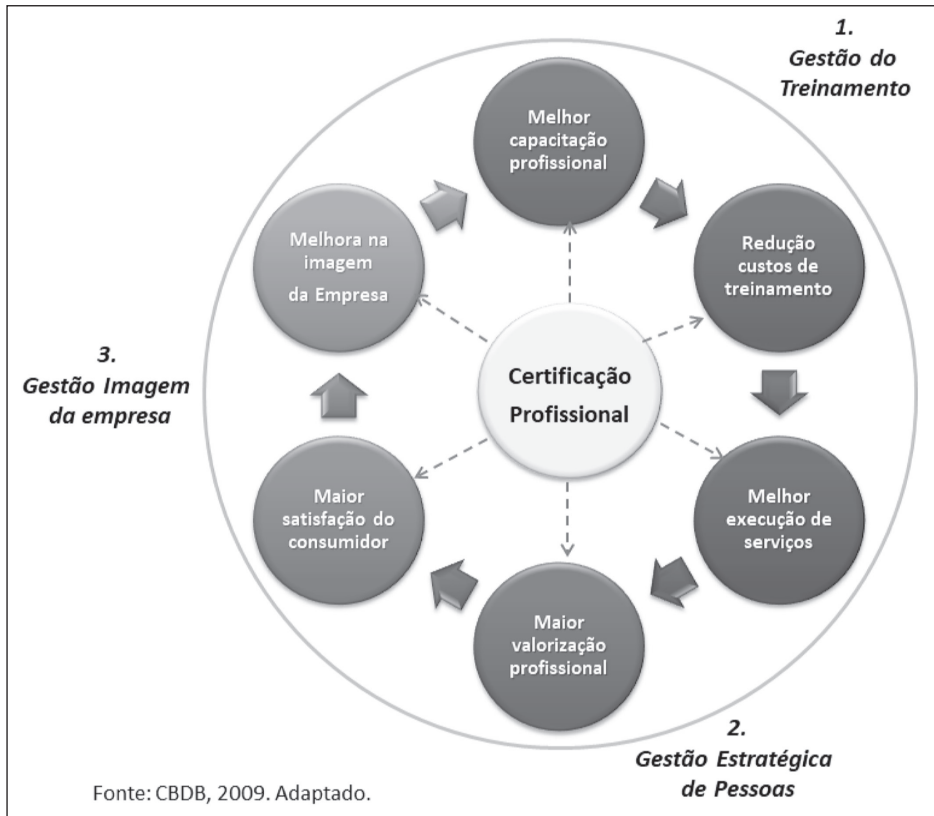


Assim, relativamente a pessoas, os agentes certificadores são:

- A instituição educacional oficial, de primeira parte, emite documento atestando qualificação profissional.
- Certificação de segunda parte é a realizada por instituição governamental, após a instituição acadêmica dar como concluído os estudos de forma adequada.
- Certificação de terceira parte, como já dito, é a avaliação realizada por instituição acreditada e independente dos envolvidos.

O reconhecimento de competências da prática do trabalho, além dos benefícios diretos para o trabalhador, como já mencionado, possibilita que sejam melhor estabelecidos programas de treinamento e desenvolvimento, programas de valorização/retenção de profissionais, programas voltados à saúde e segurança – redução de riscos ambientais, de acidentes e até de doenças ocupacionais –, com conseqüente redução de custos, maior lucratividade e satisfação do consumidor/cliente e na gestão, indiretamente, de toda a organização. Ainda, pode impactar positivamente nas instituições educacionais, na medida em que fornece subsídios para formação profissional, entre outros. Forma-se, assim, o círculo virtuoso da certificação com impactos positivos na Gestão do treinamento, na Gestão de Pessoas e Gestão da Imagem da Organização como exemplificado da figura 7.

**Figura 6 – Círculo virtuoso da certificação**

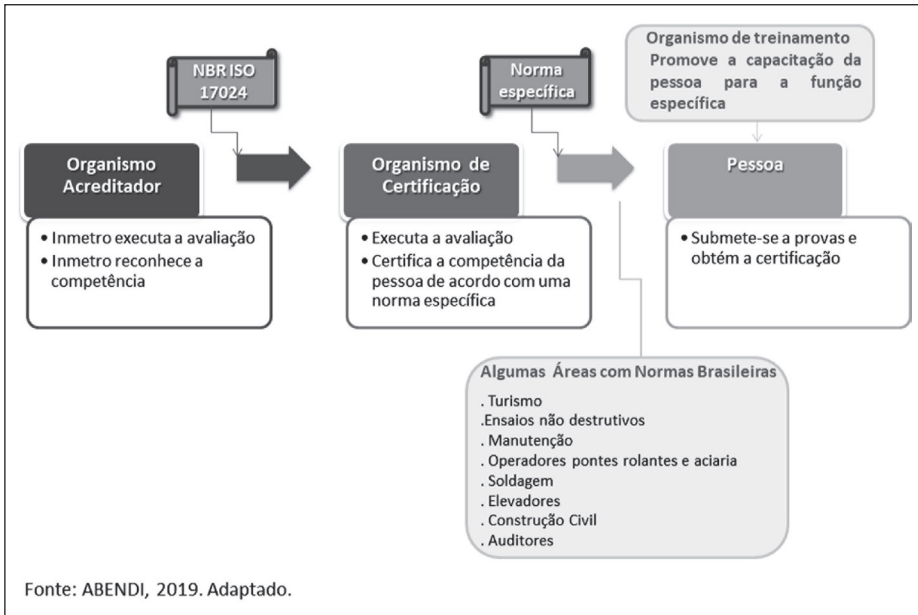


## 4.2 Certificação de Pessoas e a norma ABNT NBR ISO/IEC 17024:2013

Segundo o Inmetro, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, é uma entidade privada e sem fins lucrativos que tem, por delegação do Inmetro, a responsabilidade de fazer a gestão e a elaboração das normas técnicas no país, de forma a contribuir para o desenvolvimento tecnológico brasileiro.

Desse modo, a norma oficial ABNT NBR ISO/IEC 17024:2004, Avaliação da Conformidade, estabelece os requisitos gerais para entidades certificadoras de pessoas. Tem o propósito de facilitar a aceitação do trabalhador tanto em território nacional quanto internacional.

**Figura 7 – Esquema de Acreditação de pessoas**



A ABNT NBR ISO/IEC 17024:2004 está dividida em partes, a saber:

- 1. Escopo;
- 2. Referência normativa;
- 3. Termos e definições; sucintamente tratados;
- 4. Requisitos gerais – onde são tratados os aspectos legais, responsabilidades, gestão da imparcialidade, finanças e responsabilidade civil;
- 5. Requisitos estruturais – trata da gestão e estrutura da organização, estrutura do órgão de certificação relativamente ao treinamento;
- 6. Requisitos de estrutura – esclarecem acerca de requisitos de pessoal, generalidades, requisitos para examinadores, terceirização, outros recursos;
- 7. Requisitos para registros e informação – onde são detalhados os registros de solicitantes, candidatos e pessoas certificadas, informação pública, confidencialidade e segurança;
- 8. Esquemas de certificação;
- 9. Requisito do processo de certificação – descritos o processo de solicitação, processo de avaliação, exame, decisão sobre a certificação, suspensão/ cancelamento ou redução do escopo da certificação, processo de recertificação, uso de certificados, logotipos e marcas, apelações contra decisões de certificações, reclamações;



- 10. Requisitos gerais de sistemas de gestão, documentação do sistema de gestão, controle de documentos, controle de registros, generalidades, entradas para análise crítica, saídas da análise crítica, auditorias internas, ações corretivas, ações preventivas.

Segundo consta na norma, a certificação só acontece se existir um Esquema de Certificação de Competência. Isso significa que só se podem certificar aquelas competências já devidamente estabelecidas com definições de aplicação de conhecimentos, habilidades para a obtenção de resultados e outras exigências profissionais ou categoria de habilidades.

Conforme descrito na NBR ISO/IEC 17024:2004, um Esquema de Certificação deve incluir:

- Escopo da certificação;
- Descrição de função e tarefas;
- A competência requerida;
- Habilidades, quando aplicável (podem incluir capacidades físicas como visão, audição, mobilidade);
- Pré-requisitos, quando aplicável;
- Código de conduta, quando aplicável (descreve comportamento ético ou pessoal);

Ainda, segundo a NBR ISO/IEC 17024:2004, um esquema deve incluir aspectos do processo de certificação, como regras para a certificação / recertificação (que deve ser periódica), formas de avaliação inicial e recertificação, supervisão (se necessário), regras de cancelamento / suspensão e critérios de alteração do escopo da certificação. Esses e outros aspectos teriam de ser, então, definidos à priori para quaisquer competências de pessoas que se queira certificar.

Em Belo Horizonte, o SENAI, entre outras organizações no Brasil, através do Sistema Senai de Certificação de Pessoas – SSCP, vem fazendo esse trabalho de certificação e proposição de normas de competência e conforme afirmam “favorecendo a criação de referenciais nacionais para a certificação”. A seguir, exemplo de uma norma de competência com todo o detalhamento necessário para se verificar evidências do desempenho profissional.

**Figura 8 – Apresentação clássica de uma norma de competência**

<b>NORMA DE COMPETÊNCIA</b>		
<b>TÍTULO DA UNIDADE DE COMPETÊNCIA:</b> uma função produtiva que usualmente inclui um objetivo ocupacional.		
<b>TÍTULO DO ELEMENTO DE COMPETÊNCIA:</b> um dos elementos que compõe a unidade. Descreve o que um trabalhador é capaz de alcançar.		
<b>CRITÉRIOS DE DESEMPENHO:</b> um enunciado e um resultado de avaliação que demonstra o desempenho do trabalhador e, portanto, sua competência.	<b>EVIDÊNCIAS REQUERIDAS PARA A AVALIAÇÃO:</b>	
	<b>EVIDÊNCIAS DE DESEMPENHO DIRETO:</b> descreve o que e quanta evidência é necessária para mostrar que se alcançou o desempenho do elemento.	
	<b>DESEMPENHO DIRETO:</b> Evidência da forma como o candidato realizou as atividades de trabalho. Podem ser observações, testemunhos, vídeos, etc.	<b>EVIDÊNCIAS DO PRODUTO:</b> Resultados tangíveis do exercício do trabalho. O produto mesmo ou um registro que se alcançou.
<b>CAMPOS DE APLICAÇÃO:</b>	<b>EVIDÊNCIAS DE CONHECIMENTO E COMPREENSÃO</b>	
Inclui as diferentes circunstâncias, no local de trabalho, materiais e ambiente organizacional no âmbito do qual o indivíduo poderá demonstrar a competência.	Especifica o conhecimento de apoio que permite aos trabalhadores alcançar um desempenho competente.  Inclui conhecimentos sobre princípios, métodos ou teorias aplicadas para alcançar a realização descrita no elemento.	
<b>MANUAIS DE AVALIAÇÃO:</b> Estabelecem os métodos de avaliação e orientam o avaliador na obtenção das evidências para a avaliação da competência.		
Fonte: Vargas, Steffen Brígido, 2002. Adaptado por Clarisse Droval, 2011.		

## 5. Reconhecimento da Escola de Tecnologia da Energia – certificação oficial

Contrapondo-se ao sistema de certificação do Inmetro – ligado à NBR ISO/IEC 17024, que favorece a experiência do profissional sem se vincular a níveis de escolarização, para o Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, e o Ministério da Educação – MEC, a certificação é vista “como parte do processo de orientação e formação profissional, e não pode se opor, sobrepor ou substituir a formação profissional” (MORAIS, 2009).

Nessa perspectiva, o sistema formal de educação deverá acolher a experiência do profissional, conforme a Lei Darcy Ribeiro de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), nº 9.394/9 – que em seu art. 41 estabelece que o conhecimento profissional conquistado tanto nas escolas quanto no trabalho pode ser devidamente certificado para fins de “prosseguimento ou conclusão de estudos” (REDE CERTIFIC, 2014). Não obstante, para isso, alguns passos são imprescindíveis. Nessa perspectiva, será tratado de forma particularizada a atual condição da Escola de Tecnologia da Energia da UniverCemig.

Assim, para que a escola possa certificar conhecimentos a partir de competências profissionais e, principalmente chancelados pelo MEC, ou seja, formalmente reconhecidos, ela deverá “Instruir um processo de autorização de funcionamento de curso técnico” (SER, SETE LAGOAS, 2019). Isso significa providenciar todo um rol de documentos, muitos deles já existentes na escola. Concomitantemente ao processo de autorização, deverá ser instruído um processo de credenciamento da entidade mantenedora, no caso, a Empresa Distribuição. Abaixo segue a documentação necessária aos referidos processos.

### **5.1 Processo de autorização:**

Documentos escolares (vigência no ano subsequente):

- Projeto Político-Pedagógico
- Regimento Escolar
- Calendário Escolar
- Plano Curricular

Modelos de impressos escolares:

- Ficha de matrícula
- Ficha individual do aluno (avaliação por nota)
- Ficha descritiva
- Declaração de matrícula
- Declaração de frequência
- Declaração de escolaridade ou conclusão
- Declaração de transferência
- PDI (Plano de desenvolvimento individual)
- Boletim
- Histórico escolar
- Certificado de conclusão (Ensino médio)
- Plano de curso (Ensino Profissionalizante)
- Outros

### **5.2 Processo de credenciamento**

É necessário enviar à SER Sete Lagoas o documento oficial “Credenciamento da Entidade Mantenedora” devidamente preenchido pelo seu representante. A empresa deverá se adequar aos documentos solicitados no processo de credenciamento.

Após análise da documentação, na hipótese de aprovados na sua integralidade, e após publicação do ato autorizativo, a instituição será uma escola que ofertará Educação Profissional Técnica de Nível Médio.

Em conformidade com o artigo 5º da resolução 458/2013, e seus incisos e alíneas, a educação profissional técnica de nível médio é desenvolvida nas formas articulada e subsequente. Não ofertando a educação básica – ensino médio, então a forma será subsequente; subsequente ao ensino médio. A seguir o artigo 5º da resolução 458/2013 (CEE/MG, 2020):

**ART. 5º** – *A Educação Profissional Técnica de Nível Médio é desenvolvida nas formas articulada e subsequente ao Ensino Médio:*

***I – a articulada é desenvolvida nas seguintes formas:***

*a) integrada, com matrícula única na mesma instituição, ofertada a quem tenha concluído o Ensino Fundamental, de modo a conduzir o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio ao mesmo tempo em que conclui a última etapa da Educação Básica;*

*b) concomitante, ofertada a quem ingressa ou esteja cursando o Ensino Médio, com matrículas distintas para cada curso, aproveitando oportunidades educacionais disponíveis, seja na mesma instituição ou em outra instituição de ensino;*

*c) concomitante na forma, uma vez que é desenvolvida simultaneamente em distintas instituições educacionais, mas integrada no conteúdo, mediante convênio ou acordo de intercomplementaridade, para a execução de projeto pedagógico unificado;*

***II – a subsequente é desenvolvida em cursos destinados exclusivamente a quem já tenha concluído o Ensino Médio.***

Quanto à certificação, uma vez que a escola tenha sido autorizada, os diplomas e históricos expedidos serão válidos e conferirão o título de técnico ao aluno. Não será uma certificação de curso livre.

Ainda, na resolução estão especificados a organização curricular, a questão da carga horária, da avaliação, do aproveitamento e da certificação, entre outros. Quanto aos docentes, eles poderão ser habilitados para ministrar disciplinas. Além dos docentes, a escola deverá ter funcionários do administrativo como diretor, pedagogo, secretário escolar, coordenador de estágio, serviços gerais dentre outros.

A autorização de funcionamento com cursos técnicos também observará a resolução 449/2002 do CEE/MG (SER, SETE LAGOAS) que estabelece as condições de funcionamento da instituição como: “instalações físicas (com

especificações próprias), material e equipamento didático-pedagógico e de informática, inclusive acervo bibliográfico adequados”, dentre outros.

Outras informações: Autorização para lecionar – CATAs SRE devem emitir o Certificado de Autorização para Lecionar (CAT), nos casos que se fizerem necessários, observado o disposto na Resolução SEE nº 4.117/2019 e alterada pela Resolução SEE nº 4.143/2019 (emitido pela SRE Sete Lagoas); Autorização para dirigir e secretariar – deverá ser emitido pela SRE Sete Lagoas na gestão de pessoal (SER, SETE Lagoas, 2019).

Por último, vale ressaltar, como complemento às orientações descritas, que caso a UniverCemig deseje certificar profissionais não portadores de diploma de ensino médio, existem algumas alternativas, e para cada uma delas dever-se-á instruir processo de autorização de funcionamento. São elas:

- Para as pessoas que possuem somente ensino fundamental – anos iniciais (antigo 1º a 4º série), hoje 1º ao 5º ano: a escola poderá oferecer o ensino fundamental – anos finais (6º ao 9º ano), regular e/ou a Educação de Jovens e Adultos – ensino fundamental – anos finais (EJA – anos finais).

O EJA é oferecido por semestre. Cada semestre corresponde a um ano de escolaridade. A denominação correta para o EJA é de períodos a cursar, não anos. Assim, o 6º ano corresponderá ao 1º período no EJA, o 7º ano ao 2º período e assim sucessivamente. O EJA do ensino fundamental – anos finais – se dividirá em 1º/2º/3º e 4º períodos. O ensino fundamental – anos finais – tem a duração de 04 anos. O EJA-ensino fundamental/anos finais tem a duração de 02 anos.

- Também poderá ser ofertado o ensino médio regular e/ou o EJA ensino médio. O ensino médio regular tem a duração de 03 anos. O EJA ensino médio tem a duração de 01 ano e 06 meses.

Mas, é importante salientar que para a autorização da Educação de Jovens e Adultos – EJA – é necessário que se providencie autorização do seu nível correspondente no ensino regular; ou seja, se a ideia for solicitar a autorização de funcionamento do EJA – ensino médio – será necessário solicitar a autorização de funcionamento do ensino médio regular e do EJA ensino médio. Para a existência do EJA é necessário a existência do ensino regular.

- E também existe a possibilidade de solicitação do ensino médio e dos cursos técnicos serem oferecidos concomitantemente com o ensino médio.

Essas são as possibilidades. Depende do objetivo da UniverCemig e para qual clientela se destinará o investimento.

## 6. Conclusão

A UniverCemig, a exemplo de outras grandes universidades corporativas, da Petrobrás, do Banco do Brasil (UniBB), por exemplo, cada uma a seu modo, quer avançar de forma estratégica na gestão do seu pessoal relativamente a treinamento e desenvolvimento. Entretanto, em todas elas, observa-se a preocupação com a certificação de competências de modo que seus detentores propiciem que se atenda, cada vez mais, às especificidades do negócio e, dessa forma promover resultados excepcionais.

Tendo em vista as considerações feitas ao longo deste levantamento, são dois os caminhos para o modelo de certificação de conhecimentos UniverCemig. Cabe a seus gestores avaliarem qual das alternativas, nesse momento, atende melhor a seus objetivos. Cada uma delas requer mudanças, adaptações, desdobramentos.

Uma das alternativas é fazer parceria com um organismo de certificação de pessoas, acreditado pelo Inmetro e, juntos, viabilizarem esse processo. Tendo em vista a organização de documentos existentes e domínio pelos gestores e instrutores da escola na descrição de competências e outros na formatação da ABNT, parece ser facilitada essa possibilidade.

A outra seria buscar autorização de funcionamento de curso técnico. Isto irá requerer maiores mudanças, inclusive de pessoal, administração entre outros, impactando, inclusive, a atual estrutura e desenho de negócio. Entretanto, deve ser ressaltado que essa alternativa não contempla, hoje, a totalidade dos empregados de empreiteiras. Estes, na sua maioria, encontram-se lotados no interior e possuem deficiências na formação escolar, conforme relato dos instrutores da escola. A diversidade de grande parte desse contingente continuará sendo um desafio a ser vencido, a menos que seja adotada, conforme exposto, uma mudança mais radical no negócio-fim da Escola de Tecnologia da Energia da UniverCemig.

## REFERÊNCIAS

ABENDI – Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção. **Certificação de Pessoas na Engenharia de Incêndio**. [https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2019/08/Apresentação\\_20-08-19.pdf](https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2019/08/Apresentação_20-08-19.pdf)

ABNT. NBR ISO/IEC 17000. **Avaliação de Conformidade – Vocabulário e princípios gerais**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. NBR ISO/IEC 17024. **Avaliação da Conformidade – Requisitos gerais para organismos que certificam pessoas**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT; SEBRAE. **Normalização – Guia de termos e expressões**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/paginampe/biblioteca-de-arquivos-3/guias>. Acesso em: novembro 2019.

ABRAMAN. **Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos**. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/sidebar/outras-certificacoes>

ALEXIM, J. C.; BRÍGIDO, R. (org.). **Certificação de Competências Profissionais – Glossário de Termos Técnicos. OIT – Organização Internacional do Trabalho**. Brasília, 2002.

AZEVEDO, Rose Mary M. C. **Avaliação da conformidade: uma Análise da sua Importância para a Indústria de Sucos de Frutas**. 2009. Disponível em: <http://186.202.79.107/download/avaliacao-da-conformidade-em-industria-de-sucos.pdf>. Acesso em: jun. 2020.

BERTRAND, Olivier. **Avaliação e certificação de competências e qualificações profissionais**. Brasília: UNESCO/ IPE, 2005.

CECT. **Acreditação não é sinônimo de Certificação**. Disponível em: [http://www.cect.com.br/acreditacao\\_nao\\_e\\_sinonimo\\_de\\_certificacao.pdf](http://www.cect.com.br/acreditacao_nao_e_sinonimo_de_certificacao.pdf). Acesso em: mar. 2020.

CERTIFICAÇÃO BR. **Tipos de Certificação, Qual a diferença entre certificação compulsória e voluntária**. Disponível em: <http://www.certificacaobr.com.br/index.php/artigos/9-tipos-de-certificacao-qual-a-diferenca-entre-certificacao-compulsoria-e-voluntaria>. Acesso em: mar. 2020.

CORDÃO, Francisco Aparecido. A Certificação Profissional no Brasil. **Boletim Cinterfor**, n. 151, 2002. Disponível em: <https://www.oitcinterfor.org/publicaciones-cinterfor/boletintecnico>. Acesso em: nov. 2019.

COSTA, Claudinei Mendes. Qualificado, Capacitado, Habilitado, Autorizado e Ambientado – Qual a diferença? **Jusbrasil**, 2015. Disponível em: <https://ccmendes26.jusbrasil.com.br/noticias/226850910/qualificado-capacitado-habilitado-autorizado-e-ambientado-qual-a-diferenca>. Acesso em: abr. 2020.

DRABESKI, Cassiano Oliveira. **O desenvolvimento de pessoas como vantagem competitiva**, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/77365>. Acesso em: nov. 2019.

DROVAL, Clarisse. **Modelagem para certificação de conhecimentos a partir de competências profissionais**. 2011. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1346>. Acesso em: nov. 2019.

FGV. **Cadernos FGV Projetos**, Concursos, ano 10, n. 25, maio/jun. 2015. ISSN 19844883. Disponível em: [https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/pdf\\_cadernos\\_concursos.pdf](https://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/pdf_cadernos_concursos.pdf).

GUIA TRABALHISTA. **OIT – Organização Internacional do Trabalho**. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/>. Acesso em: mar. 2020.

INMETRO; ANATEL. **A certificação de pessoas**. Fernando Goulart, 2008. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=219769&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=219769.pdf>. Acesso em: mar. 2020.

INMETRO. **Avaliação da Conformidade**. 6. ed. 2007. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/acpq.pdf>. Acesso em: nov. 2019.

INMETRO. **Avaliação da Conformidade**. Disponível em; <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/certificacao.asp>. Acesso em: março 2020.

INMETRO. **Certificação de Pessoas**. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/pdf/apresentacoes/9\\_encontro/CertificacaodePessoas.pdf](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/pdf/apresentacoes/9_encontro/CertificacaodePessoas.pdf). Acesso: dez. 2019.



MEC/SENTEC. **Implantação de Sistema Nacional de Certificação Profissional Baseada em Competências**, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/certcomp.pdf>. Acesso em: dezembro, 2019.

MORAES, Carmen S. V.; LOPES NETO, Sebastião. Educação, formação profissional e certificação de conhecimentos: considerações sobre uma política pública de certificação profissional. **Educação; Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 93, set./dez. 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73302005000400019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302005000400019). Acesso em: nov. 2019.

OIT, MTE/FAT. **Certificação de Competências Profissionais**: Discussões. Disponível em: [https://www.ilo.org/brasil/publicacoes/WCMS\\_221433/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/brasil/publicacoes/WCMS_221433/lang--pt/index.htm). Acesso em: mar. de 20.

PROJETO – MEC/SEMTEC. **Certificação Profissional baseada em Competências**. Colaboração – Marcos José de Moraes Silva, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/certcomp.pdf>. Acesso em: novembro 2019.

REDE NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL CERTIFIC. **Documento Orientador**, 2014. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-certific>. Acesso em: novembro 2019.

SARSUR, Amyra; NUNES, Simone; FLEURY, Maria Tereza; BARBOSA, Allan Claudius. Interfaces entre Qualificação, Trabalho e Certificação de Competências: um Debate em Aberto a partir da Análise das Diretrizes Curriculares Nacionais. ENANPAD, 2008. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/down\\_zips/38/EPQ-A716.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/38/EPQ-A716.pdf). Acesso em: março 2020.

TOPINVEST. Disponível em: <https://www.topinvest.com.br/cpa-10-e-cpa-20/>. Acesso em: março 2020.

VARGAS, Fernando. STEFFEN, Ivo. BRÍGIDO, Raimundo. Organizadores: João Carlos Alexim, Lucienne Freire. **Certificação de competências profissionais – Análise Qualitativa do Trabalho, Avaliação e Certificação de Competências – Referenciais Metodológicos**. Reedição Brasília: OIT, 2002. Disponível em: [https://www.ilo.org/brasil/publicacoes/WCMS\\_221427/lang--pt/index.htm](https://www.ilo.org/brasil/publicacoes/WCMS_221427/lang--pt/index.htm). Acesso em: março 2020.



PARTE III  
VALIDAÇÃO



# PLATAFORMA DE APRENDIZAGEM MOODLE-CEMIG E SPA-CEMIG

*Nivson Santos de Jesus*  
*Omar Passos Torres de Almeida*  
*Victor Mendonça de Azevêdo*

---

## 1. SA/Moodle-CEMIG

O sistema **SA/Moodle-CEMIG** foi projetado para ser uma plataforma de aprendizagem virtual a qual os alunos realizarão as atividades teóricas como provas, lições e atividades.

Estão representados no sistema SA/Moodle-CEMIG os seguintes atores:

- Aluno: trata-se da persona que realizará as atividades de diagnóstico, certificação e treinamentos utilizando o SA/Moodle-CEMIG.
- Administrador: Responsável por cadastrar o conteúdo das atividades, módulos, cursos e avaliações na plataforma, também terá acesso a coleta de indicadores nas atividades de campo e monitoração dos cursos e do andamento dos alunos.
- Gerente: pode acessar cursos e modificá-los, geralmente não participam dos cursos.
- Professor: pode fazer tudo em um curso, alterar atividades e avaliar.
- Criador de cursos: pode criar cursos e agir como professores.
- Moderador: pode interagir e avaliar, mas não podem modificar as atividades.

As funcionalidades são do sistema **SA/Moodle-CEMIG** serão descritas a partir de sua interface de telas.

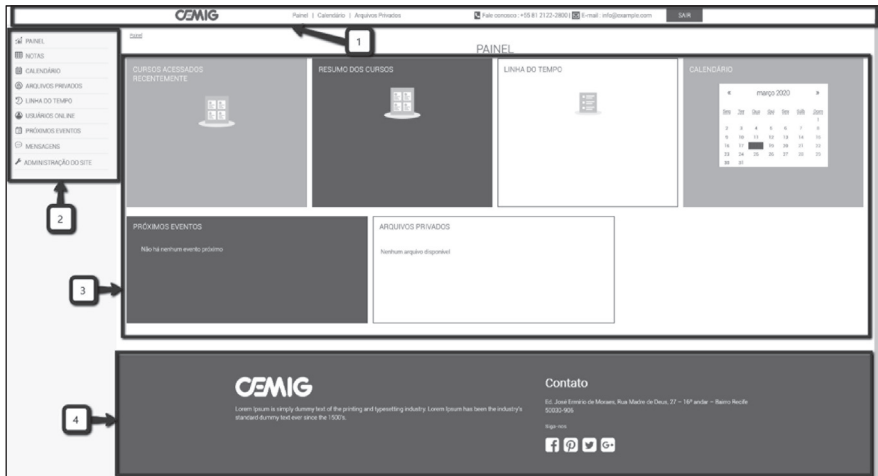
### 1.1 Painel

Essa é tela onde o usuário é redirecionado após o *login*, a qual apresenta os elementos que compõem o estilo do *site* que estão presentes nas demais funcionalidades. Os elementos ilustrados pela figura 1 são:

1. O Cabeçalho do site composto das informações de: e-mail e telefone, de links para as funcionalidades de: Painel, Calendário e Arquivos Privados, e de um botão de Logout denominado “Sair”;
2. De uma barra lateral contendo as esta e as demais funcionalidades do sistema as quais o usuário em questão tem acesso;
3. Um painel trazendo as informações mais relevantes sobre o usuário em questão;

#### 4. O Rodapé do Site contendo informações sobre a CEMIG;

Figura 1 – Tela de Painel

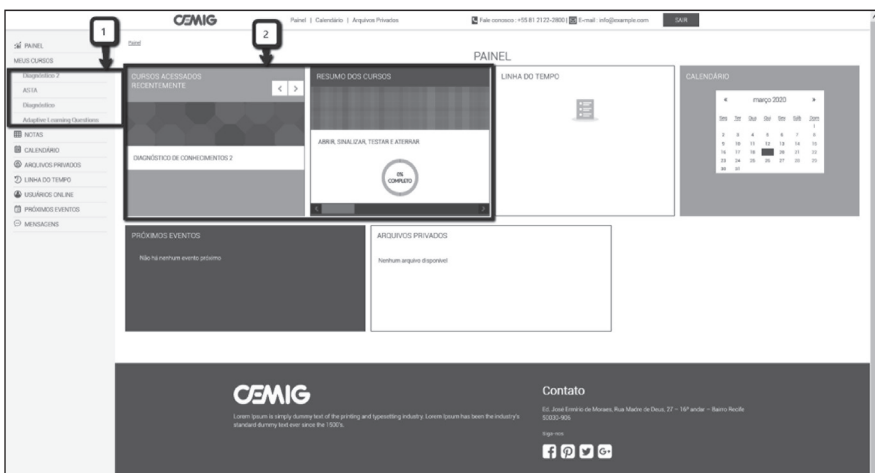


## 1.2 Meus Cursos

Essa tela é a funcionalidade de painel, só que em usuários cadastrados em cursos no SA/Moodle-CEMIG, são apresentadas informações referentes aos cursos deste usuário ilustradas pela figura 2 as quais são:

1. Uma listagem na barra lateral dos cursos que o usuário em questão está inscrito;
2. Dois Quadros: Cursos acessados recentemente e Resumo dos Cursos;

Figura 2 – Tela de Cursos

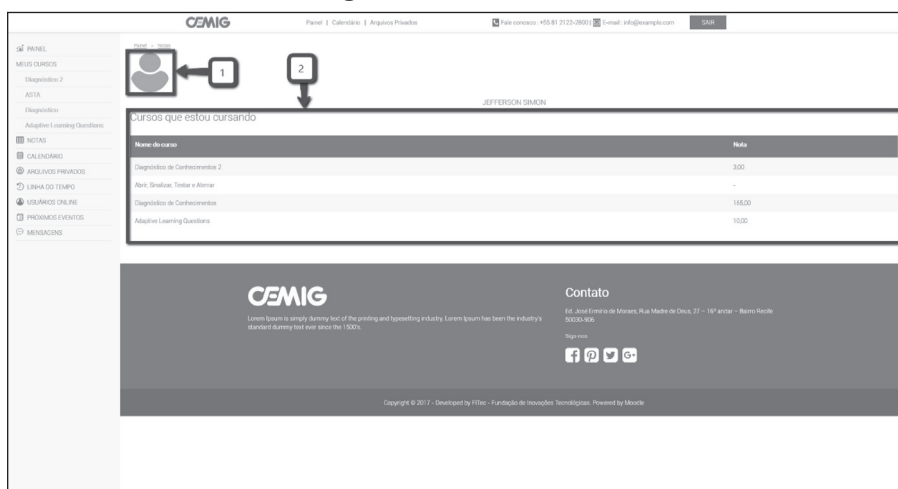


### 1.3 Notas

Essa tela apresenta as notas dos cursos os quais o usuário em questão está inscrito. Os elementos da tela ilustrada pela figura 3 são:

1. Um link para o perfil do usuário em questão representado pela imagem padrão (ou pela imagem cadastrada);
2. Uma tabela de “Cursos que estou cursando” as quais as colunas são:
  - a. Nome do curso;
  - b. Nota;

Figura 3 – Tela de Notas

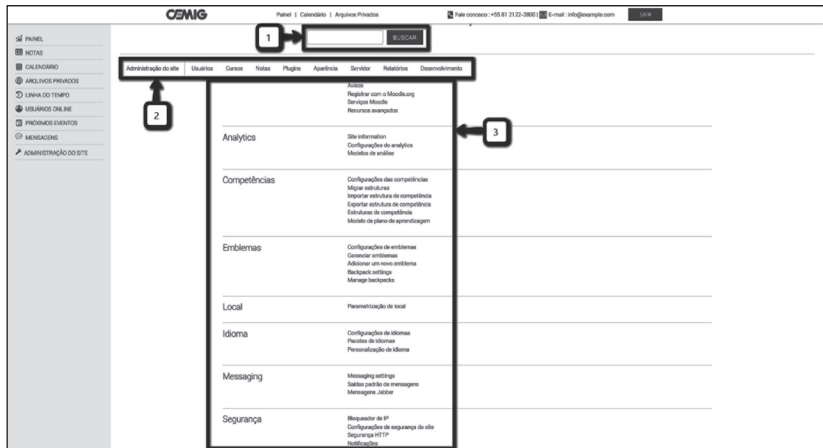


### 1.4 Administração do Site

Esta tela reuni todas as funcionalidades de administração da plataforma SA/Moodle-CEMIG, restrita para o perfil de Administrador, Criador de Cursos os seus elementos ilustrados pela figura 4 são:

1. Um campo de busca textual pela funcionalidade de administração desejada;
2. Abas para funcionalidades de administração referentes a cada subdivisão da plataforma;
3. Listagem das funcionalidades reunidas sobre a aba do item 2;

**Figura 4 – Tela de Administração do Site**

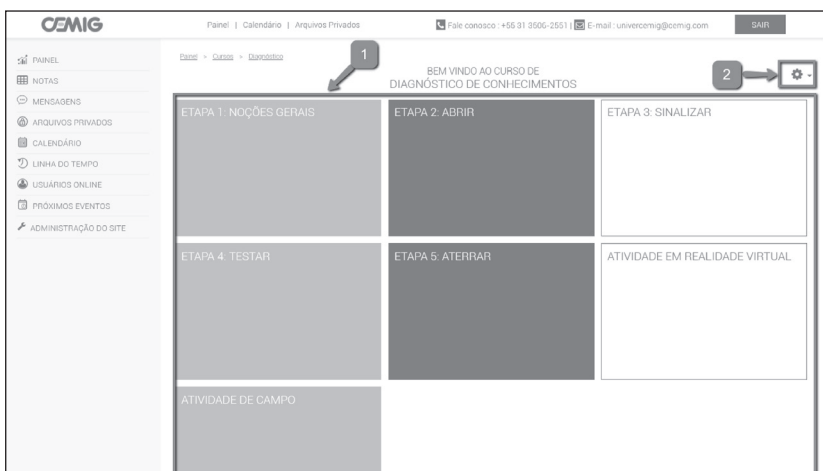


## 1.5 Cursos

As funcionalidades referentes aos cursos do SA/Moodle-CEMIG são diversas e envolvem desde criação, importação, exportação ou remoção até a configurações específicas de condições para conclusão e direcionamento de atividades para usuários específicos. Um exemplo é ilustrado na figura 5, a qual representa a tela principal do curso com:

1. Os submódulos que contém uma ou mais atividades, cujo fluxo de cada submódulo pode ser editado;
2. Opção para edição de configurações do curso como: conclusão, notas, atividades, banco de questões etc.

**Figura 5 – Tela principal de um Curso**



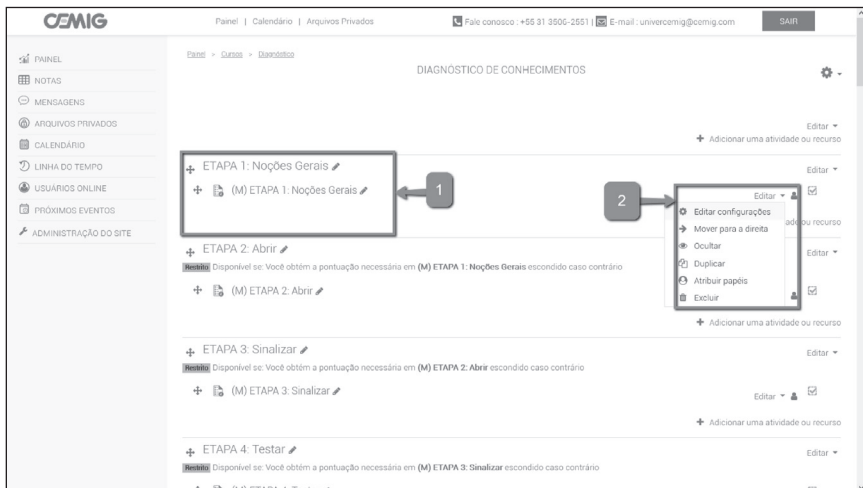


## 1.6 Atividades

As atividades do SA/Moodle-CEMIG são onde o processo de aprendizagem é estabelecido e além de possuir diversos tipos de atividades para criação como: questionários, tarefas etc. também possui diversas formas de agregações de avaliação e configurações de execução. A figura 6 ilustra a tela principal de edição de atividades em que dentre os componentes destacam-se:

1. As atividades cadastradas no curso em questão com a possibilidade de renomear e de ordenar a visualização de cada uma;
2. Opções para edição de configurações gerais das atividades.

Figura 6 – Tela de edição de Atividades

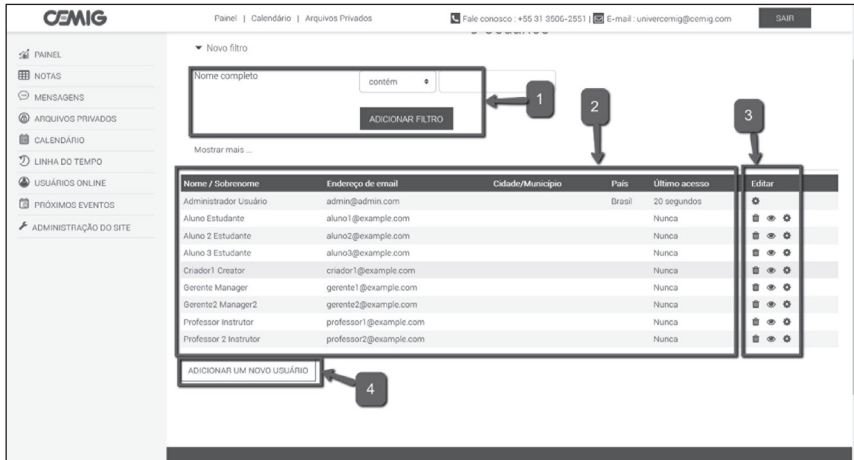


## 1.7 Usuários

Os usuários do SA/Moodle-CEMIG podem se gerenciados pelos gerentes e administradores do sistema, os quais tem acesso à lista de usuários e suas respectivas ações como: cadastrar, editar informações, perfis de acesso, remoção etc. A figura 7 ilustra a tela de lista de usuários do sistema contendo os seguintes componentes:

1. Filtros para realizar a busca de usuários cadastrados;
2. A lista de usuários cadastrados no sistema e um resumo das principais informações;
3. As opções de gerenciamento de usuários as quais são: edição de cadastro, ocultar/mostrar usuário e exclusão;
4. Botão para adicionar usuário;

Figura 7 – Tela de lista de usuário



## 1.8 Resultados

Os resultados das atividades do SA/Moodle-CEMIG podem ser consultados tanto ao nível da própria atividade quanto ao nível do curso onde a atividade faz parte, além de complementar os relatórios e gráficos exibidos no SPA-CEMIG. A figura 8 ilustra a tela de resultados de um questionário cadastrado no sistema contendo os respectivos participantes, suas respostas, nota para cada resposta, nota da atividade e a média dos participantes, além de possuir a possibilidade de *download*.

Figura 8 – Tela de resultados de questionário

Panel | Calendário | Arquivos Privados | Fale conosco: +55 31 3506-2551 | E-mail: univercemig@cemig.com

(M) ETAPA 1: NOÇÕES GERAIS

Tentativas: 3

Opções de visualização

REAVALIAR TUDO | SIMULAR REAVALIAÇÃO COMPLETA

Cada usuário pode fazer apenas uma tentativa neste questionário.

Redefinir as preferências da tabela

Baixar dados da tabela como: Valores Separados Por Vírgula (csv) | DOWNLOAD

Nome / Sobrenome	Endereço de email	Estado	Iniciado em	Tempo utilizado	Nota	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Q.7	Q.8	Q.9	Q.10	Q.
Aluno Estudante	aluno1@example.com	Finalizada	9 fevereiro 2021 14:55	1 minuto 30 segundos	9,33	✓ 0,67	✓ 0,67	✓ 0,67	✗ 0,00	✓ 0,67	✓ 0,67	✓ 0,67	✓ 0,67	✓ 0,67	✓ 0,67	✓
Aluno 2 Estudante	aluno2@example.com	Finalizada	9 fevereiro 2021 14:58	1 minuto 58 segundos	4,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,67	✗ 0,00	✓ 0,67	✓ 0,67	✗ 0,00	✓
Aluno 3 Estudante	aluno3@example.com	Finalizada	9 fevereiro 2021 15:00	1 minuto 41 segundos	5,33	✓ 0,67	✓ 0,67	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,67	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,67	✗ 0,00	✓
<b>Média geral</b>					<b>6,22 (3)</b>	0,44 (3)	0,44 (3)	0,22 (3)	0,00 (3)	0,44 (3)	0,44 (3)	0,22 (3)	0,44 (3)	0,67 (3)	0,22 (3)	0,6

Selecionar tudo / Desselecionar Tudo | REAVALIAR TENTATIVAS SELECIONADAS | EXCLUIR TENTATIVAS SELECIONADAS

## 2. SPA-CEMIG

O sistema **SPA-CEMIG** foi concebido para realizar o processamento e análise de informações normatizadas e estruturadas provenientes dos sistemas: **SA/Moodle-CEMIG**, Sistema de **RV/RA** e **SADTC**.

Estão representados no sistema **SPA-CEMIG** como parte atuante, os seguintes atores:

- Professor / Criador de Curso – responsável por gerenciar os cursos no sistema SA/Moodle-CEMIG com acesso limitado e no SPA-CEMIG com acesso total.
- Gerente – aquele que possui total acesso a gerência do sistema SA/Moodle-CEMIG e SPA-CEMIG.
- Sistema – Responsável por processar todas as requisições

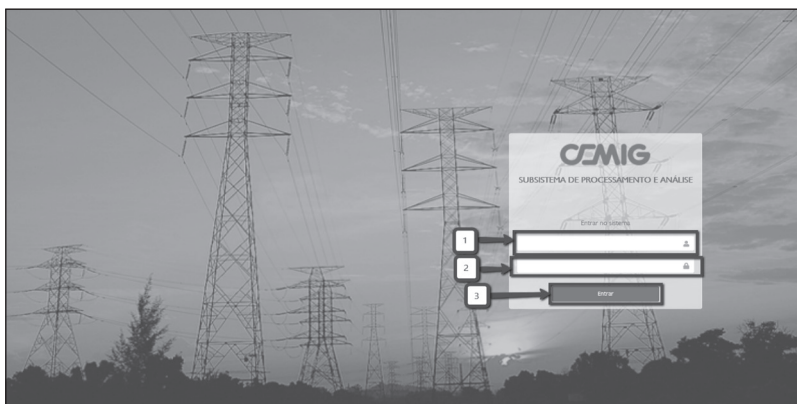
O SPA-CEMIG apresenta as seguintes funcionalidades para o gerenciamento de cursos e atividades, aplicando os conceitos de *Learning Analytics* em conjunto com os demais sistemas da plataforma de EAD-CEMIG.

### 2.1 Login

Esta é a tela inicial de entrada ao sistema SPA-CEMIG, onde o usuário deverá se autenticar para possibilitar o acesso as demais telas do sistema. A figura 9 ilustra as informações apresentadas na tela as quais são:

1. O campo de “Usuário” do sistema representando a identificação do usuário. Deve ser semelhante ao do sistema SA/Moodle-CEMIG;
2. O campo de “Senha” do sistema representando a senha do usuário. Deve ser semelhante ao do sistema SA/Moodle-CEMIG;
3. Um botão denominado “Entrar” para realizar a chamada para autenticação no sistema;

Figura 9 – Tela de Login

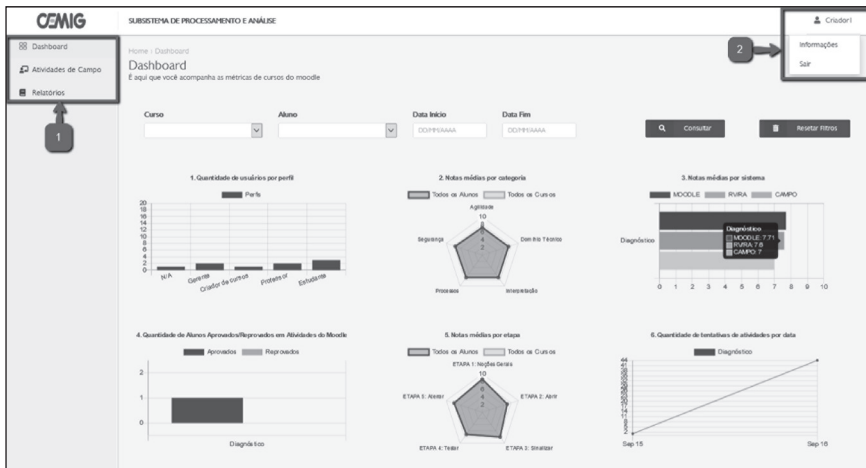


## 2.2 Menu Principal

Compõem o Menu principal do sistema as interfaces ilustradas na figura 10, com seguintes informações:

1. Uma barra lateral contendo ícones e nomes representando as telas do sistema e indicando qual tela é a que o usuário se encontra no momento;
2. Uma seção de opções de sistema representada por um ícone de usuário e o seu nome. Quando clicada, essa seção se expande para mostrar as seguintes opções:
  - a. Informações, quando clicada o usuário é redirecionado para Informações De Usuário
  - b. Sair, quando clicada o sistema realiza o “logout” do usuário em questão;

Figura 10 – Menu Principal

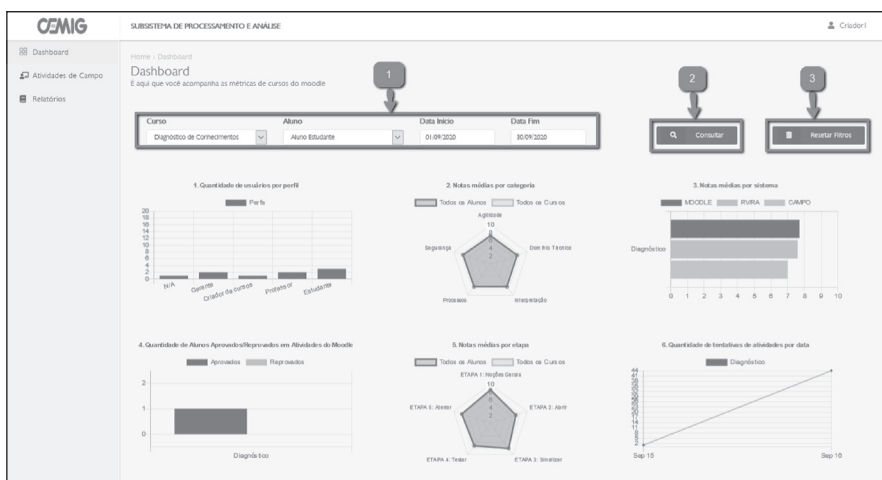


## 2.3 Dashboard

Essa Tela do sistema contém as informações referentes a diversas métricas dos cursos cadastrados no sistema no SA/Moodle-CEMIG, onde também são exibidos na figura 11:

1. Filtros para os gráficos exibidos os quais são:
  - Os campos selecionáveis de: Curso e Aluno;
  - Os campos de: Data Início e Data Fim para obter um intervalo de datas;
2. Um botão denominado “Consultar” para aplicar os filtros ao Dashboard;
3. Um botão para “Resetar Filtros”;

**Figura 11 – Tela de Dashboard**



Os gráficos que compõem tela de *Dashboard* são os seguintes:

1. Quantidade de usuários por perfil
2. Notas médias por categoria
3. Notas médias por sistema
4. Quantidade de Alunos Aprovados/Reprovados em Atividades do Moodle
5. Notas médias por etapa
6. Quantidade de tentativas de atividades por data

## 2.4 Atividades de Campo

Essa Tela do sistema contém as informações referentes ao Cadastro de Atividades de Campo do sistema SPA-CEMIG, ilustrada na figura 12, no formato de tabela as quais são:

1. As colunas de: Aluno, CPF, Empresa, Cargo, Data de Nascimento, Nome Instrutor, ID Instrutor, Curso, Atividade e Nota. Cada uma com um campo para filtrar os resultados;
2. Uma Coluna de Ações contendo para cada linha um botão para alterar a Nota de uma Atividade de Campo Cadastrada;
3. Um botão de “Download” para baixar em formato “.csv” a tabela de Atividades de Campo exibida na tela (com os seus respectivos filtros caso aplicados);

**Figura 12 – Tela de Atividades de Campo**

CEMIG SUBSISTEMA DE PROCESSAMENTO E ANÁLISE

Home > Atividades de Campo

**Atividades de Campo**

Aqui estão as atividades de campo cadastradas para cada usuário. Gerencie novas atividades ou edite existentes.

Aluno	CPF	Empresa	Cargo	Data de Nascimento	Curso	Atividade	Nota	Nome Instrutor	ID Instrutor	Ações
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente2	14235761	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente2	14235761	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente2	14235761	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente2	14235761	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente	14254689	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente	14254689	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente	14254689	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Gerente	14254689	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor	654321	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor	654321	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor	654321	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor 2	121110	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor 2	121110	[Edit]
Aluno Estudante	123456	CEMIG	Teste	14/05/1994	Diagnóstico de Ca...	Avaliação em Ca...	7	Professor 2	121110	[Edit]

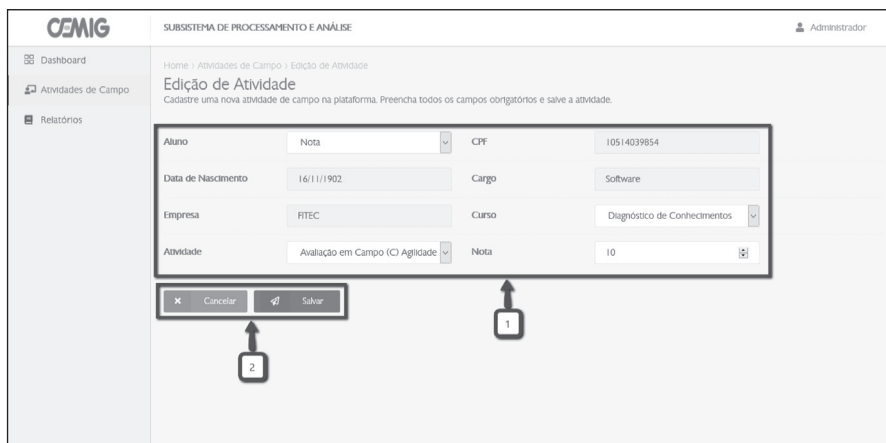
Mostrando de 1 a 13 de 20 itens

## 2.5 Edição de Atividade de Campo

Essa Tela do sistema contém informações referentes ao cadastro de “Nova Atividade”, dentre as quais se destacam de acordo com a figura 13:

1. Os campos necessários para a edição da atividade, os quais são:
  - a. O aluno da Atividade;
  - b. CPF do aluno selecionado;
  - c. Data de Nascimento do aluno selecionado;
  - d. Cargo do aluno selecionado;
  - e. Empresa do aluno selecionado;
  - f. O curso da Atividade;
  - g. O nome da Atividade;
  - h. A nota da Atividade;
2. Os botões para “Salvar” a Atividade ou “Cancelar” a edição;

**Figura 13 – Tela de Edição de Atividade de Campo**

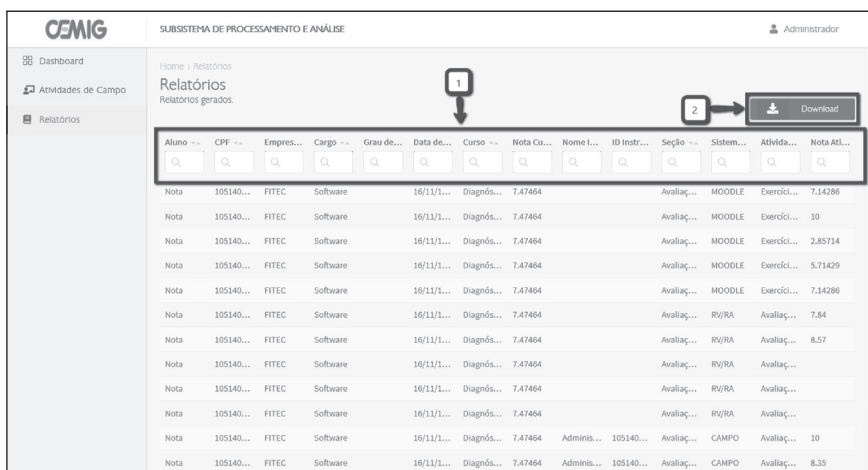


## 2.6 Relatórios

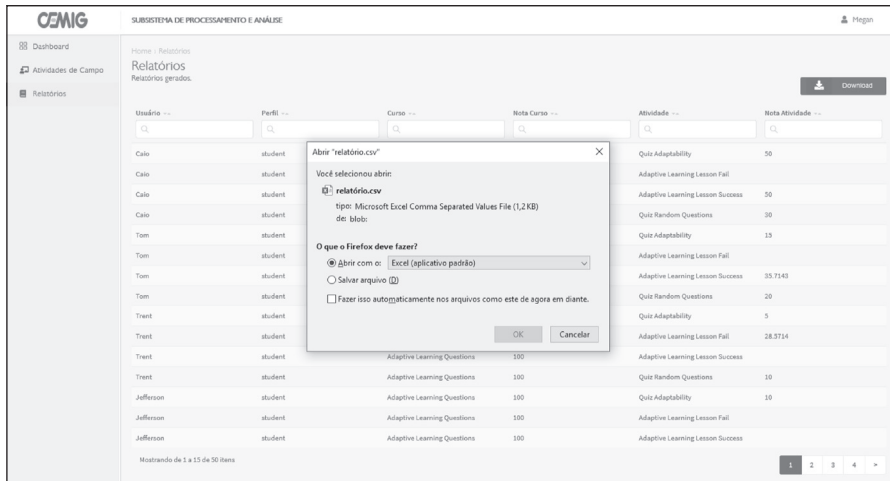
Essa Tela do sistema contém as informações referentes ao Relatório de atividades registradas no sistema SA/Moodle-CEMIG no formato de tabela as quais são:

1. As colunas de: Aluno, CPF, Empresa, Cargo, Grau de Instrução, Data de Nascimento, Curso, Nota Curso, Nome Instrutor, ID Instrutor, Seção, Sistema, Atividade e Nota Atividade. Cada uma com um campo para filtrar os resultados;
2. Um botão para *Download* do relatório exibido no momento pelo sistema ilustrado pela figura 15;

**Figura 14 – Tela de Relatórios**



**Figura 15 – Download de Relatório**

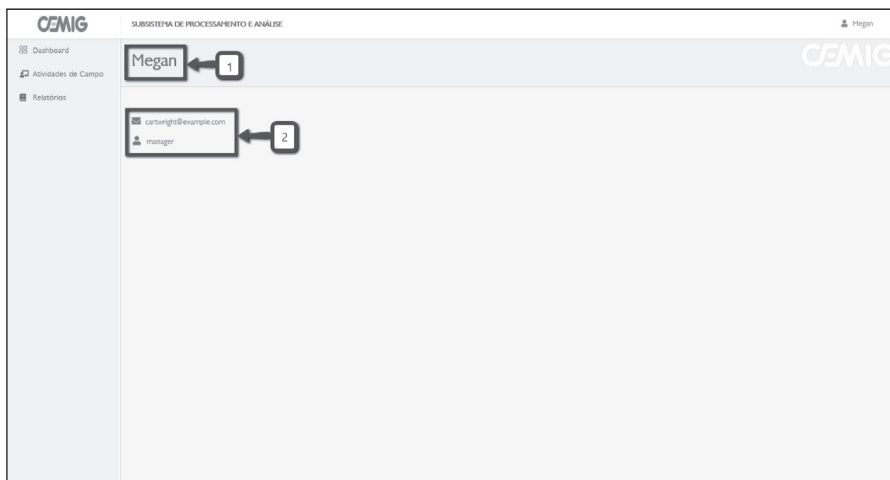


## 2.7 Informações De Usuário

Essa Tela do sistema, representada na figura 16, contém as informações referentes ao atual usuário da aplicação as quais são:

1. O nome do Usuário cadastrado no sistema SA/Moodle-CEMIG;
2. As informações de e-mail e perfil de acesso do usuário cadastrado no sistema SA/Moodle-CEMIG;

**Figura 16 – Tela de Informações do Usuário**





## REFERÊNCIAS

Manual\_de\_Uso\_Moodle-CEMIG\_V1-4.

Manual\_de\_Uso\_SPA-CEMIG\_V1-3.



# ESTUDO DE CASO NO DOMÍNIO DO CONHECIMENTO TÉCNICO ASTA – ABRIR; SINALIZAR; TESTAR E ATERRAR

*Fernando Silva Parreiras  
Marta Macedo Kerr Pinheiro*

---

## **1. Introdução**

A eficiência e competência necessárias à formação do electricista são incontestáveis pelo tipo de atuação do profissional, seja no meio urbano ou rural, pois uma manobra mal executada pode causar danos físicos e materiais, muitas vezes irreparáveis. O treinamento torna-se, portanto, oneroso em número de instrutores, em horas de capacitação e na disponibilização de materiais que reproduzam a vivência profissional com a limitação de instalações elétricas para que os aprendizes possam praticar simulando os ambientes reais através de artefatos técnicos que além de reproduzir o conhecimento transferido presencialmente, motivam a formação.

A necessidade de reproduzir os conhecimentos teóricos das salas de aula em ambientes reais faz com que o treinamento, além de ser caro, demore muito até que o aluno esteja certificado como electricista. Para avançar na solução desse problema, foi desenvolvido um modelo virtual de aprendizagem inteiramente baseado no conteúdo de formação tradicional do electricista da UniverCemig, especificamente no domínio do conhecimento técnico ASTA – Abrir; Sinalizar; Testar e Aterrar. O modelo adaptativo de aprendizagem que escolhemos é baseado no Adaptive Learning-AL com o Learning Analytics-LA, formando o conceito híbrido do ALA.

No sistema de aprendizagem adaptativa, à medida que o aluno interage pela realidade virtual ele passa a tomar conhecimento do seu avanço cognitivo e também de seus erros e toda a sua interação com o sistema passa a gerar dados que são analisados pelo Learning Analytics na plataforma, para serem sistematizados num processo constante de adaptação da aprendizagem.

Diferentes tipos de soluções e modelos de aprendizagem adaptativa que já existem no mercado, ajudam no esforço para melhorar a aprendizagem.

Algumas experiências para empresas, por exemplo, oferecem plataformas tecnológicas dentro das quais tutores projetam e colocam seus cursos, e outras empresas criam os cursos de variadas disciplinas. Tyton Partners (2015) aconselham às empresas prestadoras de serviços tecnológico que ao trabalharem com uma instituição cliente que tenha por objetivo implantar projetos de melhoria de aprendizagem, que elas atuem diretamente na instituição cliente para maior alcance dos resultados. Definir as áreas de atuação é vital e sempre se deve iniciar por um projeto piloto. O nosso estudo de caso foi em torno dos conhecimentos do ASTA, conteúdo sugerido pelos instrutores da UniverCemig, necessários e básicos à toda formação do profissional electricista. Assim, o sistema de aprendizagem aplicou o modelo ALA para codificação do conhecimento tácito dos instrutores da empresa, no aprendizado de técnicas de games e realidade virtual, enfocando a motivação da aprendizagem baseada em problemas através de simulações do contexto real.

Aliada ao Learning Analytics a Adaptive Learning-AL (ALA) desenvolve a potencialidade do capital intelectual, pelo conjunto de dados apropriados do sistema e analisados que proporcionam, cada vez mais, interações entre alunos, tutores e o sistema de aprendizagem.

Pela ausência de riscos, a tecnologia de realidade virtual proposta pelo projeto P&D D0595 oferece ambientes realistas e úteis para os usuários visualizarem quais e como as atividades físicas devem ser realizadas. Além disso, o instrutor passa a ter maior compreensão e percepção das habilidades e dificuldades, por exemplo, na execução do ASTA, com maior facilidade de avaliar os aprendizes. A realidade virtual torna-se mais útil como suporte aos treinamentos de risco na indústria e, conseqüentemente, aplicável ao setor elétrico.

O modelo de aprendizagem adaptativa ALA é mais adequado para ocorrer em ambientes híbridos de aprendizagem -ensino tradicional conjugado ao ensino virtual-, onde as atividades de alunos e também de funcionários da empresa, podem ser monitoradas por aplicativos de software e pela plataforma de aprendizagem que é retroalimentada pelos próprios alunos e seus tutores.

A finalidade deste capítulo é apresentar a execução dos estudos de caso no âmbito da aplicação do arcabouço conceitual proposto no escopo do projeto P&D D0595 – Desenvolvimento de Conhecimento Tácito e Alternância Pedagógica na Formação de Profissionais para atuação no Setor Elétrico. Teve como objetivo elaborar uma metodologia de treinamento que viabilizasse o desenvolvimento do conhecimento tácito no processo de formação do profissional para atuação no setor elétrico, considerando desde o ponto

de vista da percepção dos gestores executivos interessados no processo de aceleração da aprendizagem, avançando sobre os resultados alcançados, principalmente no encurtamento do tempo, tornando o processo menos oneroso para a Cemig e mais motivador para os profissionais. As análises dos dados extraídos pela plataforma do ALA-UniverCemig beneficiam uma série de partes interessadas, além de aprendizes e instrutores, alcançando os órgãos de governança, pesquisadores e os stakeholders da instituição.

A seguir, apresenta-se o plano do estudo de caso (Seção 2) e análise dos estudos de caso (Seção 3 e 4). A Seção 4 desenvolve a análise do tratamento das informações do ponto de vista do uso de parte do protótipo da ferramenta automatizada de avaliação da capacidade do processo gerencial que forma de partida da modelagem e a Seção 5 conclui o documento.

## **2. Estudo de caso I – ASTA, gamificação e realidade virtual**

No contexto do projeto D595 na UniverCemig, valeu-se da gamificação para a utilização da plataforma de treinamento para engajamento entre os colaboradores da Cemig, favorecendo a identificação de deficiências no conhecimento dos treinandos. Para isso, foram utilizadas ferramentas para transformar a experiência do aluno, deixando as tarefas com um significado lúdico. Além disso, buscou-se, também, motivar, engajar, estimular a resolução de problemas e aprendizado dos alunos nos processos de estudo de avaliação.

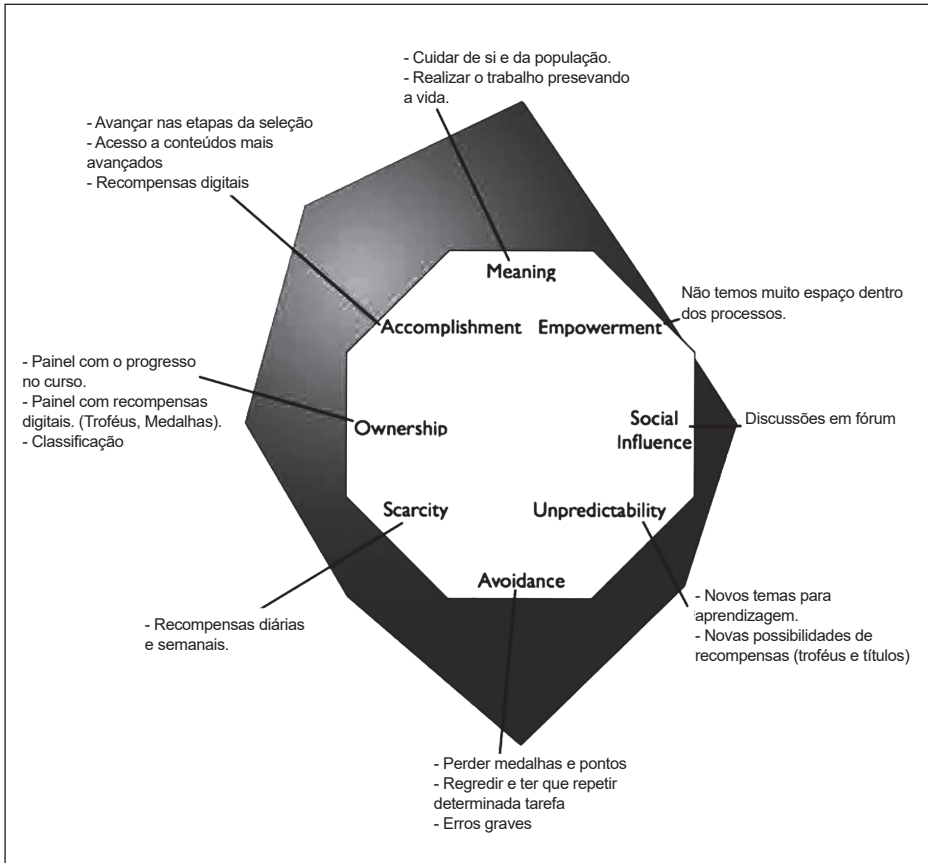
No âmbito da realidade virtual e simulação, foi desenvolvido um aplicativo para testar e treinar os colaboradores da Cemig, permitindo que cada um deles apresente seus conhecimentos nas técnicas do ASTA (Abrir, Sinalizar, Testar, Aterrar). Por meio do aplicativo, os colaboradores poderão realizar os principais pontos da técnica de aterramento utilizando os instrumentos de forma virtual.

Após a definição do escopo, optou-se pela utilização do Octalysis (CHOU, 2019) como método de gamificação apropriado para desenvolvimento do projeto, uma vez que busca, de forma lúdica, aprimorar o aprendizado e engajamento no processo de treinamento.

O Octalysis (CHOU, 2019) possui oito eixos de análise, tornando-o um framework (ou método) capaz de criar um ambiente de gamificação, bem como ferramentas comumente utilizadas. Aplicado como um guia para organização de ideias e aplicação da gamificação, o Octalysis possibilita a expansão de diversas potencialidades. A Figura 1 mostra os oito eixos que

foram descritos no Documento técnico detalhando as implementações da gamificação no conteúdo que será transmitido.

**Figura 1 – Framework Octalysis considerando a intensidade de cada um dos oito eixos**

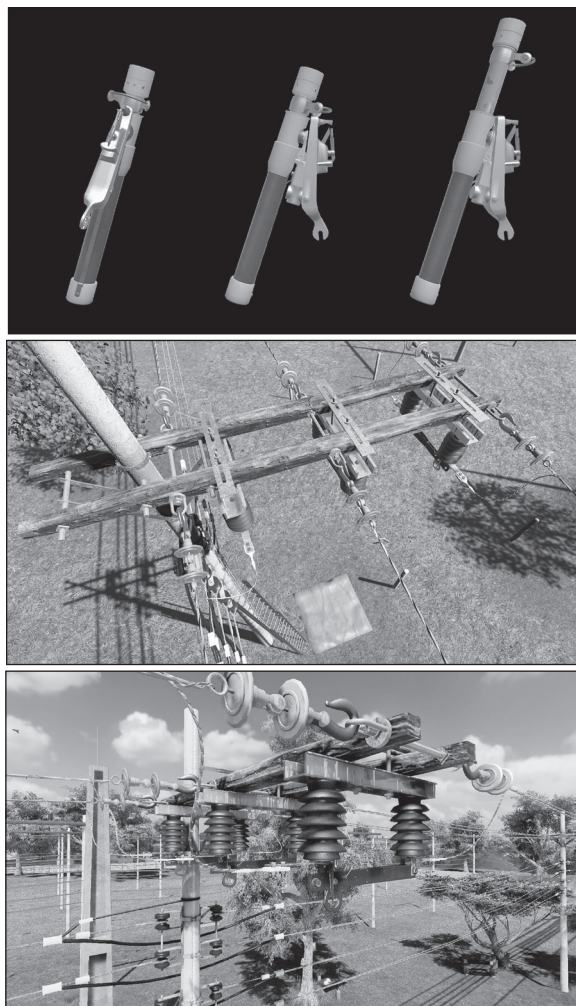


## 2.1 Análise do Estudo de Caso

Apoiado neste framework e dentro da simulação, foram criados diferentes desafios que simulam o cenário de treinamento da UniverCemig. Cada um dos desafios treinará um conteúdo diferente das atividades do ASTA. Serão distribuídos pontos à medida que o colaborador avançar nos desafios e concluir os objetivos, assim ao final de todos os desafios, o jogador (aluno) receberá sua pontuação final.

As quatro imagens da Figura 2 retratam o simulador desenvolvido, cujos cenários são realistas para melhor engajamento e assertividade do software.

**Figura 2 – Imagens do simulador desenvolvido**



A partir desta seção do Estudo de Caso do ASTA: Gamificação e Realidade Virtual, será mostrado algumas telas do simulador no treinamento realizado com um instrutor e os funcionários da UniverCemig, no dia 30 de outubro de 2020.

Dividiremos este estudo de caso em duas fases:

- Fase 1: instruções do responsável pelo simulador e dos equipamentos;
- Fase 2: utilização do simulador e dos equipamentos pelos alunos.

### 2.1.1 Fase 1: instruções do responsável pelo simulador e dos equipamentos

No primeiro momento do treinamento, o responsável pelo simulador e equipamentos, que chamaremos de instrutor, mostra como devem ser utilizadas as luvas de captura de movimento, os óculos e os demais equipamentos de realidade virtual.

São estas as especificações dos dispositivos utilizados de realidade virtual:

- Equipamento de realidade virtual: HTC Vive;
- Sensores de movimento da luva: Manus VR;
- Acessórios e periféricos para os sensores: Vive Tracker.

Na Figura 3, além do instrutor, tem-se o monitor com menu inicial, onde é possível escolher qual treinamento pode ser realizado pelo aluno: ASTA (Abrir, Sinalizar, Testar, Aterrar).

**Figura 3 – Instrutor e a tela do monitor com as opções do ASTA**



No intuito de prosseguir na simulação, o aluno (jogador) pode acessar um menu com várias possibilidades de equipamentos (Figura 4). Ele deve utilizar o menu para solicitar a ferramenta que será usada para a tarefa virtual, representando a solicitação que o profissional faria em uma situação real, mas ao invés de solicitar a ferramenta ao companheiro auxiliar, ele solicita através deste menu.



**Figura 4 – Instrutor utilizando as opções do menu com as possibilidades de equipamentos**



Um ponto importante da simulação é o manuseio da Vara de Manobra. Os sensores de movimento da luva permitem um movimento natural, incluindo o movimento individual de cada dedo da mão (Figura 5).

**Figura 5 – Instrutor manuseando a Vara de Manobra**



Os movimentos realizados são naturais, para tanto o simulador captura todos os movimentos de cabeça, por meio do equipamento de realidade virtual (HTC Vive), bem como todos os movimentos de braço e mãos (Manus VR) e dos sensores (Vive Tracker). A Figura 6 retrata a realização dos movimentos.

**Figura 6 – Instrutor realizando os movimentos**

### ***2.1.2 Fase 2: utilização do simulador e dos equipamentos pelos alunos***

Nesta fase, além do instrutor, teremos a presença do aluno (funcionário da Cemig que atuará como jogador no simulador). Na Figura 7 o instrutor prepara o aluno colocando as luvas e o equipamento de realidade virtual. Nesse momento, utilizamos alguns recursos de segurança, a saber: luvas de plástico para evitar o contato direto da mão do aluno com a luva de sensor de movimentos e uma máscara protetora da região dos olhos, testa e nariz, que impede o contato direto do equipamento de realidade virtual com a pele do aluno. Tais medidas foram utilizadas para proteger a todos da possibilidade de transmissão da Covid 19.

**Figura 7 – Instrutor colocando no aluno as luvas e o equipamento de realidade virtual**

Cabe ressaltar a importância da escolha dos equipamentos no simulador para o trabalho de campo. Esta escolha pode ser considerada a primeira missão passada ao aluno (Figura 8), no intuito de se preparar para o trabalho. Para tanto, o aluno deve coletar os equipamentos corretos de proteção individual (EPIs) para o tipo de trabalho que será realizado.

**Figura 8 – Aluno escolhendo os equipamentos para o trabalho de campo I**



Depois do treinamento realizado pelo instrutor, o aluno já é capaz de pegar a Vara de Manobra. Desta forma, o aluno pode selecionar o equipamento (Figura 9) que deseja utilizar para realizar a tarefa.

**Figura 9 – Aluno escolhendo e pegando a Vara de Manobra**



A Figura 10 registra um aspecto importante do nosso P&D. Após a seleção da Vara de Manobra, valendo-se de movimentos naturais, materializa-se pelo aluno a utilização do seu conhecimento tácito.

**Figura 10 – Aluno utiliza seus movimentos naturais para manusear a Vara de Manobra**



Serão apresentadas, agora, as quatro etapas do ASTA no simulador. Na primeira delas (Abrir) o aluno realiza a missão por meio de movimentos naturais apropriados e de ferramentas escolhidas (Figura 11 ).

**Figura 11 – Aluno realizando no simulador a etapa Abrir do ASTA**



Na etapa Sinalizar do ASTA, a Figura 12 apresenta a maneira que o aluno coloca corretamente a placa de sinalização.

**Figura 12 – Obtenção e colocação da placa de sinalização pelo aluno – etapa sinalizar**



Na etapa Testar do ASTA (Figura 13 ), o aluno realiza o teste das fases escolhendo as ferramentas previamente.

**Figura 13 – Etapa Testar do ASTA**

Como última etapa do ASTA, a Figura 14 mostra o aluno usando os grampos de aterramento.

**Figura 14 – Última etapa do ASTA – Aterrar**

## 2.2 Gamificação

Nesta seção do Estudo de Caso do ASTA: Gamificação e Realidade Virtual, será mostrado, em alguns momentos do simulador, como foi implementada a gamificação.

### 2.2.1 Lista de missões

O aluno (jogador) tem uma lista de missões a serem cumpridas em cada fase do simulador, e somente assim ele consegue pontuar e avançar. A pontuação não aparece explicitamente na tela para evitar que outros alunos vejam quais são as ações corretas e incorretas em cada missão (Figura 15).

Figura 15 – A lista de missões a serem cumpridas



### 2.2.2 Acertos e erros

O simulador (jogo) possui uma variedade de formas de se acertar e errar, todas essas formas são computadas pelo sistema e resulta na adição ou subtração de pontos. O sistema de pontuação não é apresentado na tela, mas o professor (técnico responsável), pode visualizar uma lista de acertos e erros clicando no botão no canto direito monitor (representado por uma lista laranja que surge no canto da tela – Figura 16 ).

**Figura 16 – Apresentação da pontuação**

### **2.2.3 Exploração e significado**

O simulador permite que o jogador explore os cenários com o movimento natural do corpo, para que ele faça, dentre as várias opções, suas próprias escolhas, como por exemplo a escolha de qual ferramenta utilizar para completar a missão (Figura 17). Também é possível escolher quais EPIs deseja levar para o campo. Além disso, o simulador passa o significado épico da missão, o qual somente o jogador com conhecimento prévio pode adquirir.

**Figura 17 – Exploração de cenários**



## 2.3 Conclusão do estudo de caso

A ferramenta de realidade virtual gamificada foi capaz de motivar, engajar, estimular a resolução de problemas e o aprendizado dos alunos nas técnicas do ASTA (Abrir, Sinalizar, Testar, Aterror), nos processos de estudo e de avaliação. O alcance do objetivo se deu na medida em que se potencializou a experiência do aluno, deixando as tarefas com um significado mais lúdico.

Com o aporte do Octalysis como método de gamificação, identificou-se o aprimoramento do aprendizado e engajamento no processo de treinamento, pois viabilizou um ambiente com ferramentas com uso do conhecimento dos conteúdos do ASTA.

Quanto aos processos mais densos, como no caso de manipulação de rede em meio à altas tensões elétricas em grandes alturas, ofereceu-se um treinamento bastante realista, sem exposição imediata dos alunos a possíveis riscos.

Promoveu-se, também, maior participação dos alunos, por meio da interação em equipe, comumente observada em ambiente de jogos, o que possibilitou uma troca de experiência mais eficaz e descontraída, propensa a maior criatividade e disponibilidade para o aprendizado.

Finaliza-se, assim, esta seção do Estudo de Caso do ASTA: Gamificação e Realidade Virtual, com toda descrição e apresentação de como foi realizada a gamificação no simulador.

## 3. Estudo de caso II – Intenção de uso da gamificação e realidade virtual em processos híbridos de aprendizagem

A aprendizagem tradicional em sala de aula está enfrentando mudanças devido, principalmente, ao avanço tecnológico. A internet, as ferramentas tecnológicas e os recursos online estão alterando, ampliando e substituindo os papéis, recursos e locais estabelecidos da educação tradicional (ZITTER; HOEVE, 2012) transformando a maneira como os professores ensinam e os alunos aprendem (BAZELAIS; DOLECK; LEMAY, 2018). Essas mudanças foram percebidas pela CEMIG que, por meio do P&D D0595, buscou encontrar melhores opções de aprendizagem e ensino para alunos e instrutores da Univer-CEMIG, assim como para os demais funcionários envolvidos em treinamentos.

Durante o desenvolvimento do projeto, o ambiente híbrido de aprendizagem apresentou-se como uma boa solução para as mudanças no setor educacional, uma vez que propõe a combinação dos melhores recursos do aprendizado on-line e do aprendizado tradicional em sala de aula (VERNADAKIS *et al.*, 2011). Em ambientes híbridos ou combinados, é possível “obter as vantagens da tecnologia disponível, mantendo os benefícios do ensino presencial” (IBÁÑEZ *et al.*, 2012). O sucesso de um ambiente híbrido

de aprendizagem depende de quão bem as ferramentas e técnicas utilizadas suportam a alternância pedagógica. Portanto, a tecnologia deve ser cuidadosamente escolhida para corresponder ao conteúdo do curso e aos estilos de aprendizagem dos alunos (OLAPIRIYAKUL; SCHER, 2006).

Entre as muitas tecnologias utilizadas na educação, duas chamaram a atenção da equipe do P&D D0595 devido aos resultados positivos demonstrados na literatura e à sua crescente utilização na aprendizagem: a gamificação e a realidade virtual (RV). O termo “Gamificação” é relativamente novo e significa “o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos” (DETERDING *et al.*, 2011). Já a realidade virtual é um ambiente simulado criado com tecnologia 3D que faz com que os usuários se sintam em uma situação da vida real (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017).

Apesar de todas as boas características e benefícios, o uso de tecnologias como gamificação e realidade virtual em ambientes de aprendizagem é uma possibilidade recente e ainda existem muitos aspectos a serem avaliados. Contudo, uma coisa é certa, a introdução de novas tecnologias no processo de aprendizagem não terá resultados bem sucedidos se não estiver integrada aos propósitos e necessidades dos alunos. Não importa o quanto os instrutores e instituições de ensino tenham investido ou dedicado, sem o envolvimento dos alunos, nenhum processo de aprendizado ocorre.

Devido à sua importância e urgência, as mudanças enfrentadas pelo sistema educacional que incluem não apenas a tecnologia por si só, mas também o comportamento dos alunos e os processos e estratégias de aprendizagem, são tema de uma dissertação de mestrado intitulada: “A Intenção de Estudantes em Usar Gamificação e Realidade Virtual no Processo Híbrido de Aprendizagem: Um estudo empírico na formação de profissionais técnicos”, realizada dentro do escopo do projeto P&D D0595. O estudo de caso descrito a seguir foi desenvolvido para esta dissertação, faz parte do P&D D0595, teve como objeto de estudo os alunos da UniverCemig e os funcionários da CEMIG envolvidos em treinamentos e objetiva analisar quais fatores e o quanto eles influenciam a intenção dos alunos de usar gamificação e realidade virtual no processo híbrido de aprendizagem.

### **3.1 Coleta de Dados**

A coleta de dados realizada por este estudo ocorreu em duas etapas conforme apresentado na Quadro 1 a seguir:

**Quadro 1 – Descrição da coleta de dados**

	<b>Coleta 01</b>	<b>Coleta 02</b>
<b>Público</b>	Alunos na UniverCemig	Funcionários da CEMIG
<b>Data</b>	30/10/2020	30/11/2020-04/12/2020
<b>Forma</b>	Presencial	Online
<b>Local</b>	UniverCemig	Plataforma Pesquisa Online
<b>Quantidade de Respondentes</b>	10	362

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme descrito acima, o banco de dados foi formado por 372 respondentes os quais foram avaliados quanto a 61 itens referentes a 16 constructos de primeira ordem. Das 22.692 possíveis respostas relacionadas a base de dados (61 itens X 372 indivíduos) nenhuma estava em branco.

Em relação aos outliers da pesquisa feita, foram encontrados 61 (0,27%) valores fora do intervalo da escala de sua respectiva variável, ou seja, observações que foram padronizadas e estavam fora do intervalo de  $|4,00|$ . Tendo em consideração os outliers multivariados, foram identificadas 29 (7,80%) observações, uma vez que estas observações tiveram a significância da medida de  $D^2$  de Mahalanobis inferior a 0,001. Apesar disso, os outliers univariados e multivariados encontrados não foram retirados da amostra, por acreditar que as observações sejam casos válidos da população e que, caso fossem eliminadas, poderiam limitar a generalidade da análise multivariada, apesar de possivelmente melhorar seus resultados (HAIR *et al.*, 2009).

### 3.2 Limitações do Estudo

Uma ameaça à validade desse estudo de caso é a limitação ao acesso às pessoas para a realização da coleta de dados conforme previsto no escopo inicial. Diante da notória pandemia, declarada pela Organização Mundial da Saúde – OMS em 11 de março de 2020, bem como pelo Estado de Calamidade Pública decretado por meio do Decreto Legislativo nº 6, de 2020, em razão da covid-19, o público-alvo da pesquisa e a forma de coleta dos dados tiveram que ser adaptados.

Para atender às orientações de distanciamento social das autoridades públicas nacionais e internacionais com o objetivo de impedir a disseminação do vírus, a quantidade de turmas e o número de alunos em treinamento na UniverCemig foram diminuídos. Desta forma, no dia 30 de outubro de 2020, data da realização da coleta de dados, poucos alunos estavam disponíveis para realizar o teste na plataforma e responder, presencialmente, o questionário. Como o número de respondentes da pesquisa foi inferior ao necessário para a validação estatística do modelo proposto, uma nova coleta de dados

foi necessária. Esta correu de forma on-line (30/11/2020-04/12/2020) e foi direcionada a todos os funcionários da CEMIG, uma vez que estes estão inseridos em um cenário de treinamento e aprimoramento contínuo e que, portanto, poderiam avaliar o uso da gamificação e da realidade virtual no seu processo de aprendizagem.

As mudanças no público-alvo e na forma de coleta de dados não prejudicou o resultado final deste estudo que foi capaz de validar um modelo genérico que identifica quais fatores e quanto eles influenciam a intenção de uso da Gamificação e Realidade Virtual em processos de aprendizagem híbrida. Contudo, não foi possível uma validação específica da plataforma desenvolvida pelo P&D D0595.

### 3.3 Resultados e Análise dos dados

Na análise descritiva das variáveis categóricas foram utilizadas frequências absolutas e relativas. Conforme apresentado na Tabela 1, todos os indivíduos que participaram da pesquisa possuíam experiência com internet, maior parte dos indivíduos (86,83%) não possuía experiência com gamificação e a maior parte dos indivíduos (82,80%) não possuía experiência com realidade virtual.

**Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis de carácter tecnológico**

Variáveis		N	%
Possui experiência com internet	Sim	372	100,00%
	Não	323	86,83%
Possui experiência com gamificação	Sim	49	13,17%
	Não	308	82,80%
Possui experiência com realidade virtual	Sim	64	17,20%

Fonte: Elaborado pelo autor

Na descrição do tempo de contato com a internet foram calculados média e desvio padrão e pode-se observar por meio da análise da Tabela 2 que a média do tempo de uso da internet foi 18,43 anos, sendo que, pelo menos metade dos indivíduos afirmaram usar a internet há 20 anos ou menos.

**Tabela 2 – Análise descritiva da variável “Tempo que usa internet”**

Variável	N	Média	D.P.	Mín.	1º Q.	2º Q.	3º Q.	Máx.
Tempo que usa internet	372	18,43	5,78	0,00	15,00	20,00	22,00	51,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Para descrever os itens dos construtos foram utilizados média, desvio padrão e o intervalo percentílico Bootstrap com 95% de confiança (EFRON; TIBSHIRANI 1993). Cabe ressaltar que as variáveis variam de 1 (discordo totalmente) a 7 (concordo totalmente), logo, os intervalos percentílicos Bootstrap com 95% de confiança estritamente menores que 4 evidenciam discordância quanto ao item, enquanto intervalos estritamente maiores que 4 indicam concordância e intervalos que contêm o valor 4 evidenciam imparcialidade. Portanto, nota-se que:

- Constructo Gamificação:
  - o Os indivíduos concordaram com todos os itens do constructo “Gamificação”;
  - o Analisando os intervalos de confiança apenas do constructo “Imprevisibilidade”, nota-se que a média do item Q14 (“Sinto-me motivado a usar elementos de jogos quando eles me permitem ver o ambiente de aprendizagem de forma inovadora.”) foi significativamente maior que as médias dos demais itens (Q13 e Q15), uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram;
  - o Analisando os intervalos de confiança apenas do constructo “Prevenção”, nota-se que a média do item Q18 (“Sinto-me motivado a usar elementos de jogos para continuar progredindo quando outras pessoas podem ver que meus resultados estão abaixo da média.”) foi significativamente menor que as médias dos demais itens (Q16 e Q17), uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram.
- Constructo Realidade Virtual:
  - o Os indivíduos concordaram com todos os itens do constructo “Realidade Virtual”;
  - o Analisando os intervalos de confiança apenas do constructo “Interação”, nota-se que a média do item Q26 (“Sinto-me motivado a usar ambientes de realidade virtual que promovam maior interação entre instrutor e aluno.”) foi significativamente maior que a média do item Q25 (“Sinto-me motivado a usar ambientes de realidade virtual nos quais eu possa compartilhar minhas experiências com outros colegas.”), uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram;
  - o Analisando os intervalos de confiança apenas do constructo “Motivação”, nota-se que a média do item Q31 (“Sinto-me motivado a usar ambientes de realidade virtual para fins de aprendizado para a minha profissão.”) foi significativamente maior que as médias dos demais itens (Q32 e Q33), uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram.

- Constructo Ajuste entre tecnologia e tarefa:
  - o Os indivíduos concordaram com todos os itens do constructo “Ajuste entre tecnologia e tarefa”;
  - o Analisando os intervalos de confiança, percebe-se que a média do item Q40 (“Sinto-me motivado a usar elementos de jogos, porque acredito que aprendo melhor com eles do que sem eles.”) foi significativamente menor que a média dos itens Q36, Q37, Q38, Q39 e Q43, uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram.
- Constructo Utilidade Percebida:
  - o Os indivíduos concordaram com todos os itens do constructo “Utilidade Percebida”;
  - o Analisando os intervalos de confiança, percebe-se que a média do item Q49 (“O uso de ambientes de realidade virtual durante as aulas facilita a compreensão de conceitos do curso.”) foi significativamente maior que as médias dos itens Q44, Q45 e Q46, uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram.
- Constructo Facilidade de Uso Percebida:
  - o Os indivíduos com a maioria dos itens, mas discordaram com os itens Q52 (“Acredito ter dificuldade e pouco domínio no uso dos elementos de jogos.”) e Q53 (“Acredito ter dificuldade e pouco domínio no uso de ambientes de realidade virtual.”) do constructo “Facilidade de Uso Percebida”.
- Constructo Intenção de Usar:
  - o Os indivíduos concordaram com todos os itens do constructo “Intenção de Usar”;
  - o Analisando os intervalos de confiança, nota-se que a média do item Q57 (“Estou disposto a usar ambientes de realidade virtual no meu processo de aprendizado.”) foi significativamente maior que a média dos itens Q58, Q59 e Q60, uma vez que os intervalos de confiança não se sobrepuseram.

A Tabela 3 seguir exhibe a descrição e a comparação dos itens de cada constructo.

**Tabela 3 – Análise descritiva e comparação dos itens dos constructos**

<b>Constructo</b>		<b>Itens</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>I.C. 95%<sup>1</sup></b>
Gamificação	Propósito	Q1	372	6,08	1,18	[5,96; 6,20]
		Q2	372	6,27	1,12	[6,16; 6,38]
		Q3	372	5,87	1,35	[5,73; 6,00]
	Desenvolvimento	Q4	372	5,99	1,21	[5,87; 6,12]
		Q5	372	5,93	1,33	[5,80; 6,06]
		Q6	372	6,11	1,23	[5,98; 6,23]
	Propriedade	Q7	372	5,78	1,36	[5,64; 5,92]
		Q8	372	5,88	1,28	[5,75; 6,02]
		Q9	372	5,71	1,43	[5,56; 5,85]
	Influência Social	Q10	372	5,52	1,50	[5,36; 5,65]
		Q11	372	5,71	1,37	[5,56; 5,84]
		Q12	372	5,72	1,37	[5,58; 5,85]
	Imprevisibilidade	Q13	372	5,77	1,35	[5,63; 5,91]
		Q14	372	6,14	1,16	[6,01; 6,26]
		Q15	372	5,73	1,32	[5,59; 5,87]
	Prevenção	Q16	372	5,73	1,40	[5,59; 5,86]
		Q17	372	5,91	1,22	[5,79; 6,03]
		Q18	372	5,02	1,75	[4,84; 5,19]
Realidade Virtual	Engajamento	Q19	372	5,59	1,54	[5,42; 5,74]
		Q20	372	5,52	1,60	[5,34; 5,69]
		Q21	372	5,67	1,62	[5,52; 5,83]
	Imersão	Q22	372	6,08	1,26	[5,95; 6,20]
		Q23	372	6,17	1,21	[6,05; 6,29]
		Q24	372	6,06	1,27	[5,92; 6,19]
	Interação	Q25	372	5,59	1,43	[5,45; 5,73]
		Q26	372	5,89	1,30	[5,75; 6,02]
		Q27	372	5,81	1,32	[5,68; 5,94]
	Imaginação	Q28	372	6,30	1,04	[6,19; 6,40]
		Q29	372	6,21	1,09	[6,10; 6,32]
		Q30	372	6,22	1,05	[6,11; 6,32]
	Motivação	Q31	372	6,18	1,17	[6,06; 6,29]
		Q32	372	5,90	1,36	[5,75; 6,03]
		Q33	372	5,83	1,37	[5,70; 5,97]
Diversão	Q34	372	5,85	1,36	[5,70; 5,98]	
	Q35	372	5,92	1,28	[5,78; 6,04]	
Ajuste entre tecnologia e tarefa	Q36	372	6,01	1,16	[5,89; 6,12]	
	Q37	372	6,13	1,14	[6,01; 6,24]	
	Q38	372	6,05	1,14	[5,92; 6,16]	
	Q39	372	6,11	1,20	[5,99; 6,22]	
	Q40	372	5,13	1,54	[4,97; 5,28]	
	Q41	372	5,28	1,55	[5,11; 5,42]	
	Q42	372	5,37	1,40	[5,22; 5,51]	
	Q43	372	5,49	1,38	[5,36; 5,63]	

continua...

continuação

<b>Constructo</b>	<b>Itens</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>I.C. 95%<sup>1</sup></b>
Utilidade Percebida	Q44	372	5,33	1,48	[5,19; 5,47]
	Q45	372	5,44	1,47	[5,28; 5,57]
	Q46	372	5,35	1,46	[5,20; 5,49]
	Q47	372	5,53	1,39	[5,38; 5,66]
	Q48	372	5,56	1,36	[5,42; 5,70]
	Q49	372	5,77	1,27	[5,64; 5,91]
Facilidade de Uso Percebida	Q50	372	5,58	1,34	[5,44; 5,72]
	Q51	372	5,58	1,36	[5,43; 5,72]
	Q52	372	3,75	2,01	[3,55; 3,97]
	Q53	372	3,66	1,92	[3,46; 3,85]
	Q54	372	5,45	1,35	[5,31; 5,59]
	Q55	372	5,47	1,34	[5,33; 5,60]
Intenção de Usar	Q56	372	5,91	1,28	[5,78; 6,04]
	Q57	372	6,04	1,27	[5,90; 6,16]
	Q58	372	5,65	1,43	[5,51; 5,80]
	Q59	372	5,71	1,39	[5,56; 5,84]
	Q60	372	5,68	1,38	[5,54; 5,81]
	Q61	372	5,81	1,32	[5,67; 5,93]

<sup>1</sup>Intervalo Bootstrap.

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme descrito acima, o banco de dados foi formado por 372 respondentes os quais foram avaliados quanto a 61 itens referentes a 16 constructos de primeira ordem. Das 22.692 possíveis respostas relacionadas a base de dados (61 itens X 372 indivíduos) nenhuma estava em branco.

### 3.4 Análise Fatorial

A Tabela 4 apresenta os resultados da Análise Fatorial realizada com o objetivo de validar os constructos de primeira ordem “Propósito”, “Desenvolvimento”, “Propriedade”, “Influência Social”, “Imprevisibilidade” e “Prevenção” para a criação de indicadores. Dessa forma, destaca-se que todos os itens apresentaram carga fatorial superior a 0,50, ou seja, contribuíram de forma relevante para a formação da variável latente, beneficiando o alcance das suposições básicas para validade e qualidade dos indicadores criados para representar o conceito de interesse.



**Tabela 4 – Análise Fatorial dos constructos relacionados à “Gamificação”**

	<b>Constructo</b>	<b>Itens</b>	<b>C.F.<sup>1</sup></b>	<b>Com.<sup>2</sup></b>	<b>Peso</b>
Gamificação	Propósito	Q1	0,90	0,81	0,38
		Q2	0,92	0,84	0,39
		Q3	0,84	0,71	0,36
	Desenvolvimento	Q4	0,93	0,87	0,36
		Q5	0,92	0,85	0,36
		Q6	0,92	0,85	0,36
	Propriedade	Q7	0,92	0,85	0,38
		Q8	0,87	0,76	0,36
		Q9	0,89	0,80	0,37
	Influência Social	Q10	0,85	0,71	0,35
		Q11	0,92	0,84	0,38
		Q12	0,92	0,84	0,38
	Imprevisibilidade	Q13	0,88	0,78	0,37
		Q14	0,89	0,80	0,38
		Q15	0,88	0,78	0,37
	Prevenção	Q16	0,93	0,86	0,40
		Q17	0,90	0,80	0,39
		Q18	0,80	0,63	0,35

<sup>1</sup>Carga Fatorial; <sup>2</sup>Comunalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 5 exhibe a verificação das medidas de validade e qualidade dos constructos de primeira ordem relacionados à “Gamificação”.

Dessa forma, tem-se que:

- Todos os constructos apresentaram validação convergente (AVE. > 0,40);
- Todos os constructos apresentaram Alfa de Cronbach (A.C.) e/ou Confiabilidade Composta (C.C.) acima de 0,60. Portanto, todos apresentaram os níveis exigidos de confiabilidade;
- Em todos os constructos o ajuste da Análise Fatorial foi adequado, uma vez que todos os KMO foram maiores que 0,50;
- Todos os constructos foram unidimensionais pelo critério de Kaiser.

**Tabela 5 – Validação dos constructos relacionados à “Gamificação”**

	<b>Constructo</b>	<b>Itens</b>	<b>AVE<sup>1</sup></b>	<b>A.C.<sup>2</sup></b>	<b>D.G.<sup>3</sup></b>	<b>KMO.<sup>4</sup></b>	<b>Dim.<sup>5</sup></b>
Gamificação	Propósito	3	0,79	0,86	0,86	0,71	1
	Desenvolvimento	3	0,86	0,92	0,91	0,76	1
	Propriedade	3	0,80	0,88	0,87	0,72	1
	Influência Social	3	0,80	0,87	0,87	0,71	1
	Imprevisibilidade	3	0,79	0,86	0,86	0,74	1
	Prevenção	3	0,76	0,82	0,85	0,66	1

<sup>1</sup>Variância Extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade Composta;

<sup>4</sup>Adequação da amostra; <sup>5</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 6 exibe os resultados da análise fatorial realizada com o objetivo de validar os constructos de primeira ordem “Engajamento”, “Imersão”, “Interação”, “Imaginação”, “Motivação” e “Diversão” para a criação de indicadores, seguindo o mesmo critério de carga fatorial superior a 0,50 utilizado a análise do constructo “Gamificação”.

**Tabela 6 – Análise Fatorial dos constructos relacionados à “Realidade Virtual”**

Constructo		itens	C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso
Realidade Virtual	Engajamento	Q19	0,93	0,87	0,36
		Q20	0,94	0,89	0,36
		Q21	0,93	0,86	0,35
	Imersão	Q22	0,93	0,87	0,34
		Q23	0,97	0,94	0,36
		Q24	0,95	0,90	0,35
	Interação	Q25	0,88	0,77	0,35
		Q26	0,92	0,85	0,37
		Q27	0,94	0,88	0,37
	Imaginação	Q28	0,95	0,89	0,36
		Q29	0,92	0,84	0,35
		Q30	0,94	0,88	0,36
	Motivação	Q31	0,88	0,78	0,34
		Q32	0,95	0,91	0,37
		Q33	0,95	0,90	0,37
Diversão	Q34	0,97	0,93	0,52	
	Q35	0,97	0,93	0,52	

<sup>1</sup>Carga Fatorial; <sup>2</sup>Comunalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 7 exibe a verificação das medidas de validade e qualidade dos constructos de primeira ordem relacionados à “Realidade Virtual”. Dessa forma, tem-se que:

- Todos os constructos apresentaram validação convergente (AVE. > 0,40);
- Todos os constructos apresentaram Alfa de Cronbach (A.C.) e/ou Confiabilidade Composta (C.C.) acima de 0,60. Portanto, todos apresentaram os níveis exigidos de confiabilidade;
- Em todos os constructos o ajuste da Análise Fatorial foi adequado, uma vez que todos os KMO foram maiores ou iguais a 0,50;
- Todos os constructos foram unidimensionais pelo critério de Kaiser.

**Tabela 7 – Validação dos constructos relacionados à “Realidade Virtual”**

Constructo		Itens	AVE <sup>1</sup>	A.C. <sup>2</sup>	D.G. <sup>3</sup>	KMO. <sup>4</sup>	Dim. <sup>5</sup>
Realidade Virtual	Engajamento	3	0,87	0,93	0,92	0,76	1
	Imersão	3	0,90	0,95	0,94	0,75	1
	Interação	3	0,83	0,90	0,89	0,73	1
	Imaginação	3	0,87	0,93	0,92	0,76	1
	Motivação	3	0,86	0,92	0,91	0,72	1
	Diversão	2	0,93	0,93	0,94	0,50	1

<sup>1</sup>Variância Extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade Composta;  
<sup>4</sup>Adequação da amostra; <sup>5</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.5 Modelagem de equações estruturais

Com o objetivo de avaliar as relações entre constructos foi ajustado um modelo de equações estruturais utilizando a abordagem PLS (Partial Least Square) (VINZI *et al.*, 2010). A abordagem de equações estruturais permite incorporar variáveis não observadas ao modelo, sendo que essas são medidas indiretamente por variáveis indicadoras (itens) (HAIR *et al.*, 2014). O funcionamento da abordagem PLS é eficiente para tamanhos amostrais relativamente pequenos e modelos complexos. Ainda, apresenta a grande vantagem de fazer poucas suposições sobre a distribuição dos dados, em comparação à abordagem clássica CB – SEM técnica amplamente utilizada que assume a distribuição normal dos dados e necessita de tamanho amostral elevado.

No modelo em questão, os constructos de segunda ordem “Gamificação” e “Realidade Virtual” não foram formados diretamente pelos itens (perguntas), mas por outras variáveis latentes (indicadores). Para tratar essa característica da estrutura de mensuração, foi utilizada a abordagem “Two-Step” (SANCHEZ, 2013). Dessa forma, primeiramente foram computados os escores das variáveis latentes de primeira ordem via Análise Fatorial com o método de extração das componentes principais (MINGOTI, 2005), sendo eles utilizados para formar cada constructo de segunda ordem.

O processo de modelagem de equações estruturais envolve a construção de um Modelo de Mensuração e de um Modelo Estrutural. O Modelo de Mensuração representa a teoria que mostra como as variáveis medidas se juntam para representar os constructos, enquanto o Modelo Estrutural define as relações causais ou de associação entre os constructos.

Na avaliação da qualidade do ajuste do modelo foi utilizado o R2 (TENENHAUS, 2005) que representa em uma escala de 0% a 100% o quanto os constructos independentes explicam os dependentes, sendo que, no geral, valores menores que 25% representam capacidade explicativa fraca, valores entre 25%

e 50% indicam capacidade explicativa moderada e valores acima de 50% evidenciam uma capacidade explicativa substancial (HAIR *et al.*, 2014).

O software utilizado para a realização das análises foi o R (versão 4.0.2).

### 3.6 Modelo de Mensuração (Outer Model)

Na análise do modelo de mensuração são verificadas a dimensionalidade, a validade convergente, a validade discriminante e a confiabilidade dos construtos. A validade convergente garante que os indicadores de um construto estão correlacionados o suficiente para medir o conceito latente. A validade discriminante verifica se os construtos medem efetivamente diferentes aspectos do fenômeno de interesse. A confiabilidade revela a consistência das medidas em mensurar o conceito que pretendem medir.

A Tabela 8 apresenta o modelo de mensuração inicial e final dos construtos. Uma carga fatorial pequena indica que a correlação de determinado item com o seu constructo é baixa. Dessa forma, foi necessário retirar os itens que apresentaram carga fatorial inferior a 0,50 (HAIR *et al.*, 2009), pois ao não contribuir de forma relevante para formação da variável latente, prejudicam o alcance das suposições básicas para validade e qualidade dos indicadores criados para representar o conceito de interesse.

Analisando o modelo final, pode-se observar que:

- Todos os itens restantes apresentaram carga fatorial superior a 0,50;
- Pelo critério de Barclay (BARCLAY; HIGGINS; THOMPSON, 1995) houve validação discriminante em todos os itens dos constructos analisados, visto que a carga fatorial cruzada máxima em cada item foi inferior à carga fatorial do mesmo.

**Tabela 8 – Modelo de mensuração**

Constructo	Item / Indicador	Modelo inicial				Modelo Final				
		C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	Max (C.F.C.) <sup>4</sup>
Gamificação	Propósito	0,86	0,74	0,18	[0,17; 0,20]	0,86	0,74	0,18	[0,17; 0,20]	0,70
	Desenvolvimento	0,91	0,82	0,19	[0,18; 0,21]	0,91	0,82	0,19	[0,19; 0,21]	0,70
	Propriedade	0,91	0,83	0,20	[0,19; 0,21]	0,91	0,83	0,20	[0,19; 0,21]	0,71
	Influência Social	0,83	0,69	0,17	[0,15; 0,18]	0,83	0,69	0,16	[0,15; 0,18]	0,62
	Imprevisibilidade	0,93	0,87	0,19	[0,18; 0,20]	0,93	0,87	0,19	[0,19; 0,20]	0,72
	Prevenção	0,87	0,75	0,20	[0,18; 0,21]	0,87	0,75	0,19	[0,18; 0,21]	0,71

continua...

continuação

Constructo	Item / Indicador	Modelo inicial				Modelo Final				Max (C.F.C.) <sup>4</sup>
		C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	
Realidade Virtual	Engajamento	0,77	0,60	0,18	[0,16; 0,19]	0,77	0,60	0,18	[0,16; 0,19]	0,65
	Imersão	0,92	0,85	0,19	[0,19; 0,20]	0,92	0,85	0,19	[0,19; 0,20]	0,78
	Interação	0,82	0,67	0,18	[0,16; 0,19]	0,82	0,67	0,18	[0,16; 0,19]	0,74
	Imaginação	0,89	0,79	0,19	[0,17; 0,20]	0,89	0,79	0,19	[0,17; 0,20]	0,75
	Motivação	0,93	0,87	0,20	[0,19; 0,22]	0,93	0,87	0,20	[0,19; 0,22]	0,82
	Diversão	0,89	0,80	0,21	[0,20; 0,22]	0,89	0,80	0,21	[0,19; 0,22]	0,82
Ajuste entre tecnologia e tarefa	Q36	0,83	0,69	0,16	[0,15; 0,17]	0,83	0,69	0,16	[0,15; 0,17]	0,80
	Q37	0,85	0,72	0,16	[0,15; 0,17]	0,85	0,72	0,16	[0,15; 0,17]	0,84
	Q38	0,80	0,64	0,15	[0,14; 0,15]	0,80	0,64	0,15	[0,14; 0,15]	0,73
	Q39	0,82	0,67	0,15	[0,14; 0,16]	0,82	0,67	0,15	[0,14; 0,16]	0,80
	Q40	0,82	0,66	0,14	[0,13; 0,15]	0,81	0,66	0,14	[0,13; 0,15]	0,80
	Q41	0,81	0,66	0,14	[0,13; 0,15]	0,81	0,65	0,14	[0,13; 0,15]	0,77
	Q42	0,85	0,73	0,15	[0,14; 0,16]	0,85	0,73	0,15	[0,14; 0,16]	0,80
	Q43	0,86	0,75	0,15	[0,15; 0,16]	0,86	0,74	0,15	[0,15; 0,16]	0,83
Utilidade Percebida	Q44	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,80
	Q45	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,82
	Q46	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,80
	Q47	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,93	0,86	0,18	[0,17; 0,19]	0,82
	Q48	0,90	0,82	0,18	[0,18; 0,19]	0,90	0,82	0,18	[0,18; 0,19]	0,82
	Q49	0,89	0,79	0,19	[0,18; 0,20]	0,89	0,79	0,19	[0,18; 0,20]	0,82

continua...

continuação

Constructo	Item / Indicador	Modelo inicial				Modelo Final				
		C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	C.F. <sup>1</sup>	Com. <sup>2</sup>	Peso	I.C. 95% <sup>3</sup>	Max (C.F.C.) <sup>4</sup>
Facilidade de Uso Percebida	Q50	0,88	0,77	0,31	[0,27; 0,34]	0,89	0,79	0,30	[0,27; 0,34]	0,55
	Q51	0,90	0,80	0,32	[0,29; 0,35]	0,90	0,81	0,32	[0,29; 0,35]	0,57
	Q52	0,04	0,00	0,08	[0,03; 0,14]	-	-	-	-	-
	Q53	-0,05	0,00	0,04	[-0,01; 0,10]	-	-	-	-	-
	Q54	0,87	0,76	0,25	[0,22; 0,27]	0,88	0,77	0,25	[0,22; 0,27]	0,50
	Q55	0,87	0,76	0,26	[0,23; 0,29]	0,88	0,77	0,26	[0,23; 0,28]	0,49
Intenção de Usar	Q56	0,89	0,79	0,18	[0,17; 0,19]	0,89	0,79	0,18	[0,17; 0,19]	0,75
	Q57	0,89	0,78	0,18	[0,17; 0,19]	0,89	0,78	0,18	[0,17; 0,19]	0,75
	Q58	0,91	0,84	0,18	[0,18; 0,19]	0,91	0,84	0,18	[0,18; 0,19]	0,76
	Q59	0,89	0,79	0,18	[0,18; 0,19]	0,89	0,78	0,18	[0,17; 0,19]	0,75
	Q60	0,93	0,86	0,19	[0,18; 0,20]	0,93	0,86	0,19	[0,18; 0,20]	0,78
	Q61	0,91	0,83	0,19	[0,18; 0,20]	0,91	0,83	0,19	[0,18; 0,20]	0,77

<sup>1</sup>Carga Fatorial; <sup>2</sup>Comunalidade; <sup>3</sup>Intervalo Bootstrap; <sup>4</sup>Carga Fatorial Cruzada.

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 9 apresenta as análises da validade convergente, confiabilidade dos construtos e a dimensionalidade dos constructos. Dessa forma, tem-se que:

- Houve validação convergente em todos os constructos, uma vez que as AVE's foram superiores a 0,40;
- Em todos os constructos os índices de confiabilidade A.C. e/ou C.C. foram superiores a 0,60, evidenciando assim a confiabilidade deles;
- De acordo com o critério de Acceleration factor todos os constructos foram unidimensionais.

**Tabela 9 – Validação do modelo de mensuração**

Constructo	Itens	AVE <sup>1</sup>	A.C. <sup>2</sup>	C.C. <sup>3</sup>	Dim. <sup>4</sup>
Gamificação	6	0,78	0,94	0,96	1
Realidade Virtual	6	0,76	0,94	0,95	1
Ajuste entre tecnologia e tarefa	8	0,69	0,94	0,95	1

continua...

continuação

Constructo	Itens	AVE <sup>1</sup>	A.C. <sup>2</sup>	C.C. <sup>3</sup>	Dim. <sup>4</sup>
Utilidade Percebida	6	0,84	0,96	0,97	1
Facilidade de Uso Percebida	4	0,79	0,91	0,94	1
Intenção de Usar	6	0,81	0,95	0,96	1

<sup>1</sup>Variância média extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade composta; <sup>4</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.7 Modelo Estrutural (Inner Model)

A Tabela 10 apresenta os dados do modelo estrutural pelos quais é possível verificar a quantificação das relações entre os constructos. Já a Figura X apresenta uma ilustração desses resultados. Desse modo, observa-se que:

- Constructo Ajuste entre tecnologia e tarefa:
  - o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,31$  [0,22; 0,41]) da Gamificação sobre o Ajuste entre Tecnologia e Tarefa. Portanto, quanto maior a Gamificação maior tende a ser o Ajuste entre Tecnologia e Tarefa;
  - o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,63$  [0,54; 0,72]) da Realidade Virtual sobre o Ajuste entre Tecnologia e Tarefa. Portanto, quanto maior a Realidade Virtual maior tende a ser o Ajuste entre tecnologia e tarefa;
  - o A Gamificação e a Realidade Virtual foram capazes de explicar 78,90% da variabilidade do Ajuste entre Tecnologia e Tarefa.
- Constructo Facilidade de Uso Percebida:
  - o Houve influência significativa (valor-p = 0,015) e positiva ( $\beta = 0,17$  [0,03; 0,33]) da Gamificação sobre a Facilidade de Uso Percebida. Portanto, quanto maior a Gamificação maior tende a ser a Facilidade de Uso Percebida;
  - o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,39$  [0,16; 0,58]) do Ajuste entre tecnologia e tarefa sobre a Facilidade de Uso Percebida. Portanto, quanto maior o Ajuste entre tecnologia e tarefa maior tende a ser a Facilidade de Uso Percebida;
  - o A Gamificação, a Realidade Virtual e o Ajuste entre Tecnologia e Tarefa foram capazes de explicar 33,41% da variabilidade da Facilidade de Uso Percebida.
- Constructo Utilidade Percebida:
  - o Houve influência significativa (valor-p = 0,008) e positiva ( $\beta = 0,11$  [0,01; 0,21]) da Gamificação sobre a Utilidade Percebida. Portanto, quanto maior a Gamificação maior tende a ser a Utilidade Percebida;

- o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,71$  [0,59; 0,83]) do Ajuste entre tecnologia e tarefa sobre a Utilidade Percebida. Portanto, quanto maior o Ajuste entre tecnologia e tarefa maior tende a ser a Utilidade Percebida;
- o Os constructos “Gamificação”, “Realidade Virtual”, “Ajuste entre tecnologia e tarefa” e “Facilidade de Uso Percebida” foram capazes de explicar 79,03% da variabilidade da Utilidade Percebida.
- **Constructo Intenção de Usar:**
  - o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,20$  [0,12; 0,29]) da Facilidade de Uso Percebida sobre a Intenção de Usar. Portanto, quanto maior a Facilidade de Uso Percebida maior tende a ser a Intenção de Usar;
  - o Houve influência significativa (valor-p < 0,001) e positiva ( $\beta = 0,72$  [0,65; 0,79]) da Utilidade Percebida sobre a Intenção de Usar. Portanto, quanto maior a Utilidade Percebida maior tende a ser a Intenção de Usar;
  - o A Facilidade de Uso Percebida e a Utilidade Percebida foram capazes de explicar 72,11% da variabilidade da Intenção de Usar.

**Tabela 10 – Modelo estrutural**

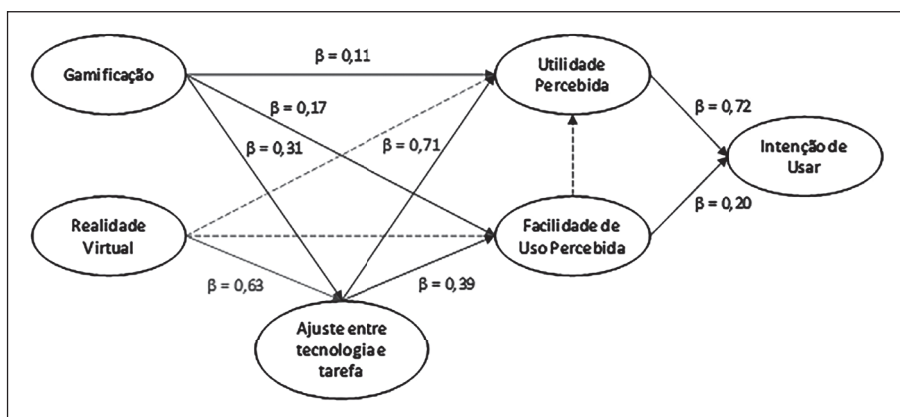
Endógenas	Exógenas	$\beta$	E.P. ( $\beta$ ) <sup>1</sup>	I.C. 95% <sup>2</sup>	Valor-p	R <sup>2</sup>
<b>Ajuste entre tecnologia e tarefa</b>	Gamificação	0,31	0,04	[0,22; 0,41]	<0,001	78,90%
	Realidade Virtual	0,63	0,04	[0,54; 0,72]	<0,001	
<b>Facilidade de Uso Percebida</b>	Gamificação	0,17	0,07	[0,03; 0,33]	0,015	33,41%
	Realidade Virtual	0,05	0,09	[-0,14; 0,26]	0,570	
	Ajuste entre tecnologia e tarefa	0,39	0,09	[0,16; 0,58]	<0,001	
<b>Utilidade Percebida</b>	Gamificação	0,11	0,04	[0,01; 0,21]	0,008	79,03%
	Realidade Virtual	0,07	0,05	[-0,04; 0,19]	0,141	
	Ajuste entre tecnologia e tarefa	0,71	0,05	[0,59; 0,83]	<0,001	
	Facilidade de Uso Percebida	0,04	0,03	[-0,03; 0,12]	0,144	
<b>Intenção de Usar</b>	Facilidade de Uso Percebida	0,20	0,03	[0,12; 0,29]	<0,001	72,11%
	Utilidade Percebida	0,72	0,03	[0,65; 0,79]	<0,001	

<sup>1</sup>erro padrão; <sup>2</sup>Intervalo Bootstrap.

Fonte: Elaborado pelo autor



**Figura 18 – Ilustração do modelo estrutural**



Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 11 exibe o resultado das hipóteses iniciais do modelo. Dessa forma, observa-se que, com exceção das hipóteses 4, 6 e 9, todas as hipóteses foram confirmadas.

**Tabela 11 – Resultado das hipóteses iniciais do modelo**

Hipóteses		Resultados
H1	A gamificação tem um efeito positivo no processo de aprendizagem.	Confirmada
H2	A realidade virtual tem efeito positivo processo de aprendizagem	Confirmada
H3	A gamificação tem um efeito positivo na utilidade percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Confirmada
H4	A realidade virtual tem um efeito positivo na utilidade percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Não Confirmada
H5	A gamificação tem um efeito positivo na facilidade de uso percebida do processo híbrido de aprendizagem	Confirmada
H6	A realidade virtual tem um efeito positivo na facilidade de uso percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Não Confirmada
H7	O ajuste da tecnologia à tarefa tem um efeito positivo na utilidade percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Confirmada
H8	O ajuste da tecnologia à tarefa tem um efeito positivo na facilidade de uso percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Confirmada
H9	A facilidade de uso percebida tem um efeito positivo na utilidade percebida do processo híbrido de aprendizagem.	Não Confirmada
H10	A facilidade de uso percebida do processo híbrido de aprendizagem tem um efeito positivo na intenção de usá-lo.	Confirmada
H11	A utilidade percebida do processo híbrido de aprendizagem tem um efeito positivo na intenção de usá-lo	Confirmada

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.8 Conclusão do estudo de caso

Com base no conhecimento teórico desenvolvido ao longo do projeto e da análise apresentada na seção anterior, é possível elaborar conclusões e inferências muito interessantes sobre a intenção dos alunos e funcionários da CEMIG de usar plataformas híbridas de aprendizagem que utilizam, sobretudo, tecnologias como a gamificação e a realidade virtual.

Como a maioria dos entrevistados não possuía experiência com Gamificação e Realidade Virtual, a utilização dessas duas tecnologias no processo de aprendizagem seria uma novidade e, ao mesmo tempo, um desafio. Contudo, o fato de todos possuírem experiência com internet facilitaria a aceitação e a aprendizagem das duas tecnologias novas.

Apesar dos respondentes concordarem com todos os itens dos constructos de Gamificação e Realidade Virtual, validando que as características selecionadas eram relevantes para a aceitabilidade da tecnologia, alguns itens se destacaram e merecem ser analisados com mais atenção. O fato de a inovação se destacar no que tange a característica “Imprevisibilidade” da gamificação, que está relacionado à curiosidade e ao interesse pelo inesperado, demonstra que o público da CEMIG se interessa por inovação e está, de certa forma, mais propício a mudanças. Outro ponto interessante sobre o perfil dos funcionários da CEMIG no que diz respeito à Gamificação é a competitividade. O menor intervalo relacionado à característica “Prevenção”, que está ligada à aversão e ao medo de perder ou falhar, diz respeito à motivação do indivíduo de continuar progredindo quando outras pessoas podem ver que o seu resultado está abaixo da média. Isso significa que, no caso dos funcionários da CEMIG, a vontade de progredir e/ou o medo de falhar pouco se relaciona com o status do indivíduo perante o coletivo, e sim a uma provável motivação interna e pessoal.

Por meio da análise dos itens da característica “Interação” do constructo Realidade Virtual é possível notar a importância dada pelo aluno à presença do instrutor durante o processo de treinamento em plataformas de RV. Essa interação ainda é vista pela maioria dos respondentes como mais importante do que a interação entre alunos. Tal comportamento era esperado, uma vez que, tanto os alunos quanto os funcionários da CEMIG estão acostumados ao modelo tradicional de aprendizagem em sala de aula com a presença de um instrutor e a transição para um modelo mais autônomo pode causar desconforto e insegurança. Esses sentimentos podem ser minimizados com a presença de uma pessoa para orientação, troca de experiências e, até mesmo, para uma simples companhia. Ainda sobre a análise descritiva das características da realidade virtual, pode-se notar um interesse significativo dos respondentes em utilizar ambientes de realidade virtual para fins de aprendizagem profissional, o que ressalta a importância do desenvolvimento de um projeto como este.

O fato de todos os respondentes concordarem com os itens do constructo “Ajuste entre Tecnologia e Tarefa” e a validação das hipóteses H1 e H2 corrobora com a premissa inicial do projeto de que a aplicação de uma tecnologia apenas por ser tecnologia não se justifica. A tecnologia deve estar relacionada às características do usuário e da tarefa para despertar a intenção de uso do usuário. No caso em análise, o efeito positivo percebido pelos respondentes da gamificação e da realidade virtual no processo de aprendizagem comprova a teoria de que quanto maior a personalização e a conexão entre a tecnologia e a aprendizagem, maior a motivação do aluno em usar essa tecnologia.

O fato de todos os respondentes concordarem com os itens do constructo “Utilidade Percebida”, por sua vez, corrobora com a premissa inicial do projeto de que a gamificação, a realidade virtual e o ajuste entre essas tecnologias e o processo de aprendizagem para o qual elas são utilizadas, influenciam na utilidade percebida pelo aluno. Ou seja, quanto mais características da tecnologia forem levadas em consideração na hora do design do ambiente híbrido de aprendizagem, quanto melhor essas características se relacionarem com o processo de aprendizagem e o perfil dos alunos alvo desse processo, melhor será a percepção desse aluno quanto à utilidade do processo. Para o estudo em questão, pode-se notar que o efeito positivo da Gamificação (H3) e do Ajuste entre Tecnologia e Tarefa (H7) na utilidade percebida pelo usuário foi maior do que o da Realidade Virtual (H4). Contudo, o estudo realizado apresentou um destaque positivo para o uso de ambientes de realidade virtual para a compreensão de conceitos do curso. Esse destaque pode estar relacionado com o conteúdo técnico e um pouco mais complexo com o qual os funcionários da CEMIG estão envolvidos. Tal resultado encontrado na análise de dados possui concomitância com outros estudos presentes na literatura que ressaltam o uso benéfico de RV para treinamento que envolvem tarefas perigosas, complexas e onerosas.

A análise do construto “Facilidade de Uso Percebida” foi a que, de fato, trouxe maiores surpresas. Esperava-se que, como a maioria dos respondentes não possui experiência com gamificação e realidade virtual, os mesmos demonstrariam ter dificuldade com o uso das tecnologias. Durante os poucos testes que alguns alunos e instrutores realizaram na plataforma desenvolvida pelo P&D D0595, foi possível perceber algumas dificuldades relacionadas tanto ao aluno quanto à plataforma que foram solucionadas com a prática. Logo, esperava-se que as respostas do questionário ilustrassem essa dificuldade, mas não foi o que ocorreu. A explicação para essa discordância e para a não confirmação da hipótese H6 pode estar relacionada ao fato de a maioria dos respondentes não ter testado uma plataforma de realidade virtual para vivenciar as dificuldades e, por isso, não serem capazes de responder claramente às questões relacionadas à facilidade de uso percebida. Diferentemente do que ocorre com os elementos de jogos, que apesar de a maioria dos indivíduos não ter experiência com gamificação, eles convivem com jogos em

diferentes aspectos de suas vidas a bastante tempo e podem responder com base em experiência própria as questões sobre a facilidade de uso percebida no âmbito educacional. Por isso a hipótese H5 pode ser confirmada validando a premissa do projeto de que a gamificação possui efeito positivo na facilidade de uso percebida pelo usuário de processos de aprendizagem híbrida. A confirmação da hipótese H8, por sua vez, ressalta a necessidade e a importância do ajuste entre tecnologia e aprendizagem uma vez que quanto maior esse ajuste, maior a probabilidade de o usuário perceber que a plataforma é fácil de usar.

Como demonstrado pela não confirmação da hipótese H9, no estudo de caso em questão, a facilidade de uso percebido não possui efeito positivo na utilidade percebida. Logo, os dois construtos são independentes, mas afetam positivamente a intenção de uso do aluno conforme demonstrado pela confirmação das hipóteses H10 e H11, respectivamente. Sobre a análise descritiva do constructo “Intenção de Uso” vale ressaltar o destaque no intervalo que representa a disposição do indivíduo em usar ambientes de realidade virtual. Embora todos os itens do constructo sejam confirmados, percebe-se um entusiasmo maior dos respondentes em utilizar a RV no seu processo de aprendizagem. Como os respondentes não foram capazes de perceber a facilidade de uso e a utilidade da tecnologia Realidade Virtual, esse entusiasmo pode se justificar pelo fato de a maioria não ter experiência e nem contato com a tecnologia, que se mostra mais inovadora e desafiante do que a gamificação, cujo elementos de jogos estão presentes em outros aspectos da vida cotidiana. Esse entusiasmo deve ser aproveitado e explorado pelas novas plataformas de aprendizagem a serem desenvolvidas e aplicadas nos treinamentos da CEMIG.

De forma geral, apesar dos contratempos e adaptações, este Estudo de Caso foi bem sucedido no seu objetivo de entender e explicar quais fatores e quanto eles influenciam a intenção de uso da Gamificação e Realidade Virtual em processos de aprendizagem híbrida.

## REFERÊNCIAS

- BARCLAY, D.; HIGGINS, C.; THOMPSON, R. **The partial least squares (PLS) approach to causal modeling**: Personal computer adoption and use as an illustration. v. 2. ed. Technology studies, 1995.
- BAZELAIS, P.; DOLECK, T.; LEMAY, D. J. Investigating the predictive power of TAM: A case study of CEGEP students' intentions to use online learning technologies. **Education and Information Technologies**, v. 23, n. 1, 93-111, 2018.
- CHOU, Yu-kai. **Actionable Gamification: Beyond Points, Badges; Leaderboards**. 2. ed. USA: Octalysis Media, 2019.
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In: 15TH INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS*. p. 9-15. Tampere, Finland, ACM. 2011, September. **Proceedings** [...]. Tampere, Finland, ACM. 2011.
- EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. **Introduction to the Bootstrap**. New York, N.Y.: Chapman& Hall, 1993.
- HAIR, J. F. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HAIR, J. F. J. *et al.* **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)**. Sage Publications, 2014.
- IBÁÑEZ, M. B.; MAROTO, D.; RUEDA, J. J. G.; LEONY, D.; KLOOS, C. D. Architecture for Collaborative Learning Activities in Hybrid Learning Environments. **Journal of Universal Computer Science**, v. 18, n. 15, p. 2187-2202, 2012.
- MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. . Virtual Reality and its Influence on Training and Education – Literature Review. *In: 28TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM*. p. 0708-0717, B. Katalinic (ed.), Vienna, Austria, DAAAM International, 2017. **Proceedings** [...]. Vienna, Austria, 2017.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

OLAPIRIYAKUL, K.; SCHER, J. M. A guide to establishing hybrid learning courses: Employing information technology to create a new learning experience; a case study. **The Internet and Higher Education**, v. 9, n. 4, p. 287-301, 2006.

SANCHEZ, G. **PLS Path Modeling with R. R Package Notes**, p. 235, 2013.

TENENHAUS, M. *et al.* PLS path modeling. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 48, n. 1, p. 159-205, 2005.

VERNADAKIS, N.; ANTONIOU, P.; GIANNOUSI, M.; ZETOU, E.; KIOUMOURTZOGLOU, E. . Comparing hybrid learning with traditional approaches on learning the Microsoft Office Power Point 2003 program in tertiary education. **Computers; Education**, v. 56, n. 1, p. 188-199, 2011.

VINZI, E. *et al.* **Handbook of Partial Least Squares**. Springer, 2010.

ZITTER, I.; HOEVE, A. . Hybrid learning environments: Merging Learning and WorkProcesses to Facilitate Knowledge Integration and Transitions. **Organization for Economic Co-operation and Development, Education Working Papers**, n. 81, 2012.

# APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA O RECONHECIMENTO DE ATIVIDADES HUMANAS COM DADOS DE PONTOS DE REFERÊNCIA DO CORPO HUMANO

*Rubens de Oliveira Santos*  
*Fernando Silva Parreiras*

---

## 1. Introdução

O Reconhecimento da Atividade Humana (RAH) é um campo de pesquisa recente e ativo em visão computacional. Seu foco principal é detectar automaticamente informações sobre atividades executadas por pessoas através de dispositivos digitais (POPPE, 2010). RAH é um processo baseado na premissa de que movimentos corporais específicos podem ser traduzidos em padrões característicos a partir de sinais e utilizados por técnicas de AM para detectar e classificar as atividades executadas (ORDONEZ; ROGGEN, 2016). Com o avanço da tecnologia, diversos dispositivos como câmera RGB, câmera de profundidade, câmera RGB-D e Microsoft Kinect foram criados, possibilitando a extração de diferentes informações. Entre estas, pode-se destacar os pontos de referências do corpo humano (TASNIM *et al.*, 2020).

A extração de pontos de referências do corpo humano é uma técnica que tem sido aplicada dentro da visão computacional para realizar o RAH, pois é crescente o desenvolvimento de novas tecnologias capazes de, por exemplo, estimar poses de um ser humano (STRAKA *et al.*, 2011), identificar o comportamento humano (SAPIŃSKI *et al.*, 2019) e detectar expressões faciais (FILNTISIS *et al.*, 2019). Alguns trabalhos têm utilizado essa técnica para a criação de um conjunto de dados e em técnicas de Aprendizado de Máquina (AM) para o RAH. Tasnim *et al.* (2020) propôs um método para extrair características discriminativas através de pontos de junção do esqueleto utilizando Redes Neurais Recorrentes (RNN), enquanto Yan *et al.* (2018) aplicou técnicas de Aprendizado de Máquinas Profundo (AMP), utilizando modelo de dados públicos como conjunto de dados de ação humana multimodal UTD e jogos 3D. Abordagens de AMP utilizando dados também têm sido utilizadas,

como Chung *et al.* (2014) utilizando Gated Recurrent Unit (GRU) e LeCun *et al.* (2015) utilizando Long Short Term Memory (LSTM).

A técnica LSTM alcançou notável desempenho no processamento de linguagem natural, tornando-se, por vezes, ponto focal na indústria e em pesquisas acadêmicas. Tal técnica tem o potencial de descobrir recursos que estão vinculados à dinâmica da produção do movimento humano, desde a codificação do movimento das camadas inferiores às complexas dinâmicas de movimento, podendo ser proveitosa por aumentar o reconhecimento de atividades simples ou complexas (LeCun *et al.*, 2015).

O RAH é um problema de séries temporais em que uma atividade é executada dentro de um intervalo ou janela de tempo e, de acordo com Ordóñez e Roggen (2016), a técnica de LSTM tem como característica resolver este problema. Recentemente, segundo Zebin *et al.* (2018), LSTM ganhou uma quantidade significativa de interesse em pesquisa e tem apresentado excelentes resultados.

Técnicas de AM podem ser aplicadas ao processo de treinamento do electricista na UniverCemig para o reconhecimento das atividades executadas. Com o uso de AM, atividades executadas pelos alunos serão automaticamente reconhecidas. Isso auxilia no processo de treinamento e certificação do aluno, no qual os dados das atividades executadas podem ser extraídos após o treinamento. A adoção de instrumentos automatizados que executem tarefas como RAH contribui para um processo de certificação célere. O referido projeto de pesquisa realizará duas abordagens das técnicas de AM e AMP. A primeira abordagem será implementar técnicas de AM como KNN e SVM. A segunda abordagem será aplicar abordagens de aprendizado de máquina profundo GRU e LSTM para realizar o RAH.

Os dados para treinamento do modelo de AM serão extraídos dos pontos de referência do corpo humano, utilizando processamento de imagem a partir de atividades executadas por alunos em treinamento. Para atingir tal objetivo, este trabalho será dividido em três passos: (a) criar um dataset (conjunto de dados), (b) treinar os modelos de máquinas de aprendizado para classificação de RAH e (c) comparar os resultados dos algoritmos citados anteriormente.

A coleta de dados neste trabalho se dará a partir de uma filmagem, que será feita no campo de treinamento de electricistas oferecido pela UniverCemig. Esses dados serão utilizados por técnicas de AM para a classificação da atividade. Durante esta etapa, um passo relevante a ser realizado é a anotação dos dados, que será feita através de abordagem supervisionada. Segundo Huynh *et al.* (2008), a anotação supervisionada se caracteriza pela existência de uma pessoa responsável por verificar a atividade executada e realizar a anotação desta.



O treinamento do eletricitista é um processo que inclui diversas tarefas. Porém, o referido trabalho abordará apenas atividade de montagem de estrutura B1. Esta atividade inclui passos como: colocar braceletes no poste, fixar o bastão no poste e fixar pinos no bastão. Esta pesquisa se limita à abordagem proposta, e espera-se obter resultado com as atividades citadas anteriormente aplicando as técnicas de AM e AMP.

## **1.1 Fundamentação Teórica**

Neste capítulo, apresenta-se os conceitos centrais utilizados no presente projeto de pesquisa para esclarecer a terminologia e facilitar o entendimento dos tópicos. São eles: Visão Computacional, Reconhecimento de Atividade Humana, Pontos de Junção do Esqueleto e Aprendizado de Máquina.

## **1.2 Visão Computacional**

Visão Computacional é a área da ciência que estuda e procura desenvolver teorias e métodos voltados à extração automática de informações úteis contidas em imagens. Tais imagens são capturadas por dispositivos como câmera de vídeo e scanner (JAMES L. CROWLEY, 1995).

As tecnologias que simulam a visão humana como visão computacional são tópicos de pesquisa atuais em constante desenvolvimento, por meio das quais é possível a medição óptica com precisão computacional através da expansão dos sentidos, nutrindo o sistema computacional com uma gama de informações. Este processo é formado por algumas etapas que compõem o sistema de visão computacional, variando conforme aplicações e objetivos originando-se por meio da aquisição de imagem, pré-processamento, extração de características (JAMES L. CROWLEY, 1995).

A visão computacional é uma subárea da inteligência artificial, com o objetivo de buscar um corpo de conhecimentos que modele artificialmente a visão humana, realizando ações por meio de suas suas funções através de desenvolvimento de softwares e hardwares avançados. Com a utilização de sensores, computadores e algoritmos de aprendizado de máquina, é possível simular a percepção de um ser humano, incluindo ver, sentir, receber dados e entender o que está acontecendo, extraindo informações de tal forma que possa ser aplicado em diversos processos (TUCERYAN; JAIN, 2015).

### 1.3 Reconhecimento de Atividade Humana

O Reconhecimento de Atividades Humanas (RAH) é a tarefa de identificar ou prever atividades humanas baseando-se em dados de sensores (DEHGHANI *et al.*, 2019) ou em captura de imagens (VAHORA; CHAUHAN, 2019), podendo utilizar técnicas aprendizado de máquina para realizar a inferência. A Figura 1 apresenta um fluxo de RAH.

**Figura 1 – Definição de Reconhecimento de Atividade Humana**



Representação de atividade. (1) Atividade sendo executada, (2) Dispositivo de coleta de dados e armazenamento e (3) Processamento dos dados com técnicas de aprendizado de máquina para realizar a inferência da atividade executada.

Fonte: Rosati *et al.* (2018).

Os dados adquiridos a partir de movimentos executados por um usuário são capturados e convertidos em padrões característicos por meio de uma combinação de componentes de *hardware* e *software*. Após a captura dos dados de observações, é feita a inferência da atividade executada (ROSATI *et al.*, 2018). As seções posteriores reveem esses aspectos.

#### 1.3.1 Definição de Reconhecimento de Atividades Humanas

De acordo com Lara e Labrador (2013), Reconhecimento de Atividades Humanas (RAH) é um problema de séries temporais. Os dados utilizados referem-se ao movimento executado pelo usuário em um certo momento. Sendo assim, RAH pode ser abordado das seguintes maneiras: (1) abordagem de séries temporais sequenciais e (2) abordagem de séries temporais com janelas deslizantes.

A primeira definição para séries temporais sequenciais pode ser dada a partir de um conjunto de dados  $S_0 \dots S_k - 1$ , onde  $k$  é definido por uma série temporal e onde cada característica está contida dentro de um intervalo de tempo  $l = [t\alpha, t\omega]$  o objetivo é olhar a partição do tempo  $\langle I_0 \dots I_r - 1 \rangle$  de  $l$  de acordo com os dados no conjunto  $S$  e encontrar as classes que representam

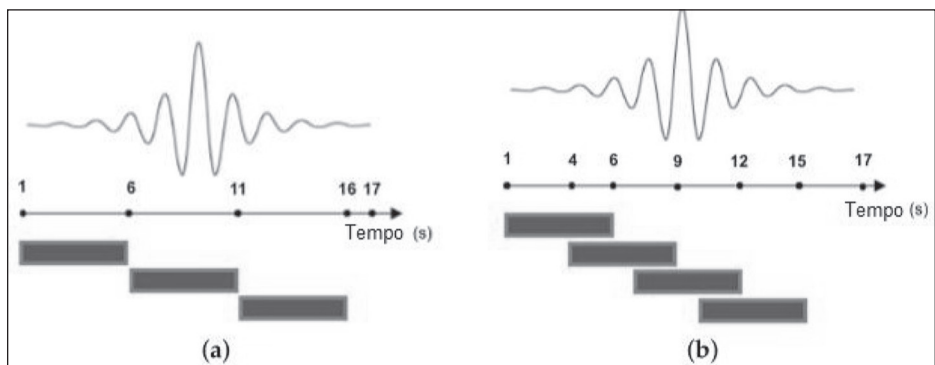
a atividade executada. Os dados são consecutivos, não podem ser vazios e não se sobrepõem. Essa definição implica que uma pessoa não executa duas atividades ao mesmo tempo (LARA; LABRADOR, 2013).

A segunda abordagem de séries temporais com janelas deslizantes pode ser dada pelo conjunto de dados  $W = W_0 \dots W_m - 1$  para  $m$  sendo o tamanho da janela deslizante, total ou parcialmente rotulada e para cada  $W_i$  contendo um conjunto de séries temporais, dado  $S = S_0 \dots S_k - 1$  e um conjunto  $A = a_0 \dots, a_n - 1$  de atividades rotuladas em que o objetivo é uma função de mapeamento  $f: S_i \rightarrow A$ , que pode ser avaliado para todos os valores possíveis de  $S_i$ . Desse modo,  $f(S_i)$  seria o mais semelhante possível à atividade real realizada durante  $W_i$  (LARA; LABRADOR, 2013).

### 1.3.2 Janelas Deslizantes

Técnicas de janelas deslizantes são amplamente utilizadas ao realizar o RAH por possibilitar a segmentação dos dados de entrada, quebrando-os em janelas de tamanho fixo. Durante a fase de segmentação, os dados capturados dentro de cada janela representam uma aproximação da atividade executada e são levados ao classificador para realizar a inferência. Tais informações são capturadas sob dois conceitos: sobreposição e sem sobreposição. Em janelas sem sobreposição, os dados capturados em um intervalo de tempo não são sobrepostos, ou seja, dados de uma atividade executada não sobrepõem os de outra. Por outro lado, em janelas com sobreposição, dados de outra atividade sendo executada são sobrepostos (DEHGHANI *et al.*, 2019). A Figura 2 ilustra janelas deslizantes com sobreposição e sem sobreposição de sinais.

**Figura 2 – Modelos de Janelas Deslizantes**



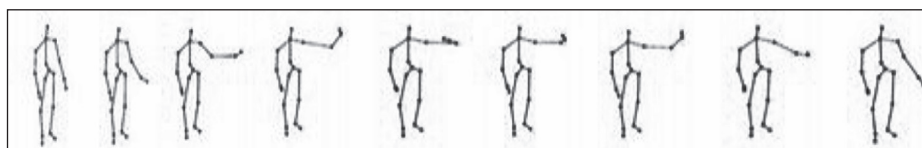
(a) Sem sobreposição dos sinais (b) Com sobreposição dos sinais.

Fonte: Dehghani *et al.* (2019).

## 1.4 Pontos de Referência do Corpo Humano

Um movimento humano é coordenado por diferentes partes do corpo e, com a utilização de tecnologia, é possível realizar sua representação através de coordenadas adquiridas de cada ponto do corpo humano que, em um conjunto de dados, representam uma ação executada, conforme Figura 3. Tal representação pode ser definida como um conjunto de coordenadas, que são utilizadas para descrever a pose de uma pessoa em um determinado espaço temporal (MANZI *et al.*, 2017).

**Figura 3 – Pontos de Referência do Corpo Humano**



Representação dos pontos de referência do corpo humano, usados para gerar o conjunto de dados.

Fonte: Manzi *et al.* (2017).

Pontos chave que compõem um corpo humano podem ser extraídos por câmera de profundidade com rastreador específico ou utilizando outro modelo que faz o mapeamento da imagem. O modelo do esqueleto humano possui algumas variedades, sendo de acordo com o *software* e com o dispositivo adotado. Um modelo esquelético pode ser modelado com vários pontos de junção (SHOTTON *et al.*, 2011), sendo que cada ponto descreve coordenadas em relação a posição de cada membro (MANZI *et al.*, 2017).

Modelos de dados podem ser criados a partir dos pontos de junção extraídos do modelo esquelético para formar um dataset que possa ser utilizado por técnicas de aprendizado de máquina para realizar o RAH (TASNIM *et al.*, 2020).

## 1.5 Aprendizado de Máquina

Aprendizado de Máquina (AM) é um subcampo da inteligência artificial que visa explorar modelos de dados e construir algoritmos que possibilitem compreender os dados de maneira autônoma. Utilizando algoritmo de AM, é possível pegar um conjunto de dados de entrada e com base em determinados padrões encontrados inferir as saídas. Para Sugiyama e Kawanabe (2012), o principal propósito de AM é a construção de sistemas que podem se adaptar

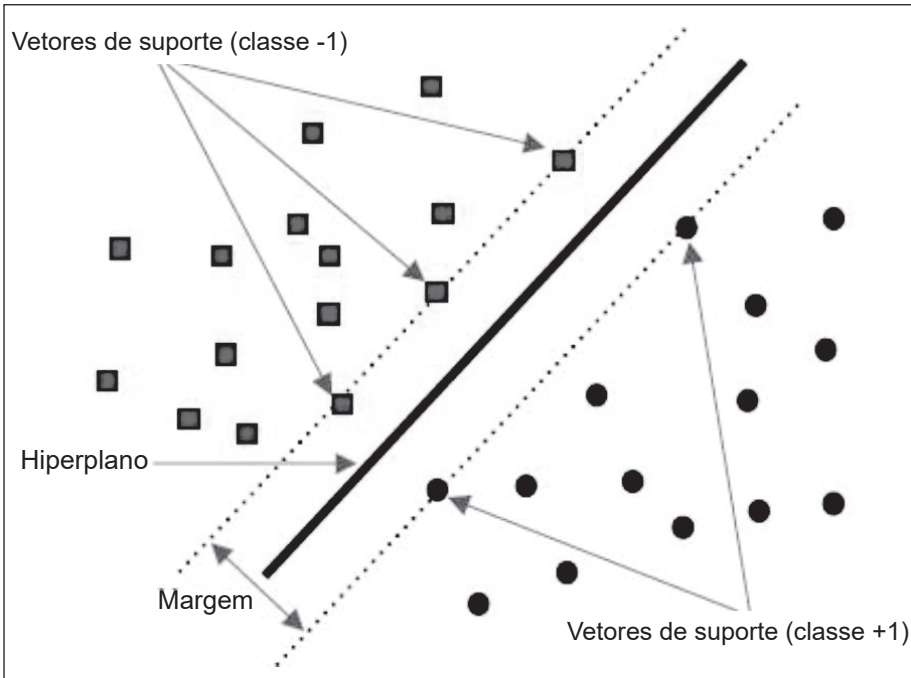
em ambientes com constantes mudanças e aprender com sua experiência. Outra definição, trazida por Mitchell *et al.* (2013), reforça o que foi dito anteriormente, caracterizando o AM como um sistema de computador criado para otimizar a performance usando exemplo de dados e experiência passada. O AM pode ser dividido em várias categorias; abaixo, explica-se as mais comuns:

- **Aprendizagem Supervisionada:** Nesta categoria, o AM recebe todos os dados de entrada rotulados como um conjunto de treinamento e faz previsões sobre dados não vistos anteriormente. Uma desvantagem dessa categoria é que, na maioria das vezes, os dados são rotulados manualmente para orientar o processo de aprendizado (DAVILA *et al.*, 2017).
- **Aprendizagem Não Supervisionada:** Ao contrário do método supervisionado, esta categoria não conhece os dados de saída (3 *et al.*, 2013).
- **Aprendizado semi-supervisionado:** Esta categoria usa tanto dados rotulados quanto não rotulados. A vantagem dessa categoria é o fato de que apenas um número limitado de amostras rotuladas é necessário (DAVILA *et al.*, 2017).

### ***1.5.1 Support Vector Machine***

De acordo com Rosati *et al.* (2018), Support Vector Machine é um classificador binário, capaz de diferenciar dados entre duas classes. Sua estrutura é fundamentada na teoria estatística, tendo como objetivo propor técnicas de AM para maximizar a capacidade de generalização do modelo e minimizar o risco estrutural. Para realizar a classificação, os dados são projetados em um espaço multidimensional, possibilitando realizar a classificação entre duas classes. Nesse espaço, a separação entre as classes é obtida com um hiperplano que maximiza sua distância dos chamados vetores de suporte. De acordo com Janidarmian *et al.* (1995), SVM consiste em conjuntos de modelos supervisionados de aprendizagem e algoritmos associados que analisam dados usados para problemas classificação e regressão. A Figura 4 ilustra um modelo linear projetado em um espaço multidimensional.

**Figura 4 – Modelo linear**



Modelo linear separado por sua margem em um hiperplano.

Fonte: Janidarmian *et al.* (1995).

Na figura acima, é possível observar que há amostras de classes distintas em cada extremo da margem de separação. Estes dados situados nas fronteiras são chamados de vetores de suporte, o que dá nome também à técnica SVM.

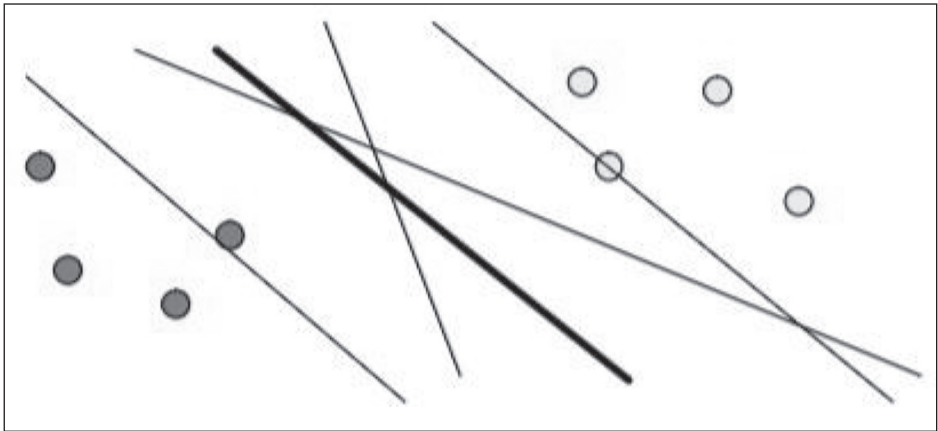
Janidarmian *et al.* (1995) é capaz de construir, a partir de um conjunto de dados, um modelo capaz de aprender com novos exemplos, atribuindo novas classes aos novos exemplos, com o objetivo de separar categorias distintas por uma margem, sendo esta a mais larga possível (como mostra a Figura 4) no intuito de minimizar o erro de generalização do classificador (ROSATI *et al.*, 2018). Este modelo trabalha com duas perspectivas: a classificação de classes linearmente separáveis e não separáveis, que serão apresentadas nas seções abaixo.

### ***1.5.2 Máquina de Vetor de Suporte Linearmente Separável***

Um conjunto de dados pode ser considerado linearmente separável quando seus dados podem ser separados em um plano multidimensional. Sendo assim, quando Janidarmian *et al.* (1995) encontra um hiperplano que

separa perfeitamente os dados de cada classe e cuja margem de separação seja a maior possível, este é denominado de hiperplano ótimo. Margem é a região delimitada por um par de hiperplanos paralelos que separam as duas classes de dados com a maior distância possível. A Figura 5 ilustra um modelo Janidarmian *et al.* (1995) linearmente separável. A linha marcada com negrito representa a margem.

**Figura 5 – Modelo Linearmente Separável**



Modelo linear com duas classes separados por sua margem.

Fonte: Janidarmian *et al.* (1995).

A equação que separa os padrões através de hiperplanos é definida por:

$$w^t \cdot x + b = 0$$

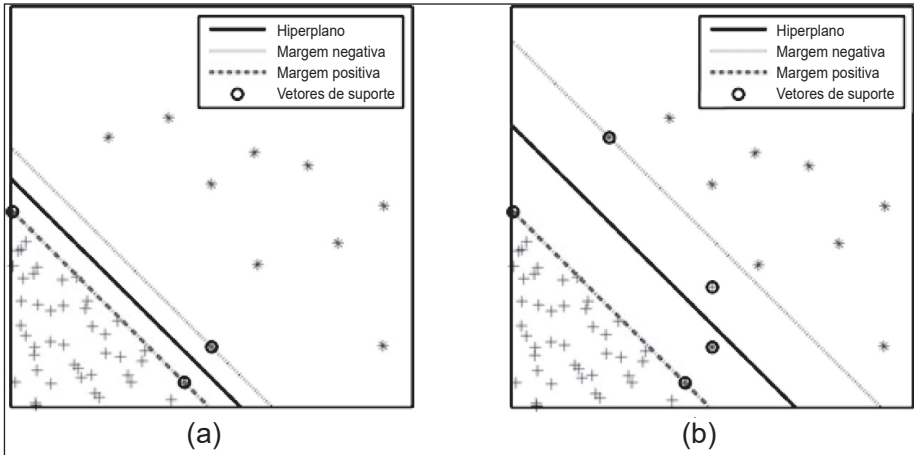
no qual  $w^t \cdot x$  é o produto escalar entre os vetores  $w$  e  $x$ , sendo  $x$  o vetor de entrada,  $w$  o vetor de pesos e  $b$  o bias.

### ***1.5.3 Máquina de Vetor de Suporte Não Linearmente Separável***

Quando os dados de treinamento são linearmente separáveis, é possível encontrar um hiperplano de margem rígida que atenda ao requisito de separabilidade máxima desde que não haja erros e/ou *outliers* nos dados. Entretanto, caso os dados não sejam linearmente separáveis e/ou deseja-se permitir certa tolerância de erros de classificação (visando evitar *overfitting*), deve-se então encontrar um hiperplano de margem suave, que não se ajustará totalmente e apresentará capacidade de generalização potencialmente superior. Nesse caso, é necessário encontrar um hiperplano que minimize a probabilidade de

erro de classificação. A Figura 6 apresenta dois modelos de dados (ROSATI *et al.*, 2018).

**Figura 6 – Modelo Linearmente Separável e Não Separável**



Modelos SVM de margem rígida (a) e margem suave (b) separados por um hiperplano.

Fonte: Rosati *et al.* (2018).

Na o primeiro modelo (SVM de margem rígida) ilustrado na Figura 6, os dados são linearmenteseparáveis; neste modelo, é possível observar a separação dos dados. Já no segundo modelo(SVM de margem suave), os dados não foram separados, pois existe um ponto dentro da margem de separação. Isso faz com que SVM aplique técnicas de separação dos dados do tipo *kernel*.

Segundo Rosati *et al.* (2018), *Kernel* é uma função que recebe os parâmetros de entrada fazo cálculo do produto escalar, sendo definida por:

$$w = \sum_{i,j=1}^N \alpha_i (d_j) \varphi^t(x_j) \cdot \alpha(x_j)$$

onde o vetor de característica  $\alpha_i$  corresponde ao padrão de entrada  $x$ . As funções que podem ser utilizadas são: Polinomial, Radial Basis Função e Sigmoidal.

#### 1.5.4 K-Nearest Neighbors

De acordo com Sáez *et al.* (2016), K-Nearest Neighbors (KNN) é um algoritmo de AM para classificação e regressão. O método baseia-se na premissa de que exemplos com características similares devem manter-se próximos. Quando um novo exemplo é adicionado, KNN realiza uma análise de



vizinhos mais próximos através do cálculo de distância para classificar uma instância desconhecida (AGUILETA *et al.*, 2019). Durante a classificação, KNN analisa a classe de menor custo; caso exista uma classe com o mesmo menor custo, então é realizado um desempate aleatório entre os grupos de menor custo Janidarmian *et al.* (2017). A fórmula de início de KNN é:

$$leftK_i n = \sqrt{n} \right)$$

onde  $n$  é o número de amostras dos dados de treino. Para realizar o cálculo de distância de uma nova amostra, podem ser usadas as distâncias Euclidiana, Cosseno e Minkowski Janidarmian *et al.* (2017).

### ***1.5.5 Aprendizado de Máquina Profundo***

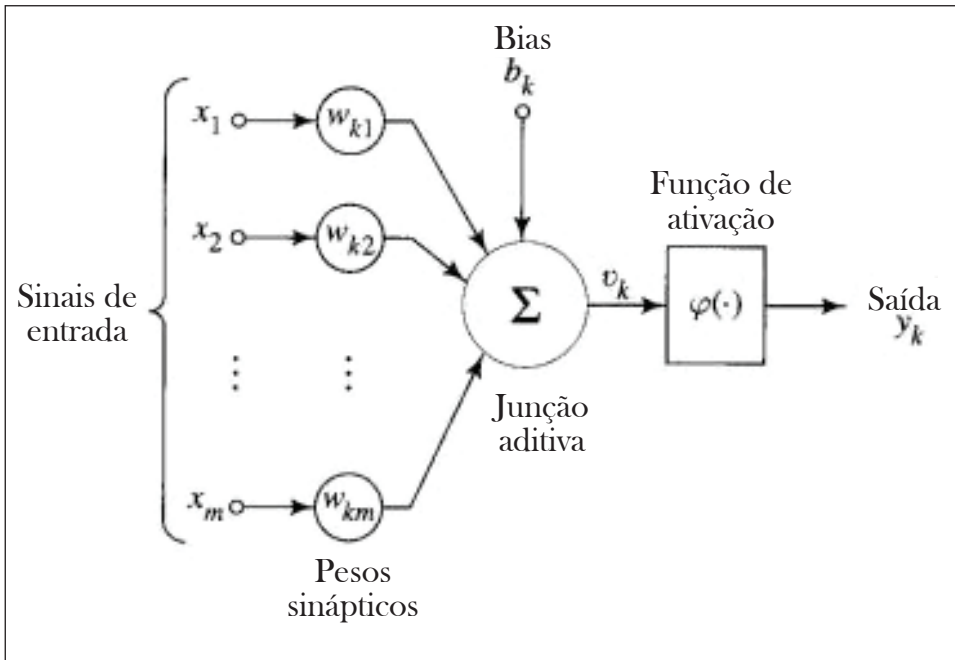
Mitchell *et al.* (2013) O aprendizado de máquina profundo (AMP) pode ser definido como uma extensão ou subcategoria de AM. Abordagens de aprendizado supervisionado e não supervisionado citadas no item 2.4 também fazem parte do AMP, que foi inspirado por redes neurais artificiais RNA. Nas próximas seções, explicaremos os principais temas.

### ***1.5.6 Redes Neurais Artificiais***

O artigo publicado por McCulloch e Pitts (1943) deu início a diversos estudos sobre Redes Neurais Artificiais (RNA), uma vez que buscou entender qual era o funcionamento dos neurônios. Após este entendimento, foi criado um modelo computacional para redes neurais baseado em matemática e algoritmos denominado lógica limiar, simulando o funcionamento dos neurônios. Haykin (2001) classifica RNA como uma máquina poderosa e complexa, capaz de processar uma grande quantidade de informações em tempo mínimo e que tem como característica possuir a capacidade de simular o comportamento do cérebro ao realizar uma tarefa. Para Janidarmian *et al.* (2017), o RNA é um sistema de neurônios interconectados, capazes de criar modelos matemáticos para realizar o aprendizado de máquina.

Para Haykin (2001), RNA é formada por unidades básicas de processamento, chamadas de perceptrons, sendo compreendida como uma unidade de tomada de decisão com várias entradas e uma única saída. McCulloch e Pitts (1943) classifica um neurônio como uma unidade de processamento da informação que é fundamental para a operação do cérebro.

Figura 7 – Modelo de Neurônio



Redes neurais artificiais de conexões sinapses com seus pesos.

Fonte: McCulloch e Pitts (1943).

A Figura 7 apresenta um conjunto de conexões, sinapses ou elos de conexões, definido por um peso ou força própria. Especificamente, o sinal de entrada ( $X_j$ ) da sinapse conectado ao neurônio  $k$  está sendo multiplicado pelo peso sináptico ( $W_{ji}$ ). Após realizar o cálculo de cada neurônio, um somador é utilizado para somar os sinais de entrada e uma função de ativação é utilizada para restringir a amplitude da saída de um neurônio. Como apresentado na figura, o peso sináptico possui dois índices: o primeiro refere-se ao neurônio e o segundo, ao terminal de entrada da sinapse ao qual o peso se refere. O Bias representado por ( $B_b$ ) exerce um papel importante junto a função de ativação; ele ajuda a controlar o valor no qual a função de ativação será ativada Haykin (2001).

Com os avanços da tecnologia e a evolução sobre os conceitos de RNA, diversas arquiteturas para AM foram sendo criadas. As próximas seções abordam alguns modelos de arquitetura baseado em RNA para realizar o RAH.

### 1.5.7 Feedforward Neural Network

Segundo Rosati *et al.* (2018), Feedforward Neural Network (FNN), também conhecida como Perceptron de Múltiplas Camadas, é uma arquitetura baseada em RNA amplamente utilizada em pesquisas científicas. Sua característica de divisão em camadas possibilita o aprendizado não linear entre entrada e vetores de saída com funções de transferência não lineares. Janidarmian *et al.* (2017) acrescenta que FNN é um modelo que tem como característica se alimentar e, em seguida, enviar os dados para a próxima camada, ou seja, processar os dados na camada atual e enviar para a próxima o resultado baseado na função de ativação.

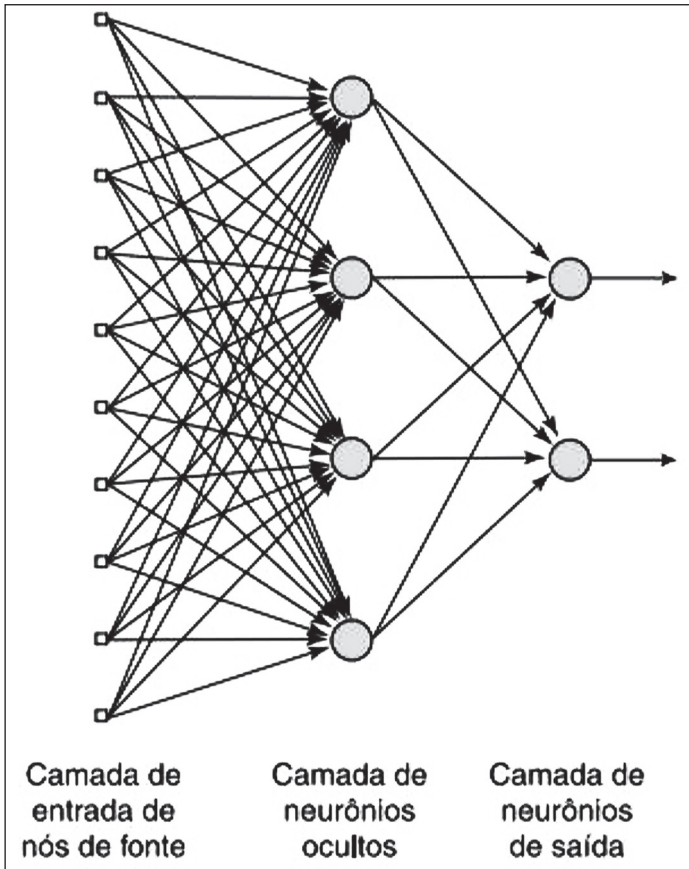
Ainda de acordo com Rosati *et al.* (2018), nesse modelo, para cada valor de entrada é requerido um neurônio. A camada de saída está totalmente vinculada ao número de classes que se deseja reconhecer, sendo assim o número de neurônios na camada de saída variável de acordo com o problema proposto. As camadas ocultas, cujos nós computacionais são chamados de neurônios ocultos, podem ser adicionadas entre a camada de entrada e a camada de saída, às quais o número vai depender de testar diferentes configurações. A função da camada oculta é intervir entre as camadas de entrada e saída, fazendo com que a rede possa extrair estatísticas de ordem elevada (JANIDARMIAN *et al.*, 2017). A Figura 8 ilustra um modelo de uma rede neural com 10 neurônios de entrada, 4 neurônios ocultos e 2 neurônios de saída, totalmente conectada; ou seja, todos os nós da camada de rede estão conectados aos das camadas subjacentes. A fórmula básica da FNN segue abaixo:

$$y = f\left(\sum_i \omega_i \cdot \chi_i\right)$$

Nessa fórmula matemática,  $y$  é a saída do neurônio,  $w_i$  são pesos das conexões de entrada,  $w_i$  são entradas para os neurônios e  $f$  é chamado de função de transferência, devendo ser selecionado de acordo com o problema de classificação.

Uma limitação da arquitetura MLP é assumir que todas as entradas e saídas são independentes. Quando é necessário resolver um problema de série temporal (como um sinal do sensor), é preciso incluir algumas informações temporais nos dados de entrada (AGUILETA *et al.*, 2019); Para resolver esse problema, outras arquiteturas foram projetadas, como RNN e LSTM, que serão descritas nas próximas seções.

Figura 8 – Modelo de Arquitetural FNN



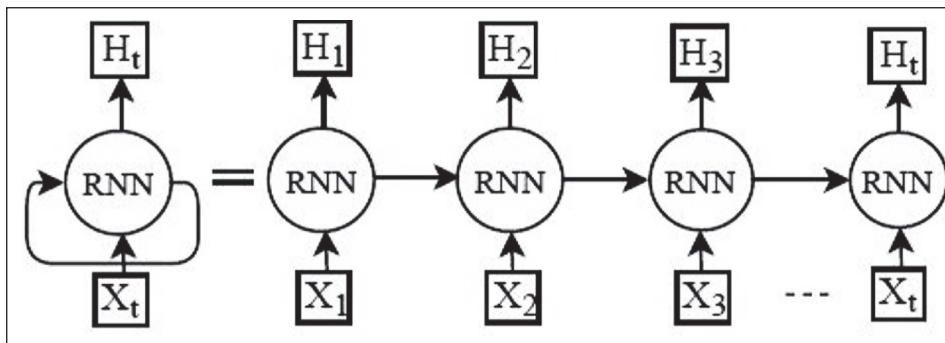
Modelo arquitetural FNN com sua camada de entradas, oculta e camada de saída.

Fonte: Aguilera *et al.* 2019

### 1.5.8 Redes Neurais Recorrentes

Ordóñez e Roggen (2016) definem Recurrent Neural Networks (RNN) como uma arquitetura baseada em RNA, projetada para resolver problema de séries temporais. A conexão entre os neurônios tem ciclo direto, ou seja, o resultado do neurônio de saída é dependente do estado da rede em dado momento passado. Isso torna-se possível por meio do *loop de feedback* conectado às suas decisões anteriores, gerando suas próprias saídas Viswambaran *et al.* (2019). A Figura 9 ilustra o *loop de feedback* com o primeiro neurônio (RNN  $X_t H_t$ ) sendo realimentado pelos neurônios, em que X representa o tempo e H a saída da célula.

**Figura 9 – A Estrutura Básica de Redes Neurais Recorrentes**

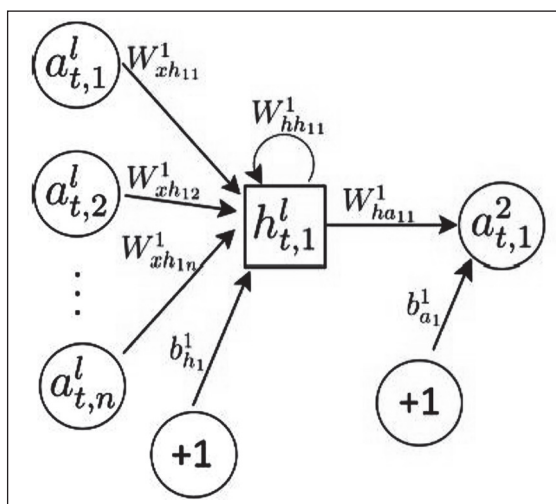


Rede Neurais recorrentes com o *loop* de *feedback* conectados ao estado em momento passado.

Fonte: Ordóñez e Roggen (2016).

De acordo com Aguilera *et al.* (2019), devido a realimentação realizada através do *loop* de *feedback*, é possível armazenar as informações por meio do tempo em seu estado oculto, dando a possibilidade de encontrar padrões em sequência de dados de longo tempo. O estado oculto recebe o valor no momento  $t$  definido por  $h_t$ , sendo esta uma função da entrada no mesmo passo do tempo  $x_t$ , e modificada por uma matriz de peso adicionada ao estado oculto no tempo anterior  $h_{t-1}$ , multiplicado por seu próprio estado oculto (ORDÓNEZ; ROGGEN, 2016). Uma representação de uma única unidade recorrente do modelo RNN é apresentada na Figura 10.

**Figura 10 – Recurrent Neural Networks (RNN) com Duas Camadas Densas**



Rede neurais recorrentes com o cálculo e peso. Fonte: Ordóñez e Roggen (2016).

Dada uma sequência de entrada temporal  $a^l = (a_1^l, \dots, a_t^l)$  de tamanho  $t$  (sendo  $at_i^l$  a unidade de ativação  $i$  na camada oculta  $l$  no tempo  $t$ ), uma RNN mapeia para uma sequência de valores ocultos  $h^l = (h_1^l, \dots, h_t^l)$  e gera uma sequência de ativações  $a^{(l+1)} = (a_1^{(l+1)}, \dots, a_t^{(l+1)})$  por iterar a seguinte equação recursiva:

$$h_t^l = \sigma(W_{x_h}^l a_t^l + h_t - 1^l W_h h^l + b_h^l)$$

onde  $\sigma$  é uma função de ativação não linear,  $b_h^l$  é um vetor de bias oculto e o termo  $W$  é o peso da matriz,  $W_{x_h}^l$  sendo a matriz de peso da entrada oculta e  $W_h^l$  a matriz de peso oculto Ordonez e Roggen (2016). A ativação da unidade recorrente é dada pela seguinte equação:

$$a_t^{(l+1)} = h_t^l W h_{h_a}^l + b_a^l$$

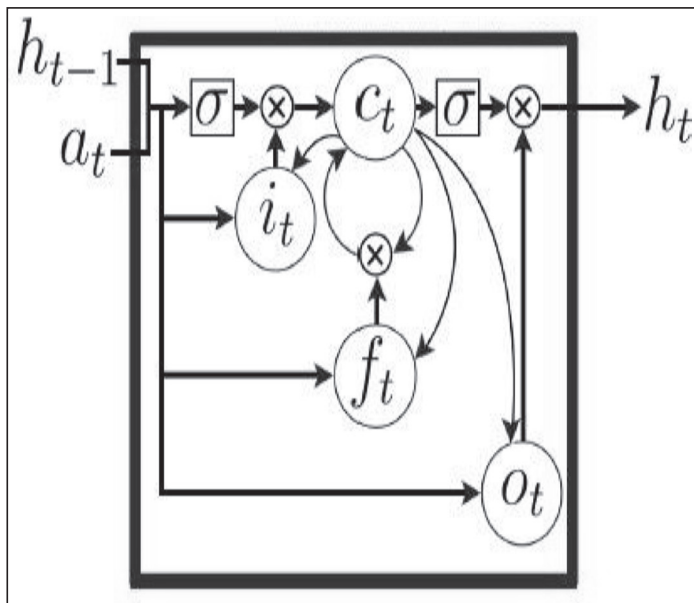
onde  $W h_{h_a}^l$  representa a matriz de peso da ativação oculta e  $b_a^l$  representa o vetor de bias.

Quando aplicado na prática para aplicar soluções de longa dependência, o algoritmo usado para a correção dos parâmetros internos não se comporta bem. Durante o treinamento, quando a derivada da função de erro com relação ao peso da rede se torna muito grande ou próximo de zero, ocorre um problema conhecido como explosão do gradiente ou *vanish gradient*. Esse problema resultará em um impacto adverso na atualização de peso pelo algoritmo de retropropagação (LONG *et al.*, 2019). Para resolver tal problema, foi criada uma arquitetura que seria uma extensão da RNN, conhecida como LSTM, que será descrita na próxima seção.

### 1.5.9 Long Short Term Memory

Com o objetivo de resolver o problema de explosão do gradiente ou *vanish gradient* (descrito na seção anterior), comumente encontrado em RNN, Hochreiter e Schmidhuber (1997) propuseram a arquitetura Long Short Term Memory (LSTM). Este modelo é uma derivação de RNN capaz de aprender e armazenar dependências de longo prazo por armazenar as informações em uma memória interna Wang *et al.* (2017). LSTM se difere de RNN quanto ao mecanismo de armazenamento de informações: o RNN utiliza unidades recorrentes para realizar o armazenamento, enquanto o LSTM utiliza do conceito de portões em que um mecanismo é baseado na multiplicação da entrada, definindo o comportamento de cada célula de memória individualmente (ORDONEZ; ROGGEN, 2016). A Figura 11 ilustra um modelo LSTM:

**Figura 11 – Modelo de Arquitetural Recurrent Neural Networks (LSTM)**



Rede neurais LSTM formada por uma célula de memória auto-conectada calculando o estado através dos portões de entrada, saída e esquecimento.

Fonte: Ordóñez e Roggen (2016).

Conforme apresentado na Figura 11, uma unidade LSTM é formada por uma célula de memória auto-conectada e três portões: o portão de entrada ( $i_t$ ), que controla o armazenamento dos dados de entrada; o portão de saída ( $f_t$ ), que controla a remoção dos estados anteriores; e o portão de esquecimento ( $o_t$ ), que gera a saída do resultado (YU *et al.*, 2018). Esses portões são usadas para regular a atualização das informações da célula de estado. Abaixo, segue a equação para atualização do estado celular:

$$i_t = \sigma(W_a i a_t + W_h i h_t - 1 + W_c i c_t - 1 + b_i)$$

$$f_t = \sigma(W_a f a_t + W_h f h_t - 1 + W_c f c_t - 1 + b_f)$$

$$c_t = \sigma(f_t c_t - 1 a_t + i_t \sigma_c(W_a c a_t + W_h c h_t - 1 + b_c))$$

$$o_t = \sigma(W_a o a_t + W_h o h_t - 1 + W_c o c_t - 1 + b_o)$$

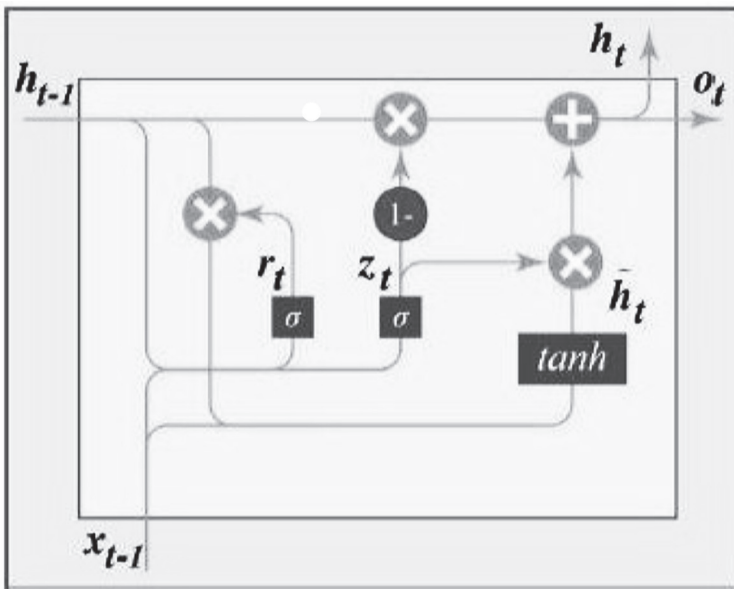
$$h_t = o_t \sigma_h(c_t)$$

onde,  $i$ ,  $f$ ,  $o$  e  $c$  são, respectivamente, os portões de entrada, de esquecimento, desaiída e um vetor de ativação da célula, todos com o mesmo tamanho do vetor  $h$ , definindo o valor oculto. O termo  $\sigma$  representa uma função não linear. O termo  $\alpha$  é a entrada para a camada da célula de memória no momento  $t$ .  $W_a i$ ,  $W_h i$ ,  $W_c i$ ,  $W_a f$ ,  $W_h f$ ,  $W_c f$ ,  $W_a c$ ,  $W_h c$ ,  $W_a o$ ,  $W_h o$  e  $W_c o$  são matrizes de peso, com subscritos representando relações de-para (sendo  $W_a i$  a matriz de entrada etc.).  $b_i$ ,  $b_f$ ,  $b_c$  e  $b_o$  são vetores de viés (AGUILETA *et al.*, 2019).

### 1.5.10 Gated Recurrent Unit

Proposta por Chung *et al.* (2014), a Gated Recurrent Unit GRU é uma extensão de RNN, capaz de armazenar os dados e os pesos em memória, tendo sua arquitetura similar ao LSTM, porém com implementação e poder de computação mais simples. Sua arquitetura é formada por dois portões, um portão de atualização ( $z$ ) e um de esquecimento ( $r$ ); ambos repassam informações por meio de muitas janelas de dados, buscando atingir uma melhor predição ou classificação (LEI *et al.*, 2018). A Figura 12 ilustra a arquitetura GRU.

Figura 12 – Arquitetura Gated Recurrent Unit



Rede neural GRU formada por uma célula de memória autoconectadas com dois portões, atualização e esquecimento.

Fonte: Lei *et al.* (2018).



Assim como LSTM, GRU também foi criado com o objetivo de resolver o problema de explosão do gradiente. Para isso, o cálculo do portão de atualização é realizado pela seguinte equação, segundo Lei *et al.* (2018):

$$z_t = \sigma(W_z[h_t - 1, x_t] + b_z)$$

O portão de *reset* é calculado sobre  $z_t$  para um dado tempo  $t$  com o objetivo de indicar quanto tempo as informações devem ser mantidas. A seguinte equação é utilizada por este portão:

$$r_t = \sigma(W_r[h_t - 1, x_t] + b_r)$$

O conteúdo da memória corrente é calculado pela equação abaixo:

$$\tilde{h}_t = \tanh(W_h[r_t h_t - 1, x_t])$$

Por fim, a memória corrente  $h_t$  é calculada para armazenar as informações atuais da unidade por calcular a saída vetor  $O_t$ :

$$h_t = (1 - z_t)h_t - 1 + z_t \tilde{h}_t$$

$$o_t = \sigma_o(W_o h_t + b_o)$$

Onde  $b_o$  é o vetor da camada de saída e  $W_o$  é a matriz da camada de saída.

### 1.5.11 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) é um tipo de RNA capaz de executar operações convolucionais (multiplicação de matrizes) em filtros (matriz) para extrair um padrão de características sobre um conjunto de dados sem a necessidade de um especialista (AGUILETA *et al.*, 2019; Gil-Martín *et al.*, 2019). Este modelo é intimamente relacionado ao FNN, mas se diferencia por adicionar em sua arquitetura o conceito de camada de convolução e camada de *pooling* (YU *et al.*, 2018; AGUILETA *et al.*, 2019).

Camadas convolucionais são um importante componente de CNN. Com a utilização de vários filtros (ou *kernel*) convolucionais, é possível extrair representações dos dados de entrada (Input) sem a necessidade de manipulá-los ou pré-processá-los (AGUILETA *et al.*, 2019). Em CNN, a

ativação de uma unidade realiza-se por meio do resultado da convolução do kernel com os dados de entrada. Ao calcular a ativação de uma unidade em diferentes regiões dos dados de entrada, é possível detectar padrões de características capturadas pelos *kernels*, independentemente de onde o padrão ocorre. O resultado da etapa de convolução é um mapa de características que conectados pelos neurônios de camadas posteriores Ordenez e Roggen (2016). O valor do mapa de características será por maps na camada l,  $x_j^{(l+1)}$  calcula-se por:

$$x_j^{(l+1)} = \sigma \left( \sum_{maps} x_i^{(l)} \otimes k_{ij}^{(l)} + b_j^l \right)$$

onde maps é o total de características do mapa na camada l-th, e  $b_j^{(l)}$  é um vetor de bias. O  $\sigma$  é uma função de ativação. A Figura 13 abaixo ilustra o resultado de operação do kernel.

**Figura 13 – Resultado da aplicação da camada convolucional (CNN)**

1	1	1	0	0			
0	1	1	1	0			
0	0	1	1	1			
0	0	1	1	0			
0	1	1	0	0			
					1	0	1
					0	1	0
					1	0	1

Fonte: Aguilera et al. (2019).

A camada de *pooling* é uma camada incluída pela arquitetura CNN para diminuir a dimensão espacial da saída da camada convolucional sem alterar a profundidade. Essa camada traz vantagens em se tratando de operações computacionais por diminuir o número de operações, evitando assim a adaptação do modelo durante treino de dados. A camada de *pooling* contém *min*, *max* e média operações (DANAIEI-MEHR; POLAT, 2019).

As equações para calcular a altura (H2) e o tamanho (W2) da saída dessa camada se dão por:

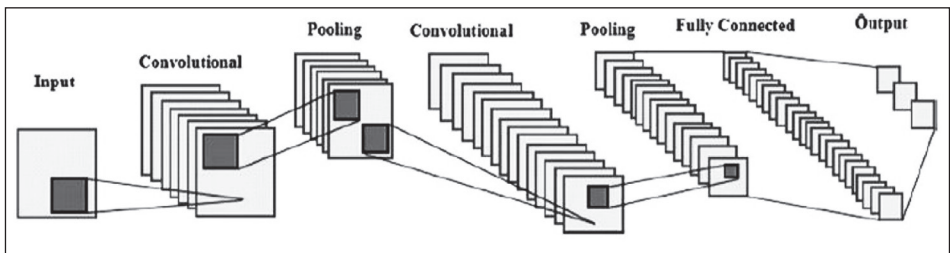
$$W2 = \left( \frac{W_i - F}{S} \right) + 1$$

$$H2 = \left( \frac{H_i - F}{S} \right) + 1$$

onde  $W2$  representa o tamanho,  $H2$  se refere à altura e  $F$  e  $S$  são, respectivamente, o tamanho do *kernel* e o tamanho da passada de mudança (DANAIEI-MEHR; POLAT, 2019).

Uma terceira camada utilizada pela arquitetura CNN é a camada totalmente conectada. Essa camada é responsável não apenas por conectar todos os neurônios da camada anterior, como também por realizar o cálculo de pontuação sobre as classes de um conjunto de dados (DANAIEI-MEHR; POLAT, 2019). Funções não lineares também se aplicam nessa camada, geralmente a função *softmax* é para calcular a distribuição dos rótulos das classes. A Figura 14 ilustra as 3 camadas apresentadas nesta seção, nela é possível visualizar cada camada.

**Figura 14 – Modelo de Arquitetural Recurrent Neural Networks (LSTM)**



Fonte: Danaei-mehr e Polat (2019).

## 1.6 Trabalhos Relacionados

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no número de pesquisas relacionadas ao reconhecimento de atividades humanas (RAH). Diversos pesquisadores abordaram diferentes aspectos com o objetivo de melhorar o desempenho ao realizar o RAH, extração de dados de imagens, sensores, estratégia de aquisição de dados e técnicas de AM para classificação das atividades. Todas essas estratégias têm impactos cruciais no desempenho dos sistemas RAH. Nesta seção, a partir de revisão bibliográfica realizada neste projeto de pesquisa, apresenta-se as abordagens usadas por diversos pesquisadores.

## 1.7 Técnicas de Machine Learning

Métodos de pesquisa foram utilizando para realizar o RAH. O trabalho proposto por Long *et al.* (2019) e Ordóñez e Roggen (2016) criou uma estrutura de aprendizado para reconhecimento de atividades usando sensores. A arquitetura

foi formada por duas técnicas de máquina de aprendizado, Convolutional Neural Network (CNN) e Long Short Term Memory (LSTM). Para o treinamento do modelo, foi utilizado o *dataset* OPPORTUNITY, proposto por Roggen *et al.* (2010).

Os pesquisadores Gil-Martín *et al.* (2019) realizaram a implementação de Convolutional Neural Network (CNN) para realizar o RAH. Os dados das atividades executadas foram extraídos a partir de um acelerômetro introduzido em um *smartphone* utilizado por 24 pessoas, capturando 6 atividades. Em uma *baseline* utilizando SVM, a técnica implementada melhorou o resultado em aproximadamente 9%.

Hur *et al.* (2018) realizam uma abordagem utilizando a técnica CNN, convertendo os valores de números reais dos eixos X, Y e Z em três canais de cores para inferir com precisão as correlações entre os sucessivos valores de sinal do sensor em três dimensões diferentes. A abordagem proposta por Gumaei *et al.* (2019), como uma alternativa ao LSTM, utiliza uma estrutura baseada em multisensores para o reconhecimento da atividade humana, usando um modelo híbrido de aprendizado profundo que combina as unidades recorrentes simples (URS) com as unidades recorrentes bloqueadas (GRU) das redes neurais. A pesquisa realizada por Aguilera *et al.* (2019) apresentou os resultados de várias técnicas de AM como SVM, KNN, CNN e LSTM, implementadas para realizar o RAH. Técnicas de extração, fusão e segmentação dos dados de sensores foram utilizadas ao realizar a implementação. Tasnim *et al.* (2020) propuseram uma abordagem utilizando algoritmos de aprendizado profundo (LTSM e CNN) com os conjuntos de dados UTD-MHAD e MSR-Action3D, alcançando um desempenho de aproximadamente 96% em ambos os conjuntos de dados.

O presente projeto de pesquisa será baseado em trabalhos anteriores como Long *et al.* (2019), Ordonez e Roggen (2016) e Tasnim *et al.* (2020), utilizando dados extraídos de imagens de com o objetivo de classificar as atividades executadas durante o treinamento do aluno no curso de eletricista. Serão criadas duas abordagens para análise e comparação dos resultados: A primeira será a implementação de uma fusão de SVN e KNN, que será utilizada como linha de base; a segunda será a implementação do LSTM e do GRU, técnicas de aprendizado de máquina que têm sido amplamente aplicadas nos dias atuais.

## 2. Metodologia

A metodologia tem como objetivo orientar o pesquisador, direcionando os estudos, garantindo que os objetivos propostos sejam cumpridos. A ciência é caracterizada pelos métodos científicos que devem ser aplicados, explicados, evidenciando a abordagem do estudo Córdova e Silveira (2008). Este capítulo descreve a metodologia de pesquisa utilizada neste estudo para alcançar os

objetivos propostos, a caracterização da pesquisa, os procedimentos para a coleta de dados e a análise de resultados.

## 2.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa deste trabalho caracteriza-se como aplicada. De acordo com Córdova e Silveira (2008), a pesquisa aplicada objetiva investigar, gerar conhecimentos para aplicação prática e comprovar ou rejeitar hipóteses. Executaremos esta pesquisa com o propósito de identificar e investigar técnicas de aprendizado de máquinas aplicadas no problema de reconhecimento de atividades humanas.

A natureza de pesquisa deste trabalho será mista: qualitativa e quantitativa. Conforme Baptista e Cunha (2007), a abordagem qualitativa tem como foco principal os aspectos subjetivos da experiência do comportamento humano. O processo de transformar dados em informações proveitosas, conhecido como busca de informação com valor agregado, é um dos desafios da abordagem qualitativa. A informação aproveitável é usada para esclarecer, informar e ajudar na tomada de decisão, podendo ser empregada na etapa de coleta de dados e em seu tratamento.

A abordagem quantitativa tem por objetivo garantir uma precisão sobre os dados analisados, assegurando um aumento da margem de confiança sobre estes para uma tomada de decisão com a utilização de técnicas estatísticas Baptista e Cunha (2007). Neste trabalho, a estatística será utilizada durante a etapa de análise e resultados.

Este trabalho tem como objetivo a pesquisa exploratória. Segundo Córdova e Silveira (2008) a pesquisa exploratória caracteriza-se por desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. O caráter de pesquisa exploratório se justifica devido à natureza deste trabalho, que tem como objetivo a implementação de técnicas de aprendizado de máquina capazes de reconhecer as atividades executadas por um ser humano.

## 2.2 Paradigma da Pesquisa

O paradigma a ser aplicado no trabalho será o positivista, considerando verdades objetivas, independente da percepção humana. Saccol (2010) considera que a realidade é composta por estruturas palpáveis, tangíveis e relativamente estáveis. Meramente fenômenos mensuráveis estão aptos a construir conhecimento verdadeiramente válido. De acordo com o positivismo, cada conceito e cada idéia necessitam ser operacionalizados, isto é,

definidos claramente e transformados em uma ou mais variáveis que possam ser observadas e medidas de forma objetiva.

### 2.3 Estratégias da Pesquisa

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se a estratégia de pesquisa bibliográfica. Segundo Gil (2009), a pesquisa bibliográfica é um dos passos significativos ao iniciar o processo de pesquisa para um trabalho científico, permitindo ao pesquisador entender o assunto da pesquisa por intermédio de materiais anteriormente publicados. Para este trabalho, a pesquisa bibliográfica teve como objetivo elementar o levantamento de referências teóricas sobre técnicas de máquina de aprendizado para o RAH.

Entende-se por pesquisa bibliográfica a revisão da literatura sobre as teorias vitais que norteiam o trabalho científico. Essa revisão pode ser definida como levantamento bibliográfico. Nesta etapa, é realizada a pesquisa de referências teóricas analisadas e publicadas por via de escritos e eletrônicos, como livros, revistas, artigos científicos, publicações em periódicos, monografias, dissertações e *web sites* com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com o material escrito sobre o assunto da pesquisa, facilitando a identificação e a seleção de métodos e técnicas a serem utilizados, oferecendo subsídios para a redação da introdução e da discussão do trabalho científico (PRODANOV; C.FREITAS, 2013).

### 2.4 Proposta de Modelo

Com o propósito de entender como se dará o fluxo desta pesquisa, a Figura 15 ilustra os passos que serão executados no trabalho, cujos elementos serão explicados individualmente nas seções posteriores.

**Figura 15 – Proposta de Modelo de Execução do Projeto**



Passos para a realização do projeto de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.4.1 Identificar Atividades executadas

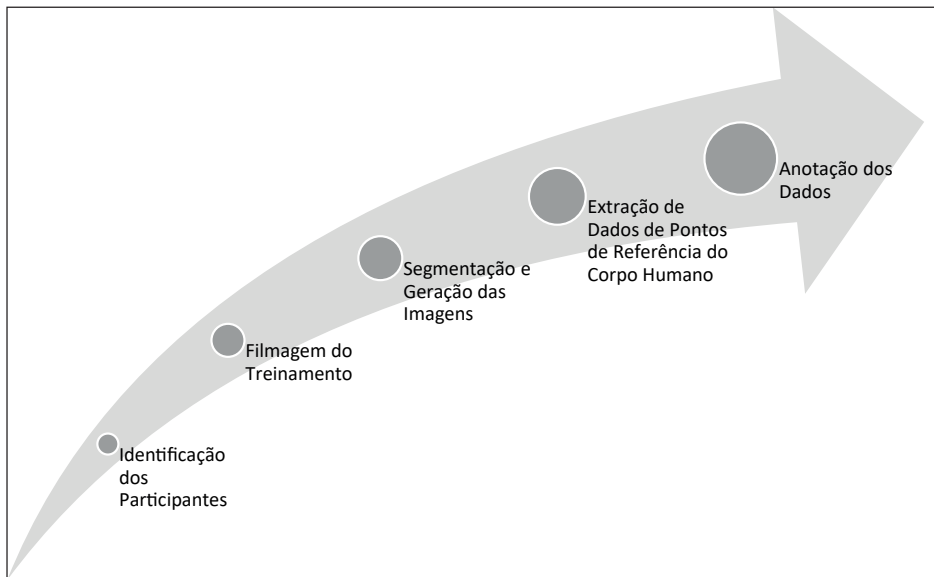
A UniverCermig define um conjunto de atividades essenciais à formação do electricista.No entanto, para o presente trabalho, iremos coletar dados da atividade de montagem de estrutura B1. Nessa atividade, o aluno deve seguir todas os procedimentos e normas que foram desenvolvidos na parte teórica do curso. A montagem deste tipo de estrutura envolve algumas tarefas: assim, segmentamos tal atividade conforme listagem abaixo:

- Fixação de Bracete
- Fixação de Bastão
- Fixação de Pinos

### 2.4.2 Coleta de dados

Esta etapa refere-se ao processo de extração dos dados gerados. O fluxo de coleta de dados deve ser estabelecido de modo que possam ser compreendidos todos os passos e variáveis valiosas para o modelo que será utilizado pelas técnicas de ML para classificação da atividade. Realizar a coleta de dados é um dos objetivos específicos deste trabalho 1. A Figura 16 ilustra o fluxo de coleta de dados e as seções posteriores descreverão cada etapa:

**Figura 16 – Fluxo de coleta dos dados**



Descrição dos passos para a realização da coleta de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### ***2.4.3 Identificação dos Participantes***

Nesta etapa, serão definidos todos os participantes que estarão envolvidos no processo de treinamento. Durante ela, é necessário identificar alguns dados que serão de importância para a pesquisa e essenciais durante o processo, sendo eles:

- Quantidade de participantes;
- Atividade executada;
- Aluno ou Professor.

### ***2.4.4 Filmagem do Treinamento***

Devido à natureza da solução proposta pelo presente trabalho, esta etapa tem como objetivo realizar a filmagem do processo de montagem da estrutura B1 no treinamento realizado pelos alunos da UniverCemig, para que posteriormente os dados possam ser extraídos com as técnicas que serão explicadas nas seções seguintes.

### ***2.4.5 Segmentação do Vídeo e Geração de Imagens***

Após a realização de toda a filmagem referente à atividade de montagem de estrutura B1 (4.4.2.2), foi necessário segmentar o vídeo por atividade executada por cada aluno. Feita a segmentação, será executada uma técnica para extração de imagens a partir dos vídeos gerados.

### ***2.4.6 Extração de Pontos de Referência do Corpo Humano***

Pontos de referência do corpo humano (2.3) fornecem informações espaciais de cada membro do corpo humano em uma imagem. Nesta etapa, iremos executar técnicas de AM para extração dos pontos de junção a partir dos imagens geradas.

### ***2.4.7 Anotação da Atividade***

Esta etapa consiste em identificar a atividade executada e realizar a anotação referente a ela mediante uma descrição em formato numérico, para que este dado seja usado pelas técnicas de AM.

### ***2.4.8 Artefato Gerado***

Executados todos os passos nas seções acima no fluxo de coleta de dados, a saída deste processo será um arquivo no formato **.csv** com a anotação das



atividades que foram executadas. Cada linha desse arquivo deverá conter 34 registros separados por vírgula.

#### *2.4.8.1 Aplicar Técnicas de Aprendizado de Máquina*

Os resultados da pesquisa bibliográfica possibilitaram encontrar trabalhos que visavam resolver o problema de RAH utilizando técnicas de AM e AMP. O capítulo 2 apresentou os principais tópicos relativos ao RAH. Conforme apresentado na seção 2.2 o reconhecimento de atividades humanas é um problema de classificação que envolve dados de séries temporais e, com o objetivo de resolver esse problema, apresentamos as seções 2.4 e 2.4.3.

Este trabalho objetiva implementar técnicas de máquina de aprendizado respondendo ao item 2 dos objetivos específicos. Assim, a implementação divide-se em duas abordagens. A primeira abordagem será uma implementação das técnicas de AM SVM e KNN, como visto na seção 2.4. A segunda abordagem será a implementação dos modelos de AMP, GRU e LSTM, apresentados na seção 2.4.3.

#### *2.4.8.2 Análise dos Resultados*

Esta etapa tem como objetivo verificar, através de métricas, os resultados das técnicas de AM implementadas, pois trabalhos que envolvem comparações de qualquer natureza requerem a definição acerca da ótica na qual os dados devem ser analisados (CÓRDOVA; SILVEIRA, 2008). É imprescindível que o reconhecimento de atividades humanas no contexto do treinamento do electricista não rotulem atividades erroneamente, isso poderia trazer prejuízos no processo de certificação do aprendizado do aluno.

Desta maneira, é factível utilizar métricas de acurácia, precisão e revocação para avaliação dos modelos de AM que correspondem às ausências de resultados falso-positivos e falso-negativos, respectivamente.

Para tal, é necessário calcular as medidas Precisão e Revocação para cada classe  $(C_i) \in \mathcal{C}$ . Para as equações seguintes, considere que:

- $VP_{C_i}$  (Verdadeiros positivos) representa o número de registros de teste que foram corretamente atribuídos à classe  $c_i$ .
- $FP_{C_i}$  (Verdadeiros positivos) representa o número de registros de teste que foram corretamente atribuídos à classe  $(C_j)(c_j \neq c_i)$ , mas atribuídos à classe  $c_i$ .
- $FNC_i$  (Falsos negativos) representa o número de documentos de teste da classes  $c_i$  rotulados com uma classe  $(C_j)(c_j \neq c_i)$ .

### 2.4.9 Acurácia

Indica uma performance integral do modelo e, dentre todas as classificações, quantas o modelo classificou corretamente.

$$Acurácia(c_i) \frac{VPc_i + VNC_i}{VPc_i + VNC_i + FNC_i + FPC_i}$$

### 2.4.10 Precisão

Pode ser vista como uma medida de exatidão, pois denota a ausência de positivos fictícios, retornando a porcentagem de dados corretamente rotulados pelo classificador.

$$Precisão(c_i) \frac{VPc_i}{VPc_i + FPC_i}$$

### 2.4.11 Revocação

Dentre todas as situações de classe Positivo como valor esperado, quantas estão corretas.

$$Revocação(c_i) \frac{VPc_i}{VPc_i + FNC_i}$$

## 2.5 Coleta de dados

Este capítulo apresenta como foi realizado o processo para a coleta de dados. Tal processo envolve várias etapas que serão descritas individualmente em cada seção. Por fim, apresentaremos o resultado do conjunto de dados gerado.

## 2.6 Abordagem

Devido à inexistência de um conjunto de dados que contemple as atividades executadas por um profissional de elétrica no seguimento de energia elétrica para RAH, foi criado um conjunto de dados com características específicas das atividades de um eletricista, coletados durante o curso de capacitação oferecido pela UniverCemig. O conjunto de dados extraído pode ser utilizado

como entrada para a criação de modelos de AM para classificar as atividades executadas pelos alunos durante o treinamento, uma vez que o ambiente de campo do curso possui características que deixam o aluno o mais próximo possível do cenário real vivenciado em sua profissão.

### ***2.6.1 Filmagem do Treinamento***

Para iniciarmos o processo de coleta de dados, o primeiro passo realizado foi a filmagem do aluno em treinamento. Para esta etapa, foram selecionados de forma aleatória pelo coordenador do curso 4 alunos que participaram de todas as etapas do curso anteriores ao treinamento de campo, estando, assim, aptos a realizar essa fase do treinamento. Estes alunos foram orientados a executar a atividade de montagem de estrutura B1 de forma independente, seguindo os padrões propostos durante todo o curso. Para esta etapa, foram utilizadas uma webcam e um notebook Predator Helios 300, placa Geforce GTX 1060, 16 GB de memória, gerando um vídeo de 01:03:55 horas de filmagem.

#### ***2.6.1.1 Segmentação do Vídeo, Geração de Imagens e Filtragem***

Após realizar a filmagem do processo de montagem de estrutura B1 (5.1.1), extraiu-se imagens do vídeo. Nesta etapa, o vídeo foi segmentado por participantes, gerando 4 vídeos contendo todas as atividades executadas por cada indivíduo. Cada vídeo gerado foi segmentado em 44 *frames* por segundo, ou seja, para cada segundo do vídeo foram geradas 44 imagens, totalizando 127.856 imagens.

Neste mesmo processo, foram eliminadas todas as imagens em que não havia nenhuma pessoa no ambiente de montagem de estrutura; isso ocorreu devido ao rodízio de alunos durante a filmagem.

Para geração de imagens, foi utilizada a biblioteca OpenCV versão 4.5.1, linguagem de programação Python versão 3.7 e IDE para desenvolvimento Pycharm. O processamento de todo o vídeo durou cerca de 9 horas em um *notebook* Predator Helios 300, placa Geforce GTX 1060, 16 GB de memória.

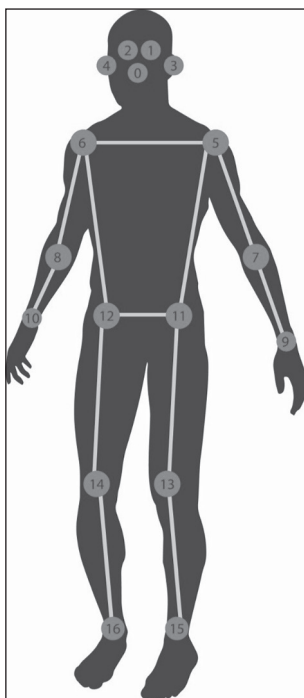
#### ***2.6.1.2 Pontos de Referência do Corpo Humano***

Conforme explicado na seção 2.3, pontos de junção do esqueleto fornecem informações sobre a posição de um membro do corpo em um espaço. Com o objetivo de extrair essas informações, o presente trabalho utilizou o *framework* TensorFlow PoseNet, que usa o modelo CNN de AM para analisar a pose de uma pessoa a partir de uma imagem, estimando as localizações espaciais das principais articulações do corpo humano.

Cada articulação é mapeada por um ID e retorna as coordenadas x e y com uma pontuação de confiança entre 0,0 e 1,0. Com o objetivo de validar os dados retornados foi configurado o parâmetro *min-pose-score* com valor de 70%. A pontuação de confiança indica a probabilidade de que um ponto-chave exista nessa posição.

Para estimar a pose, foi utilizado o modelo MobileNet. Cada imagem, quando submetida ao *posenet*, gera 17 características e, para cada uma, seu valor de coordenada x e y como mostra a Figura 17. O processamento de todas as imagens durou cerca de 3 horas em um *notebook* Predator Helios 300, placa Geforce GTX 1060, 16 GB de memória.

**Figura 17 – Pontos de Referência do Corpo Humano**



Cada ponto é marcado por um membro do corpo humano que retorna as coordenadas X e Y no espaço dimensional.

Fonte: Pardos *et al.* (2020).

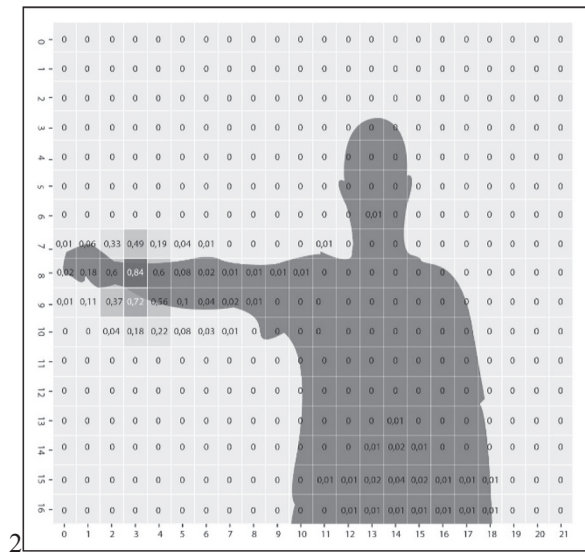
Segundo Pardos *et al.* (2020), Posenet é uma combinação de visão computacional e AMP que utiliza um modelo pré-treinado para estimar a pose de uma pessoa em uma imagem ou vídeo. Para o presente trabalho, o Posenet foi treinado com o modelo MobileNet,5.1. que utiliza uma arquitetura CNN para estimar as localizações espaciais das principais articulações do corpo.

O processamento no MobileNet é feito em duas etapas: a primeira é a fatorar em uma camada de convolução para filtragem e uma camada de convolução 1 x 1 combinado.

Quando uma imagem é processada, o resultado é um mapa de calor junto com vetor de deslocamento. Estes podem ser decodificados para encontrar áreas de alta confiança na imagem, que correspondem aos pontos-chave de pose. O vetor de deslocamento é um tensor 3D com tamanho Largura × Altura × ((pontos chaves)17 \* 2 (coordenadas X e Y)), usado para localizar pontos na imagem fornecida .

A Figura 18 apresenta o mapa de calor de detecção do ponto de referência do pulso direito.

**Figura 18 – Mapa de calor representado o ponto-chave pulso direito**



Mapa de calor representado as referências X e Y do pulso direito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.6.1.3 Processo Manual de Anotação dos dados

Para o processo de anotação de dados foi adotada a técnica de anotação supervisionada realizada com base no vídeo do item 5.1.2. Cada vídeo gerado foi segmentado em atividades que cada aluno executou, possibilitando anotar os dados que representassem cada atividade executada pelos indivíduos durante o treinamento.

### 2.6.1.4 Conjunto de dados

Os dados capturados foram separados em arquivos com extensão .csv contendo os dados referente às atividades executadas por cada um dos 4 alunos. Foram gerados 4 arquivos com 35 colunas, representando os pontos de junção do esqueleto humano e a atividade relacionada com um total de 98.588 instâncias. Estas representavam 3 atividades: (1) Fixação do bracelete ao poste, (2) Fixação de bastão e (3) Fixação de pinos. O conjunto de dados criado no presente trabalho ficará disponível na seguinte URL <https://github.com/rubens-santoTI/mestrado> para que possa ser utilizada em pesquisa com o objetivo de realizar o RAH, servindo, por vezes, como baseline para validação e testes de técnicas propostas. A Figura 19 representa os dados extraídos por atividade.

**Figura 19 – Gráfico com resultados por atividade**

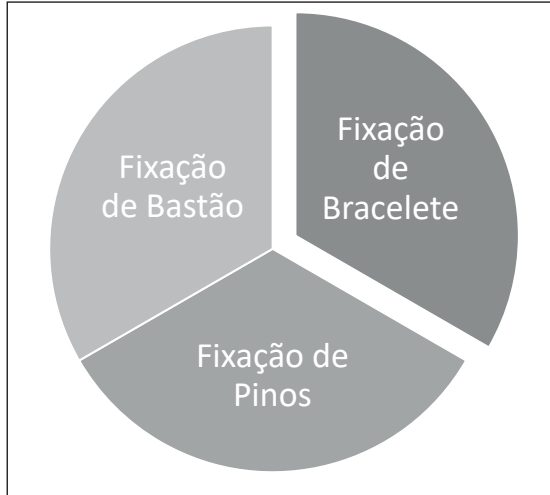


Gráfico de Atividades (1) Fixação do bracelete ao poste  
(2) Fixação de bastão e (3) Fixação de pino.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.7 Resultados

O experimento do presente trabalho foi executado em um notebook Predator Helios 300, placa GTX 1060, 16 GB de memória. Para validação e implementação, utilizamos as bibliotecas *scikit-learn*, *pandas*, *numpy*, *keras*, *tensorflow* e *matplotlib*, linguagem de programação Python 3.7 e IDE de desenvolvimento Pycharm. Nas seções abaixo, iremos detalhar as configurações das técnicas utilizada e os resultados, que foram divididos em duas seções: AM e AMP.

## 2.8 Experimento Aprendizado de Máquina

Esta seção apresenta os resultados e configurações provenientes das implementações de duas técnicas de AM, o KNN 2.4.2 e SVM 2.4.1, atendendo ao objetivo 2 do presente trabalho. As técnicas foram treinadas com dados coletados conforme apresentado no item 5.1.5, sendo separados em teste e treino, 25% e 75% respectivamente. Os melhores hiperparâmetros encontrados foram alcançados através de testes manuais. Escolhemos uma janela de 44 amostras por segundo, com o tempo variando entre 3 e 60 segundos de dados para extração de características que podem capturar ciclos em atividades de Fixação de bracelete, Fixação de pinos e Fixação de bastão (5.1.5).

Para reduzir a perda de informações nas bordas das janelas, utilizamos uma sobreposição de 50%. Segundo Su *et al.* (2014), é possível encontrar dados relevantes através de cálculos que agrupem-nos, retornando informações que possam ser utilizadas pelas técnicas de AM. Assim, para cada eixo, calculamos a raiz quadrada, o desvio padrão, o máximo e o mínimo (SU *et al.*, 2014; NGUYEN *et al.*, 2015).

### 2.8.1 Hiperparâmetros *K-Nearest Neighbors*

Para que se chegasse ao melhor valor dos parâmetros, diversos testes manuais foram feitos. Neles, o valor de *k* variou entre 3 e 20. Os parâmetros para a execução das técnicas KNN são apresentados na tabela 1.

### 2.8.2 Hiperparâmetros *Support Vector Machine*

Os testes para chegar ao melhor resultado com SVM foram realizados de forma manual, utilizando 4 funções para testar o *kernel*: radial, linear, polinomial e sigmoide. Para a função C, os testes foram variados entre 1 e 10. Os parâmetros que apresentaram melhor resultados são apresentados na tabela 2.

**Tabela 1 – Hiperparâmetros KNN**

Parâmetros da KNN	
Parâmetro	Valor
nneighbors	8
Weights	uniform
metric	minkowski
p	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 2 – Hiperparâmetros de Configuração da Técnicas SVM**

Parâmetros da KNN	
Parâmetro	Valor
Kernel	Polinomial
c	5
gamma	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.8.3 Análise dos Resultados de Aprendizado de Máquina

No presente trabalho, apresentamos os resultados das técnicas KNN e SVM. Na Tabela 3, exibimos os resultados do experimento para nosso modelo projetado em termos de precisão, revocação e acurácia para o conjunto de dados UniverCemig. Alcançamos precisões altas de aproximadamente 97% com o SVM e 95% com KNN. Os resultados apresentados tiveram como item fundamental a janela de tempo (2.2.2). Os testes foram executados com janelas de tempo entre 3 e 160 segundos.

**Tabela 3 – Resultados das Técnicas de SVM e KNN de acordo com cada janela de tempo definida**

Janela em Segundos(S)	Algoritmo KNN	Acurácia 0.9175	Revocação 0.9176	Precisão 0.9178
3(S)	SVM	0.9657	0.9657	0.9658
	KNN	0.9020	0.9026	0.9015
5(S)	SVM	0.9328	0.9328	0.9329
	KNN	0.8750	0.8750	0.8895
10(S)	SVM	0.9459	0.9454	0.9472
	KNN SVM	0.8571	0.8671	0.8675
20(S)	KNN SVM	0.8918	0.8917	0.8975
	KNN SVM	0.8378	0.8378	0.8412
30(S)	KNN SVM	0.9183	0.9183	0.9339
	KNN SVM	0.8887	0.8888	0.9206
60(S)	KNN SVM	0.9583	0.9583	0.9642

Fonte: Elaborado pelo autor.

A técnica de SVM apresentou melhores resultados quando comparada com KNN mesmo quando a janela de tempo aumenta, o que pode acarretar um menor desempenho das técnicas, como pode ser observado na Figura 20. De acordo com Tasnim *et al.* (2020), a perda de desempenho ocorre porque uma janela de tempo maior pode capturar mais informações, o que pode afetar significativamente o desempenho do classificador. A técnica SVM não foi



afetado pela janela de tempo; porém, o KNN apresentou uma leve queda de desempenho quando a janela aumenta entre 10(s) e 60(s).

**Figura 20 – Gráfico de acurácia de KNN e SVM por janela de tempo**

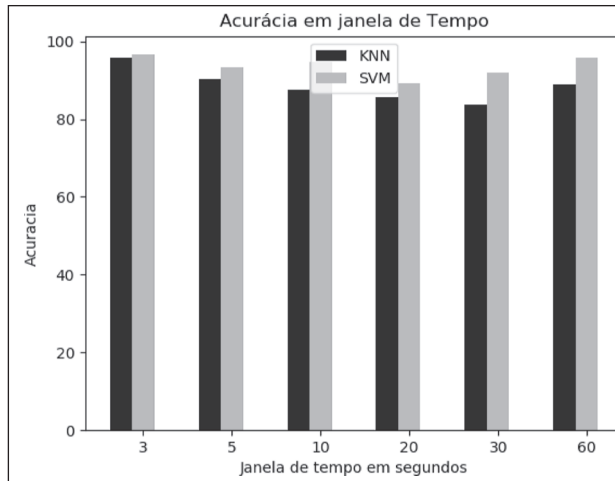


Gráfico apresentado as variações das técnicas SVM e KNN ao longo da janela de tempo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

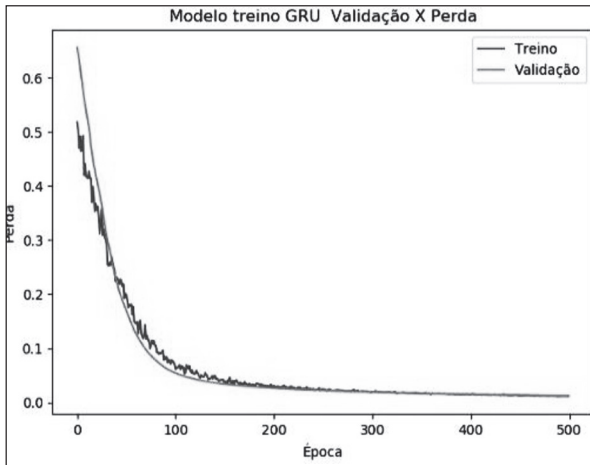
## 2.9 Experimento Aprendizado de Máquina Profundo

Nesta seção, iremos detalhar as configurações e resultados de duas técnicas de AMP para realizar o RAH, atendendo ao objetivo 2 do presente trabalho. Todas as técnicas citadas abaixo foram treinadas através do conjunto de dados UniverCemig, conforme apresentado no item 5.1.5. Os arquivos gerados pelo conjunto de dados foram separados em treino e teste, sendo 3 arquivos para treino e 1 para teste, com uma margem de 31% e 69% para teste e treino respectivamente sem sobreposição (2.2.2). Para iniciar o experimento das técnicas propostas, primeiro foi definido o estilo arquitetural de cada uma. Após a definição, iniciamos a busca pelo melhor tamanho do *batch* e números de épocas que iriam apresentar a melhor acurácia. Iniciamos com o número de época 1 e fomos aumentando gradualmente, até que obtivéssemos o melhor resultado. Nas seções abaixo, iremos detalhar o estilo arquitetural proposto por cada modelo, seus resultados, como foram realizados os treinamentos e as configurações utilizadas.

### 2.9.1 Gated Recurrent Unit

Após a definição do estilo arquitetural apresentado na tabela 4, iniciamos a execução do experimento. Durante os treinos, alternamos os valores janela de tempo entre 1 e 6 segundos. O número de épocas foi definido em 500, com tamanho de batch em 300. Definimos também o parâmetro paciente com o valor 30; isso significa que, caso o modelo pare de apreender, a execução do treino irá parar imediatamente após 30 tentativas. A Figura 21 apresenta o resultado do treino quando a janela de tempo foi configurada em 6 segundos. Nela, é possível observar que o modelo começou com perda e validação altas e que estas foram diminuindo através das épocas de treinamento, tendo alcançado seu melhor resultado de validação na época 225 e o melhor resultado de treino na época 200, ambos convergindo na mesma linha na época 190.

**Figura 21 – Modelo de Treino Gated Recurrent Unit**



Treinamento do modelo GRU apresentando a variação da validação e treino ao longo das épocas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 4 – Configuração Modelo GRU e Hiperparâmetros**

Camada	Hiperparâmetros GRU		
	Função de Ativação	Número de Neurônios	Percentual de Dropout
GRU	Relu	32	
GRU	Relu	32	0.5
GRU	Relu	16	0.5
Dense	Sigmoid	1	

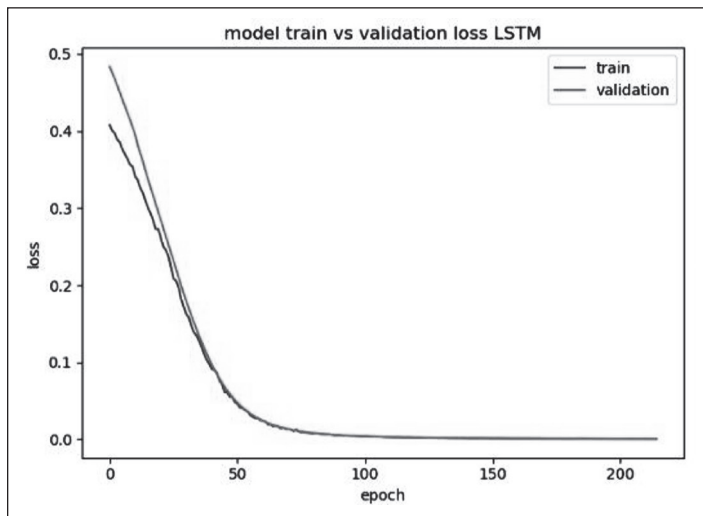
Configuração hiperparâmetros do modelo GRU.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.9.2 Long Short Term Memory

Assim como em GRU, o primeiro passo foi definir o estilo arquitetural de LSTM, que pode ser visto na tabela 5. Feito isso, iniciamos os treinos variando a janela de tempo entre 1 e 6 segundos, o número de neurônios e as camadas com o objetivo de encontrar um melhor tempo de treino e aprendizagem do modelo. Os treinos foram executados com 500 épocas e o tamanho do bath em 300. Durante os treinos, percebemos que, quando adicionamos um maior número de camadas e neurônios, o modelo aprende mais rápido; no entanto, não percebemos uma melhora nos resultados. Isso pode ser explicado pela quantidade de dados do conjunto de dados UniverCemig. A Figura 22 apresenta o resultado de treino com a janela de tempo configurada em 6 segundos, o modelo de treino e a validação convergiram para o mesmo valor próximo da época 90. Quando comparado com o resultado do treino de GRU, percebemos que este modelo aprendeu mais rápido; no entanto, utilizou mais poder computacional, aumentou o tempo de treino e não apresentou diferença nos resultados para o conjunto de dados.

**Figura 22 – Modelo de Treino Long Short Term Memory**



Treinamento do modelo LSTM apresentando a variação da validação e treino ao longo das épocas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 2.9.2.1 Análise dos Resultados Aprendizado de Máquina Profundo

Nesta seção, apresentaremos os resultados da aplicação dos modelos de AMP, LSTM e GRU. Conforme pode ser observado na Tabela 6, alcançamos

precisões de aproximadamente 96% com LSTM e GRU quando tivemos um valor de 6 segundos de janela de tempo.

Quando comparamos os resultados apresentados pelos modelos, percebemos que não existe uma diferença expressiva; no entanto, LSTM utilizou mais recursos computacionais em termos de camada e neurônios, implicando em um aprendizado mais rápido, mas não refletido em melhores resultados.

**Tabela 5 – Configuração Modelo LSTM e Hiperparâmetros**

Hiperparâmetros LSTM			
Camada	Função de Ativação	Número de Neurônios	Percentual de Dropout
LSTM	Relu	16	
LSTM	Relu	16	0.2
LSTM	Relu	8	0.5
Dense	Relu	100	
Dense	Sigmoid	1	

Configuração hiperparâmetros do modelo GRU.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 6 – Resultados das Técnicas de SVM e KNN**

Janela em Segundos(S)	Algoritmo	Acurácia	Revocação	Precisão
6(S)	LSTM	0.9681	1.0	1.0
	GRU	0.9681	1.0	1.0
5(S)	LSTM	0.8051	1.0	1.0
	GRU	0.8053	1.0	1.0
4(S)	LSTM GRU	0.6971	1.0	1.0
		0.6972	1.0	1.0
3(S)	LSTM GRU	0.7725	1.0	1.0
		0.7725	1.0	1.0
2(S)	LSTM GRU	0.5493	0.50	0.4140
		0.5493	0.3532	0.3532
1(S)	LSTM	0.3514	0.3334	0.1171
	GRU	0.3513	0.3332	0.1171

Resultados das técnicas LSTM e GRU de acordo com cada janela de tempo definida. Fonte: Elaborado pelo autor.

A arquitetura de GRU utilizou menos recursos computacionais, menor número de camadas e neurônios; porém, não teve seu resultado alterado. Os dois modelos aplicados suportaram uma maior quantidade de dados, o que era esperado. No entanto, a janela de dados para se alcançasse bons resultados foi de 360 segundos, o que também pode ser explicado devido à quantidade de dados no conjunto de dados UniverCemig. Para ambos os modelos, variamos

as funções de ativação nas camadas de entrada e saída, a função de ativação Relu apresentou uma melhor performance nas camadas de entrada e, na camada de saída, a função Sigmoid foi a que apresentou a melhor performance.

### 3. Conclusão

O objetivo do presente trabalho baseou-se em realizar a coleta de dados de alunos em treinamento oferecido pela UniverCemig, utilizando-os para implementar técnicas de aprendizado de máquina e aprendizado de máquina profundo para reconhecer as atividades desempenhadas por alunos durante o processo de capacitação. O primeiro objetivo foi atingido com a coleta de dados por meio da filmagem do treinamento de 4 alunos, gerando um vídeo de 1:03:55 horas que, após ser processado, resultou em aproximadamente 98.588 mil instâncias. Os dados extraídos nos permitiram atingir o segundo objetivo, aplicando-os em técnicas de aprendizado de máquina como KNN e SVM e de aprendizado de máquina profundo, como LSTM e GRU, para classificar as atividades executadas.

O terceiro objetivo foi atingido com a análise dos resultados que apontaram que a aplicação de técnicas de aprendizagem profunda apresentaram boa performance quanto aos resultados quando o tamanho da janela supera 6 segundos. Todavia, para a execução de trabalhos futuros, faz-se necessário coletar uma maior quantidade de dados e aplicá-los às técnicas com o objetivo de atingir uma boa performance e diminuir a janela de tempo.

Constatamos que as técnicas SVM e KNN demonstraram excelentes resultados mesmo quando a janela de tempo é maior, o que pode ser indicado para a aplicação com o conjunto de dados UniverCemig. A técnica SVM apresentou excelentes resultados em todas as variações de janelas, indicando ser uma ótima opção para o conjunto de dados.

Acreditamos que a pesquisa atual pode trazer uma oportunidade de implantação no reconhecimento de atividades humanas ao treinamento dos alunos na UniverCemig, auxiliando os instrutores durante todo o processo e, conseqüentemente, levando agilidade à certificação de aprendizado do aluno. Os resultados experimentais apresentados mostram a eficácia dos modelos propostos e a possibilidade de utilizá-los como *benchmark* para trabalhos futuros utilizando o conjunto de dados proposto.

## REFERÊNCIAS

AGUILETA, A.; BRENA, R.; MAYORA, O.; MOLINO MINERO Re, E.; TREJO, L. Multi – sensor fusion for activity recognition – a survey. **Sensors**, v. 19, 2019.

BAPTISTA, S.; CUNHA, M. Estudo de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados. **Perspectivas em Ciência da Informação**, 12, 2007.

CHUNG, J.; GULCEHRE, C.; CHO, K.; BENGIO, Y. **Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling**. Proceedings, 2014.

CÓRDOVA, F. P.; SILVEIRA, D. T. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. <http://197.249.65.74:8080/biblioteca/handle/123456789/707>, 2008.

DANAEI-MEHR, H.; POLAT, H. Human activity recognition in smart home with deep learning approach. **Human Activity Recognition in Smart Home With Deep Learning Approach**, p. 149-153, 2019.

DAVILA, J.; CRETU, A.-M.; ZAREMBA, M. Wearable sensor data classification for human activity recognition based on an iterative learning framework. **Sensors**, v. 17, n. 6, p. 1287, 2017.

DEHGHANI, A.; SARBISHEI, O.; GLATARD, T.; SHIHAB, E. A quantitative comparison of overlapping and non-overlapping sliding windows for human activity recognition using inertial sensors. **Sensors**, v. 19, p. 5026, 2019.

FILNTISIS, P.; EFTHYMIU, N.; KOUTRAS, P.; POTAMIANOS, G.; MARAGOS, P. Fusing body posture with facial expressions for joint recognition of affect in child-robot interaction. **IEEE Robotics and Automation Letters**, p.1-1, 2019.

GIL . A pesquisa científica. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL-MARTÍN, M.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, M.; SAN-SEGUNDO, R. **Human activity recognition based on deep learning techniques**, v. 42, n. 1, p. 15, 2019.

GUMAEI, A.; HASSAN, M. M.; ALELAIWI, A.; ALSALMAN, H. A hybrid deep learning model for human activity recognition using multimodal body sensing data. **IEEE Access**, v. 7, p. 99152-99160, 2019.

HAYKIN, S. **Redes neurais princípios e prática**. 2007, 2 edition, 2001.

HOCHREITER, S.; SCHMIDHUBER, J. Long short-term memory. **Neural computation**, v. 9, p. 1735-80, 1997.

HUR, T.; BANG, J.; HUYNH-THE, T.; LEE, J.; KIM, J.-I.; LEE, S. **Iss2image: A novel signal-encoding technique for cnn-based human activity recognition**. *Sensors*, 18:3910, 2018.

HUYNH, T.; FRITZ, M.; SCHIELE, B. Discovery of activity patterns using topic models. *In: UbiComp*, p. 10-19, 2008.

JAMES L. CROWLEY, H. I. C. **Vision as process: basic research on computer vision systems**. *In: J. L. CROWLEY, H. I. CHRISTENSEN (ed.). with editorial assistance by: Alain Chehikian e. a.; v. 1, p. 341-371. Berlin: Springer, 1995.*

JANIDARMIAN, M.; ROSHAN Fekr, A.; RADECKA, K.; ZILIC, Z. A comprehensive analysis on wearable acceleration sensors in human activity recognition. **Sensors**, v. 17, p. 529, 2017.

JANIDARMIAN, M.; ROSHAN Fekr, A.; RADECKA, K.; ZILIC, Z. **Support-vector networks. machine learning**, p. 273-297, 1995.

LARA, O. D. and LABRADOR, M. A. A survey on human activity recognition using wearable sensors. **IEEE Communications Surveys Tutorials**, v. 15, n. 3, p. 1192-1209, 2013.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, p. 436-44, 2015.

LEI, T.; ZHANG, Y.; WANG, S.; DAI, H.; ARTZI, Y. **Simple recurrent units for highly parallelizable recurrence**, p. 4470-4481, 2018.

LONG, J.; SUN, W.; YANG, Z.; RAYMOND, O. I. Asymmetric residual neural network for accurate human activity recognition. **Information**, v. 10, n. 6, p. 203, 2019.

MANZI, A.; DARIO, P.; CAVALLO, F. A human activity recognition system based on dynamic clustering of skeleton data. **Sensors**, v. 17, n. 5, p. 1100, 2017.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The bulletin of mathematical biophysics**. Cambridge, Massachussets, USA, 1 edition, 1943.

MITCHELL, R.; MICHALSKI, J.; CARBONELL, T. **An artificial intelligence approach**. Cambridge, Massachussets, USA, 1 edition, 2013.

NGUYEN, P.; AKIYAMA, T.; OHASHI, H.; NAKAHARA, G.; YAMASAKI, K.; HIKARU, S. **User-friendly activity recognition using svm classifier and informative features**, p. 1-8, 2015.

ORDONEZ, F. and ROGGEN, D. Deep convolutional and lstm recurrent neural networks for multimodal wearable activity recognition. **Sensors**, v. 16, n. 1, p. 115, 2016.

PARDOS, A.; MENYCHTAS, A.; MAGLOGIANNIS, I. **Introducing an Edge-Native Deep Learning Platform for Exergames**, p. 88-98, 2020.

POPPE, R. A survey on vision-based human action recognition. **Image and Vision Computing**, v. 28, n. 6, p. 976-990, 2010.

PRODANOV, C. C.; C. FREITAS, E. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Rio Grande do Sul: Universidade FEEVALE, 2013.

ROGGEN, D.; CALATRONI, A.; ROSSI, M.; HOLLECZEK, T.; FORSTER, K.; TROSTER, G.; LUKOWICZ, P.; BANNACH, D.; PIRKL, G.; FERSCHA, A.; DOPPLER, J.; HOLZMANN, C.; KURZ, M.; HOLL, G.; CHAVARRIAGA, R.; SAGHA, H.; BAYATI, H.; CREATURA, M.; MILLAN, J. d. R. **Collecting complex activity datasets in highly rich networked sensor environments**. p. 233-240, 2010.

ROSATI, S.; BALESTRA, G.; KNAFLITZ, M. Comparison of different sets of features for human activity recognition by wearable sensors. **Sensors**, v. 18, n. 12, p. 4189, 2018.



SACCOL, A. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. **Revista de Administração da UFSM**, v. 2, n. 2, p. 250-269, 2010.

SÁEZ, Y.; GÓMEZ, A. B.; VIÑUELA, P. I. A comparison study of classifier algorithms for cross-person physical activity recognition. **Sensors**, 2016.

SAPIŃSKI, T.; KAMIŃSKA, D.; PELIKANT, A.; ANBARJAFARI, G. **Emotion recognition from skeletal movements**. **Entropy**, 21:646, 2019.

SHOTTON, J.; FITZGIBBON, A.; COOK, M.; SHARP, T.; FINOCCHIO, M.; MOORE, R.; KIPMAN, A.; BLAKE, A. Real-time human pose recognition in parts from single depth images. **CVPR 2011**, p. 1297-1304, 2011.

STRAKA, M.; HAUSWIESNER, S.; RÜTHER, M.; BISCHOF, H. **Skeletal graph based human pose estimation in real-time**, 2011.

SU, X.; TONG, H.; JI, P. Activity recognition with smartphone sensors. **Tsinghua Science and Technology**, v. 19, p. 235-249, 2014.

SUGIYAMA, M.; KAWANABE, M. **Machine Learning in Non-Stationary Environments: Introduction to Covariate Shift Adaptation**, volume 4 of 10. The name of the publisher, Cambridge, MA, USA, 1 edition, 2012.

TASNIM, N.; ISLAM, M. M.; BAEK, J.-H. Deep learning-based action recognition using 3d skeleton joints information. **Inventions**, v. 5, n. 3, p. 49, 2020.

TUCERYAN, M. and JAIN, A. **Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision: 5th Edition**, v. 5, p. 582, 2015.

VAHORA, S. and CHAUHAN, N. Deep neural network model for group activity recognition using contextual relationship. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 22, n. 1, p. 47-54, 2019.

VISWAMBARAN, R. A.; CHEN, G.; XUE, B.; NEKOOEI, M. Evolutionary design of recurrent neural network architecture for human activity recognition. *In: 2019 IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION (CEC)*, p. 554-561, 2019. **Proceedings** [...].

WANG, Y.; VELSWAMY, K.; HUANG, B. A long-short term memory recurrent neural network based reinforcement learning controller for office heating ventilation and air conditioning systems. **Processes**, v. 5, n. 3, 2017.

YAN, S.; XIONG, Y.; LIN, D. Spatial **temporal graph convolutional networks for skeleton-based action recognition**. *In: AAAI CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE*, v. 32, n. 1, 2018. **Proceedings** [...].

YU, T.; CHEN, J.; YAN, N.; LIU, X. **A multi-layer parallel lstm network for human activity recognition with smartphone sensors**, p. 1-6, 2018.

ZEBIN, T.; PEEK, N.; CASSON, A.; SPERRIN, M. **Human activity recognition from inertial sensor time-series using batch normalized deep lstm recurrent networks**. 2018.

# PROCESSOS HÍBRIDOS DE APRENDIZAGEM:

## as características da tecnologia que influenciam a intenção do aluno de usar a gamificação e a realidade virtual em sua formação técnica

*Isadora Valle Sousa  
Marta Macedo Kerr Pinheiro*

---

### 1. Introdução

A aprendizagem tradicional em sala de aula está enfrentando mudanças devido, principalmente, ao avanço tecnológico. A internet, as ferramentas tecnológicas e os recursos online estão alterando, ampliando e substituindo os papéis, recursos e locais estabelecidos da educação tradicional (ZITTER; HOEVE, 2012), transformando a maneira como os professores ensinam e os alunos aprendem (BAZELAIS *et al.*, 2018).

Diante deste contexto, o ambiente híbrido de aprendizagem apresenta-se como uma boa solução para as mudanças no setor educacional, uma vez que propõe a combinação dos melhores recursos do aprendizado on-line e do aprendizado tradicional em sala de aula (VERNADAKIS *et al.*, 2011). Em ambientes híbridos ou combinados, é possível “obter as vantagens da tecnologia disponível, mantendo os benefícios do ensino presencial” (IBÁÑEZ *et al.*, 2012, p. 218). O sucesso de um ambiente híbrido de aprendizagem depende de quão bem as ferramentas e técnicas utilizadas suportam a alternância pedagógica. Portanto, a tecnologia deve ser cuidadosamente escolhida para corresponder ao conteúdo do curso e aos estilos de aprendizagem dos alunos (OLAPIRIYAKUL; SCHER, 2006).

Entre as muitas tecnologias utilizadas na educação, duas se destacam devido aos resultados positivos demonstrados na literatura e à sua crescente utilização na aprendizagem: a gamificação e a realidade virtual (RV). O termo “Gamificação” é relativamente novo e significa “o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos” (DETERDING *et al.*, 2011). Já a realidade virtual é um ambiente simulado criado com tecnologia 3D que

faz com que os usuários se sintam em uma situação da vida real (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017).

Apesar de todas as boas características e benefícios, o uso de tecnologias como gamificação e realidade virtual em ambientes de aprendizagem é uma possibilidade recente e ainda existem muitos aspectos a serem avaliados. Contudo, uma coisa é certa, a introdução de novas tecnologias no processo de aprendizagem não terá resultados bem sucedidos se não estiver integrada aos propósitos e necessidades dos alunos. Devido à sua importância e urgência, as mudanças enfrentadas pelo sistema educacional, que incluem não apenas a tecnologia por si só, mas também o comportamento dos alunos e os processos e estratégias de aprendizagem, são o tema deste capítulo. Objetivando analisar quais características da tecnologia influenciam a intenção dos alunos de usar gamificação e realidade virtual em processos híbridos de aprendizagem, este capítulo apresentou e validou por meio de um estudo de caso na Companhia Energética de Minas Gerais S/A um modelo que integra elementos: Aprendizagem Híbrida, Gamificação, Realidade Virtual, Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e Modelo de Ajuste entre Tecnologia e Tarefa (TTF).

## 2. Aprendizagem Híbrida

As mudanças nas práticas educacionais estão influenciando o desenvolvimento de ambientes híbridos de aprendizagem capazes de mesclar a interação presencial presente no modelo tradicional de sala de aula com os melhores elementos do ensino a distância visando facilitar o processo de aprendizagem com o auxílio de tecnologia (OLAPIRIYAKUL; SCHER, 2006; MARTYN, 2003). O modelo híbrido de aprendizagem oferece maior flexibilidade de horários e locais (ROVAI; JORDAN, 2004) para melhor atender às necessidades específicas dos alunos, professores e instituições de ensino (VOOS, 2003 *apud* VERNADAKIS *et al.*, 2011), o que possibilita uma experiência educacional mais eficiente do que a aprendizagem tradicional ou totalmente online

Além da flexibilidade, o processo híbrido de aprendizagem oferece benefícios como: retenção (VERNADAKIS *et al.*, 2011), continuidade (VERNADAKIS *et al.*, 2011), realização (OLAPIRIYAKUL; SCHER, 2006), motivação (IBÁÑEZ *et al.*, 2012; CHEN; CHIOU, 2014), personalização (CHOU; LIU, 2005; MARTYN, 2003) e senso de comunidade (CHEN; CHIOU, 2014). Para Vernadakis *et al.* (2011) e Chen e Chiou (2014), a combinação da tecnologia com a educação presencial tem o potencial de promover um método de aprendizagem ativo e construtivo voltado para os alunos, o que cria o que Martyn (2003) chamou de “educação de qualidade com um toque pessoal”.

Olapiriyakul e Scher (2006) explicam que a extensão do sucesso de um processo de aprendizagem híbrido dependerá da estrutura e dos requisitos do curso, bem como da capacidade dos instrutores de redesenhar um curso tradicional e repensar as relações de aprendizagem. Segundo os autores, os instrutores devem ser capazes de aplicar ferramentas e recursos tecnológicos para desenvolver um processo de aprendizagem ativo e colaborativo capaz de entregar conteúdo, estimular a criatividade do aluno e incentivar a aquisição de conhecimento.

Compreendendo a importância de combinar tecnologia com desenvolvimento e design de cursos, bem como com estilos de aprendizagem dos alunos, neste capítulo um modelo será desenvolvido e testado, com base no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e no Ajuste de Tecnologia de Tarefa (TTF), para analisar a influência de duas ferramentas de tecnologia, gamificação e realidade virtual, na intenção dos alunos de usar ambientes híbridos de aprendizagem. Portanto, esses serão os assuntos abordados nas seções a seguir.

### 3. Gamificação

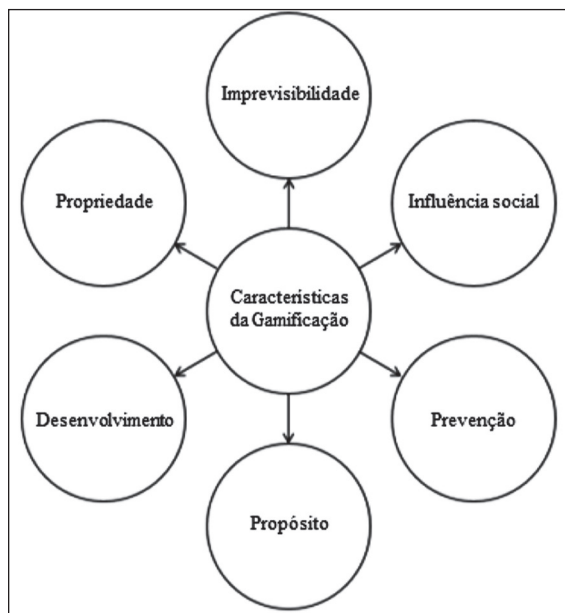
O termo “gamificação” é relativamente novo e significa “o uso de elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos” (DETERDING *et al.*, 2011, p. 10). Nos últimos anos, grandes investimentos têm sido feitos em tecnologias aplicadas aos jogos digitais, tornando-os mais atrativos e aumentando sua presença em diversas áreas como negócios, marketing, gestão corporativa, saúde, política e educação (BRITO *et al.*, 2018; DICHEVA *et al.*, 2015; DICHEV; DICHEVA, 2017; FREITAS *et al.*, 2017).

Embora a gamificação tenha sido utilizada em diversas áreas e para uma variedade de objetivos, a análise desenvolvida neste capítulo incidirá na gamificação aplicada em contextos de aprendizagem. Os jogos desenvolvidos para transmitir material de aprendizagem enquanto são jogados são chamados por Deterding *et al.* (2011) como jogos sérios (*serious games*). Para Wrzesien e Raya (2010, p. 178) os jogos sérios podem ser definidos como “a combinação de conteúdo curricular e jogos de computador”.

Embora não existam regras sobre as características e elementos dos jogos sérios, existem diferentes frameworks disponíveis na literatura para orientar e organizar o processo de desenvolvimento de jogos em geral, bem como para avaliar seu produto final. Dentre os frameworks disponíveis, o que melhor se enquadrou ao modelo proposto neste capítulo foi o modelo de validação das características da gamificação proposto por Brito *et al.* (2018). O modelo mostrado na Figura 1 visa auxiliar desenvolvedores e usuários a identificar,

analisar, avaliar e até mesmo escolher elementos de jogos. Para fazer isso, o modelo dividiu as características da gamificação em seis dimensões: imprevisibilidade, influência social, evitação, propósito, desenvolvimento e propriedade.

**Figura 1 – Modelo de validação das características da gamificação**



Fonte: Traduzido de Brito *et al.* (2018).

O modelo proposto por Brito *et al.* (2018) foi desenvolvido com base no *Octalysis Framework* criado por Chou (2014 *apud* Brito *et al.*, 2018) e o Quadro 1 a seguir apresenta a descrição de cada dimensão proposta por Brito *et al.* (2018), bem como sua respectiva relação com as dimensões do *Octalysis Framework*.

**Quadro 1 – Detalhamento dos construtos do modelo de validação de características de gamificação**

Construto	<i>Octalysis</i>	Descrição	Principais Referências
<b>Propósito</b>	Significado épico & Chamado	Este construto está associado à motivação das pessoas para acreditar que estão contribuindo para um propósito maior ou que foram escolhidas para fazer algo.	Kanov <i>et al.</i> (2004) Zichermann e Cunningham (2011)

continua...

continuação

<b>Construto</b>	<b>Octalysis</b>	<b>Descrição</b>	<b>Principais Referências</b>
Desenvolvimento	Desenvolvimento & Realização	Esse construto está relacionado à sensação de progresso, desenvolvimento de habilidades e alcance de metas complexas seguidas de uma recompensa ou sentimento de grande conquista.	Montola <i>et al.</i> (2009) Medler (2011) Sailer <i>et al.</i> (2013)
Propriedade	Propriedade & Posse	Construto associado à necessidade das pessoas de sentir que possuem algo no jogo ou algum aspecto dele. Baseia-se no princípio de que, quando possuímos algo, sentimos a necessidade de melhorá-lo, protegê-lo e aproveitá-lo ao máximo.	Lehdonvirta <i>et al.</i> (2009) Hamari e Lehdonvirta (2010)
Influência Social	Influência social	Esse construto está relacionado às atividades inspiradas no que as pessoas pensam, fazem e dizem umas às outras.	Wood (1989) Gilbert <i>et al.</i> (1995) Suls <i>et al.</i> (2002) Vorderer <i>et al.</i> (2003) Nan (2008)
Imprevisibilidade	Imprevisibilidade & Curiosidade	Esse construto está relacionado à curiosidade e ao inesperado. Ele usa o desejo das pessoas de descobrir o que vai acontecer.	Hidi <i>et al.</i> (2004) Zichermann e Cunningham (2011) Marczewski (2016)
Prevenção	Perda & Evasão	Este construto está relacionado ao medo de perder algo em um evento negativo. Está diretamente ligado à teoria da aversão à perda.	Kahneman e Tversky (1979) Ariely <i>et al.</i> (2005)

Fonte: Traduzido de Brito *et al.* (2018).

Pela análise do modelo de Brito *et al.* (2018) é possível compreender que por meio de um processo de gamificação bem estruturado e desenvolvido é possível criar ambientes de aprendizagem que melhor atendam às necessidades do usuário. Contudo, é importante lembrar que a maneira como os alunos sentem os benefícios dos elementos de jogos influencia não apenas suas percepções sobre as características da tecnologia, mas também sua intenção de usá-la para a realização de tarefas no ambiente híbrido de aprendizagem no qual foi aplicada.

## 4. Realidade Virtual

Atualmente, para aumentar a eficácia do aprendizado, os designers de jogos sérios estão integrando técnicas de gamificação e realidade virtual (RV). Ao adotar tecnologias de RV, os jogos sérios aumentam as experiências

imersivas e permitem a simulação de ambientes específicos de aprendizagem ou treinamento (CAO *et al.*, 2019), como aqueles que são muito perigosos ou caros para serem acessados no mundo físico. Conforme definido por Martirosov e Kopecek (2017), a realidade virtual é um ambiente simulado criado com tecnologia 3D que faz os usuários se sentirem em uma situação da vida real. Huang *et al.* (2010, p. 1172) citam Pan *et al.* (2006) para definir RV como “o uso de sistemas gráficos 3D em combinação com vários dispositivos de interface para fornecer o efeito de imersão em um ambiente virtual interativo”.

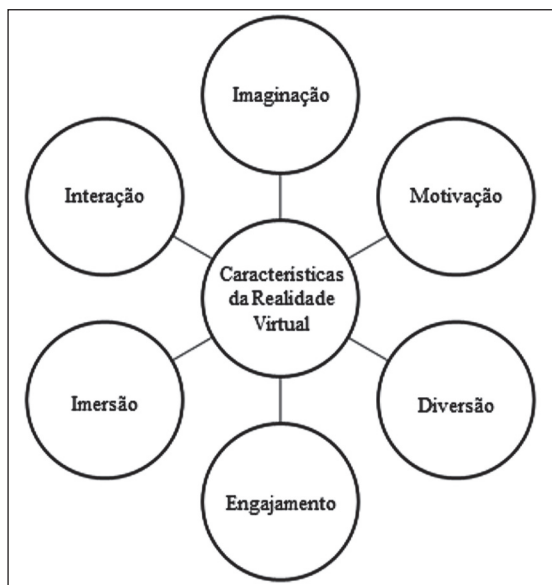
Como visto nos capítulos anteriores, a realidade virtual é uma tecnologia recente que precisa ser mais estudada e testada, mas que ganha importância e presença de forma que, em um futuro próximo, as pessoas estarão interagindo com ambientes de RV diariamente em atividades como assistir filmes, jogar *games*, ou treinar habilidades profissionais (MARTIROSOV; KOPECEK, 2017). Dentre as muitas aplicabilidades da RV, este capítulo escolheu por analisar sua utilização em contextos de aprendizagem.

Quando aplicada a contextos de aprendizagem, a RV caracteriza-se por espaços virtuais tridimensionais baseados em situações do mundo real com os quais os alunos podem interagir para desenvolver e melhorar diferentes habilidades. Para Wrzesien e Raya (2010), o ambiente de realidade virtual de aprendizagem é uma ferramenta eficaz para aumentar a satisfação e o envolvimento do aluno. Dentre todas as características das tecnologias de RV utilizadas para o ensino, aquelas mais citadas na literatura estão relacionadas à imersão, presença, interatividade, motivação, engajamento, capacidade de resolução de problemas, imaginação, diversão e cooperatividade dos alunos (ROUSSOS, 1997; SÁNCHEZ, 1997; HUANG *et al.*, 2010; WRZESIEN; RAYA, 2010; MARTIROSOV; KOPECEK, 2017; STAVROULIA *et al.*, 2019; CAO *et al.*, 2019).

Sabendo da importância de avaliar a aplicação de tecnologias de RV em ambientes de aprendizagem e não sendo capaz de encontrar na literatura um modelo de validação das características da realidade virtual que se relacionava satisfatoriamente com a análise desenvolvida, o modelo apresentado na Figura 2 foi criado. Vale ressaltar que, dentre as características mencionadas acima, o modelo só não considera a cooperatividade e a habilidade de resolver problemas, porque essas duas características dependem mais do ambiente de aprendizagem, das tarefas e do processo, do que dos próprios recursos da tecnologia de RV.



**Figura 2 – Modelo de validação das características da realidade virtual**



Fonte: Elaborado pelas autoras

Os construtos utilizados no modelo de validação das características da realidade virtual apresentado estão descritos no Quadro 2.

**Quadro 2 – Detalhamento dos construtos do modelo de validação de características da realidade virtual**

Construto	Descrição	Principais Referências
Engajamento	Este construto está associado às estratégias dos sistemas RV para manter o interesse e a satisfação dos usuários.	Cao <i>et al.</i> (2019) Stavroulia <i>et al.</i> (2019) Martirosov & Kopecek (2017) Huang <i>et al.</i> (2010) Wrzesien & Raya (2010)
Imersão	Este construto está associado à capacidade dos sistemas RV de criar uma sensação de submersão e presença no mundo virtual.	Stavroulia <i>et al.</i> (2019) Martirosov & Kopecek (2017) Huang <i>et al.</i> (2010) Roussos (1997) Sánchez (1997)
Interação	Este construto está associado a como os sistemas de RV reagem para responder às ações do usuário e quanta autonomia o usuário tem para modificar o ambiente.	Stavroulia <i>et al.</i> (2019) Martirosov & Kopecek (2017) Huang <i>et al.</i> (2010) Roussos (1997) Sánchez (1997)

continua...

continuação

Construto	Descrição	Principais Referências
Imaginação	Este construto está associado ao potencial dos sistemas de RV para acionar a capacidade mental do usuário de imaginar coisas inexistentes para lidar com situações da vida real.	Huang <i>et al.</i> (2010)
Motivação	Este construto está associado às estratégias dos sistemas RV para aumentar a motivação dos usuários.	Huang <i>et al.</i> (2010) Wrzesien & Raya (2010)
Diversão	Este construto está associado ao modo como os sistemas RV permitem que os alunos entendam os conceitos de aprendizagem de uma forma mais divertida.	Martirosov & Kopecek (2017) Huang <i>et al.</i> (2010) Wrzesien & Raya (2010)

Fonte: Elaborado pelas autoras

Pela análise do modelo acima percebe-se que por meio da utilização de tecnologias de RV adequadas é possível desenvolver ambientes de aprendizagem que melhor atendam às necessidades do usuário. Contudo, nem sempre é possível atender à todas as necessidades do usuário, sendo assim, visando compreender quais características da tecnologia influenciam a intenção do usuário de utilizar RV e gamificação aplicadas a ambientes híbridos de aprendizagem, o modelo proposto neste capítulo utilizou como base os modelos TAM e TTF abordados na seção a seguir.

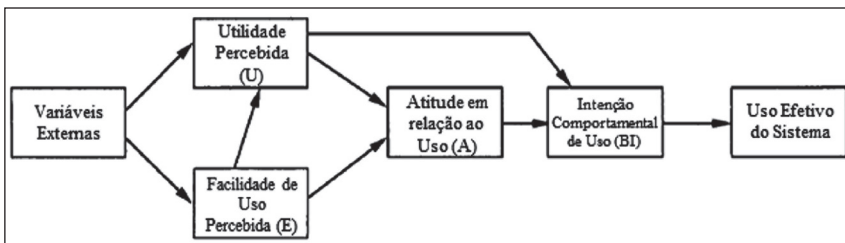
## 5. TAM e TTF

Conforme abordado nas seções anteriores, o sistema educacional está passando por um processo de mudança devido, principalmente, ao desenvolvimento tecnológico. Contudo, o sucesso da introdução de novas tecnologias no processo de aprendizagem depende da aceitação dos usuários – alunos, professores e instituições de ensino –, assim como do seu ajuste aos propósitos e necessidades desses usuários.

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model* – TAM) desenvolvido por Davis (1986) é um dos modelos mais utilizados por profissionais e pesquisadores para identificar as razões da aceitação de um determinado sistema de TI e buscar soluções corretivas. O modelo é capaz não apenas de prever, mas também de explicar os comportamentos dos usuários e, segundo (DAVIS *et al.*, 1989, p. 985), seu principal objetivo é “fornecer uma base para rastrear o impacto de fatores externos nas crenças, atitudes e intenções internas”. Conforme ilustrado na Figura 3, no TAM, o impacto das variáveis externas em duas crenças internas específicas – utilidade percebida (PU) e facilidade de

uso percebida (PEOU) – determina as atitudes dos usuários em relação ao uso (A), sua intenção comportamental de uso (BI) e o uso real de certas tecnologias da informação (DAVIS *et al.*, 1989; YEN *et al.*, 2010; PARK *et al.*, 2012; SABAH, 2016).

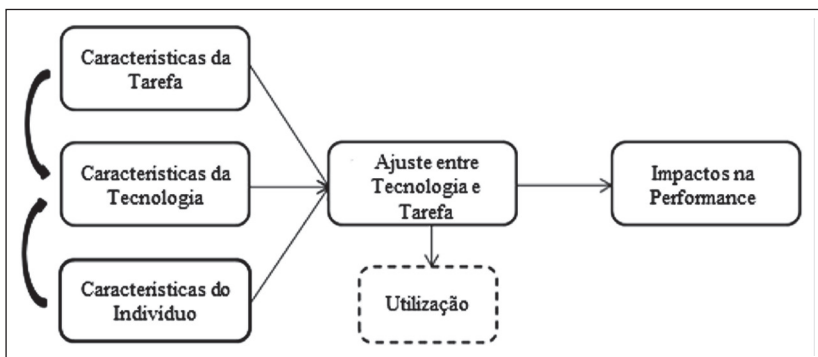
**Figura 3 – Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)**



Fonte: Traduzido de Davis *et al.* (1989).

O Modelo de Ajuste entre Tecnologia e Tarefa (*Task Technology Fit – TTF*) é um dos modelos mais utilizados por profissionais e pesquisadores para avaliar a integração entre a tecnologia e os propósitos e necessidades do usuário. Conforme definido por seus criadores, Goodhue e Thompson (1995, p. 216), o TTF avalia “o grau em que uma tecnologia auxilia um indivíduo no desempenho de seu portfólio de tarefas”. Yen *et al.* (2010) explicam que através da perspectiva do TTF, a tecnologia da informação será utilizada exclusivamente se suas funções apoiarem os usuários na realização de suas atividades. Para tanto, a TI que aplica o TTF em seu desenvolvimento deve considerar três fatores: características da tarefa, características da tecnologia e características individuais (GOODHUE, 1998). Para entender a ligação entre esses três fatores e o desempenho e utilização dos usuários, Goodhue e Thompson (1995) sugeriram o modelo de ajuste de tecnologia de tarefa mostrado na Figura 4 abaixo.

**Figura 4 – Modelo de Ajuste entre Tecnologia e Tarefa (TTF)**

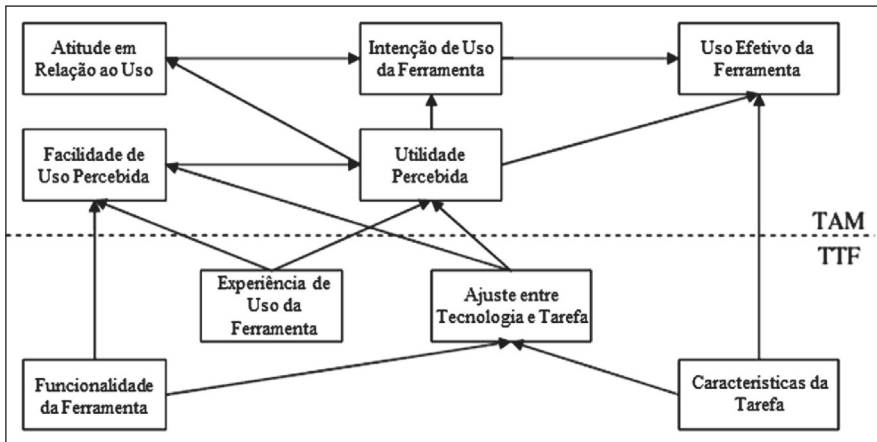


Fonte: Traduzido de Thompson (1995).

Analisando tanto o modelo de aceitação de tecnologia quanto o modelo de ajuste de tecnologia de tarefa, é possível concluir que o segundo completa o primeiro. De acordo com Wu e Chen (2017), estudos recentes mostraram que a facilidade de uso percebida e a utilidade percebida são afetadas pelo ajuste da tecnologia à tarefa. Goodhue e Thompson (1995) afirmaram que a aceitação da tecnologia pelos indivíduos está diretamente relacionada a como as funções da tecnologia correspondem às tarefas a serem realizadas.

Sendo assim, uma combinação de ambos os modelos, conforme mostrado na Figura 5, fornece uma explicação melhor para a variação na utilização de tecnologias de informação (WU; CHEN, 2017). Como esperado, no modelo integrado, o uso real de uma tecnologia depende da percepção dos usuários sobre a utilidade e facilidade de uso de TI, que são diretamente afetadas pelo ajuste entre as características da tecnologia e as características da tarefa.

**Figura 5 – Modelo Integrado de TAM e TTF**



Fonte: Traduzido de Dishaw e Strong (1999).

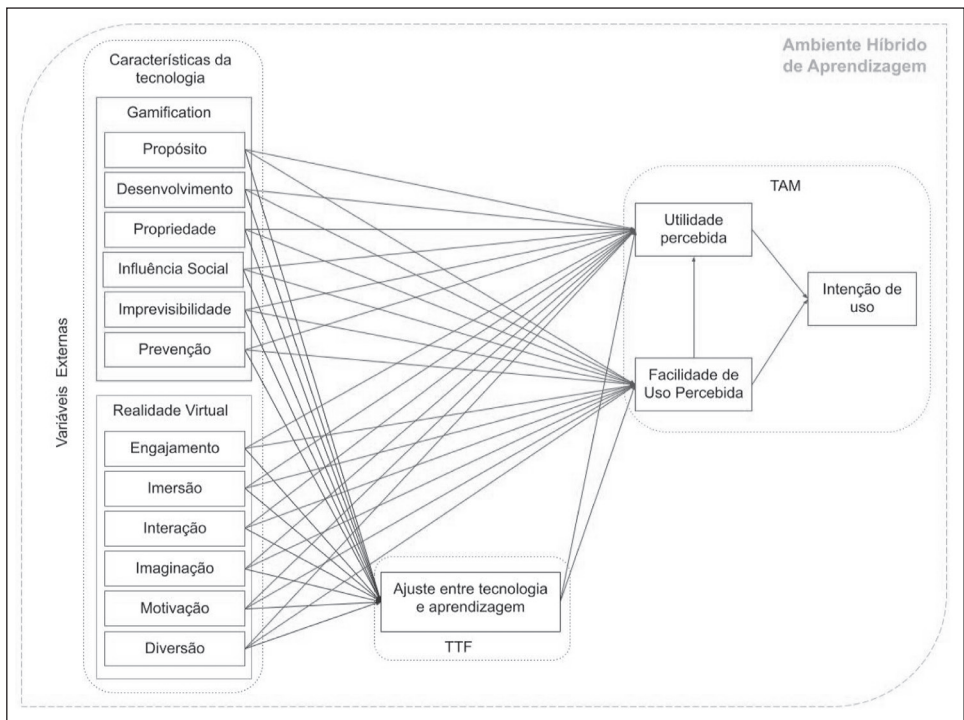
## 6. Integração entre Aprendizagem Híbrida, Gamificação, Realidade Virtual, TAM e TTF

O modelo apresentado neste capítulo visa orientar o desenvolvimento de ambientes híbridos de aprendizagem que aplicam gamificação e realidade virtual para melhor atender às necessidades e propósitos dos alunos aumentando suas chances de serem utilizados. Espera-se que, com o auxílio do modelo, professores e desenvolvedores possam compreender melhor sobre quais características da tecnologia devem ser levadas em consideração durante o projeto de um processo híbrido de aprendizagem que integra o ensino tradicional

em sala de aula com gamificação e realidade virtual. Com esse objetivo e com base em pesquisas anteriores fundamentadas na literatura, o Modelo Integrado de Aprendizagem Híbrida, Gamificação, Realidade Virtual, TAM e TTF (Figura 6) foi desenvolvido.

O modelo apresentado foi adaptado: (i) do modelo de validação das características da gamificação proposto por Brito *et al.* (2018) (Figura 1), (ii) o modelo de validação das características da realidade virtual proposto pelas autoras (Figura 2), (iii) o TAM proposto por Davis *et al.* (1989) (Figura 3), e (iv) o modelo TTF proposto por Goodhue (1998) e Goodhue e Thompson (1995) (Figura 4).

**Figura 6 – Modelo Integrado de Aprendizagem Híbrida, Gamificação, Realidade Virtual, TAM e TTF**



Fonte: Elaborado pelas autoras

O modelo apresentado na Figura 6 foi desenvolvido e validado como parte de uma dissertação de mestrado intitulada “Students’ Intention To Use Gamification And Virtual Reality In The Hybrid Learning Process: An empirical study in the training of technical professionals”. O estudo de caso desenvolvido para validação do modelo será apresentado na seção a seguir.

## 7. Estudo de caso

A validação do Modelo Integrado de Aprendizagem Híbrida, Gamificação, Realidade Virtual, TAM e TTF foi feita por meio de um estudo de caso na Companhia Energética de Minas Gerais S.A. Esse estudo de caso era parte do escopo do P&D D0595 – Desenvolvimento de uma ferramenta de gamificação, teve como objeto de estudo os alunos da UniverCemig e os funcionários/instrutores da CEMIG envolvidos em treinamentos. O objetivo foi o de analisar quais características da tecnologia influenciam a intenção dos alunos de usar gamificação e realidade virtual em processos híbridos de aprendizagem. Escolheu-se o estudo de caso como procedimento metodológico, por se tratar, segundo Yin (2001), do procedimento mais utilizado quando o pesquisador se propõe a responder questões do tipo “como” e “por que”, quando o mesmo tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

### 7.1 Coleta de Dados

Os dados analisados pelo estudo foram coletados por meio de um questionário e a coleta ocorreu em duas etapas conforme apresentado no Quadro 3 a seguir:

**Quadro 3 – Descrição da coleta de dados**

	<b>Coleta 01</b>	<b>Coleta 02</b>
<b>Público</b>	Alunos na UniverCemig	Funcionários da CEMIG
<b>Data</b>	30/10/2020	30/11/2020-04/12/2020
<b>Forma</b>	Presencial	Online
<b>Local</b>	UniverCemig	Plataforma Pesquisa Online
<b>Quantidade de Respondentes</b>	10	362

Fonte: Elaborado pelas autoras

Conforme descrito acima, o banco de dados foi formado por 372 respondentes os quais foram avaliados quanto a 61 itens referentes a 16 construtos de primeira ordem. Das 22.692 possíveis respostas relacionadas a base de dados (61 itens X 372 indivíduos) nenhuma estava em branco.

Em relação aos outliers da pesquisa feita, foram encontrados 61 (0,27%) valores fora do intervalo da escala de sua respectiva variável, ou seja, observações que foram padronizadas e estavam fora do intervalo de  $|4,00|$ . Tendo em consideração os outliers multivariados, foram identificadas 29 (7,80%) observações, uma vez que estas observações tiveram a significância da medida de  $D^2$  de Mahalanobis inferior a 0,001. Apesar disso, os outliers

univariados e multivariados encontrados não foram retirados da amostra, por acreditar que as observações sejam casos válidos da população em questão e que, caso fossem eliminadas, poderiam limitar a generalidade da análise multivariada (SHIAU *et al.*, 2019).

## 7.2 Limitações do Estudo

Uma ameaça à validade do estudo é a limitação ao acesso às pessoas para a realização da coleta de dados conforme previsto no escopo inicial. Diante da notória pandemia, declarada pela Organização Mundial da Saúde – OMS em 11 de março de 2020, bem como pelo Estado de Calamidade Pública decretado por meio do Decreto Legislativo nº 6, de 2020, em razão da covid-19, o público-alvo da pesquisa e a forma de coleta dos dados tiveram que ser adaptados.

Para atender às orientações de distanciamento social das autoridades públicas nacionais e internacionais com o objetivo de impedir a disseminação do vírus, a quantidade de turmas e o número de alunos em treinamento na Univer-Cemig foram diminuídos. Desta forma, no dia 30 de outubro de 2020, data da realização da coleta de dados, poucos alunos estavam disponíveis para realizar o teste na plataforma e responder, presencialmente, o questionário. Como o número de respondentes da pesquisa foi inferior ao necessário para a validação estatística do modelo proposto, uma nova coleta de dados foi necessária. Esta correu de forma on-line (30/11/2020-04/12/2020) e foi direcionada a todos os funcionários da CEMIG, uma vez que estes estão inseridos em um cenário de treinamento e aprimoramento contínuo e que, portanto, poderiam avaliar o uso da gamificação e da realidade virtual no seu processo de aprendizagem.

As mudanças no público-alvo e na forma de coleta de dados não prejudicaram o resultado final deste estudo que foi capaz de validar um modelo genérico que identifica quais características da tecnologia influenciam a intenção de uso da Gamificação e Realidade Virtual em processos híbridos de aprendizagem.

## 7.3 Resultados e Análise dos dados

### 7.3.1 Análise Descritiva

Na análise descritiva das variáveis categóricas foram utilizadas frequências absolutas e relativas. Conforme apresentado na Tabela 1, 100% dos indivíduos que participaram da pesquisa possuíam experiência com internet, 86,83% não possuíam experiência com gamificação e 82,80% não possuíam experiência com realidade virtual.

**Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis de caráter tecnológico**

Variáveis		N	%
Possui experiência com internet	Sim	372	100,00%
Possui experiência com gamificação	Não	323	86,83%
	Sim	49	13,17%
Possui experiência com realidade virtual	Não	308	82,80%
	Sim	64	17,20%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Na descrição do tempo de contato com a internet foram calculados média e desvio padrão e pode-se observar por meio da análise da Tabela 2 que a média do tempo de uso da internet foi 18,43 anos, sendo que, pelo menos metade dos respondentes afirmaram usar a internet há 20 anos ou menos.

**Tabela 2 – Análise descritiva da variável “Tempo que usa internet”**

Variável	N	Média	D.P.	Mín.	1º Q.	2º Q.	3º Q.	Máx.
Tempo que usa internet	372	18,43	5,78	0,00	15,00	20,00	22,00	51,00

Fonte: Elaborado pelas autoras

Na análise descritiva das variáveis categóricas “Sexo” e “Escolaridade” foram utilizadas frequências absolutas e relativas. Conforme apresentado na Tabela 3, a maioria dos respondentes (80,11%) era do sexo masculino e, conforme apresentado na Tabela 4, a maioria dos indivíduos (66,04%) possuía ensino superior completo.

**Tabela 3 – Análise descritiva das variáveis “Sexo”**

Variáveis		N	%
Sexo	Feminino	74	19,89%
	Masculino	298	80,11%

Fonte: Elaborado pelas autoras

**Tabela 4 – Análise descritiva das variáveis “Escolaridade”**

Variáveis		N	%
Escolaridade	Doutorado Completo	2	0,54%
	Ensino Fundamental Completo	1	0,27%
	Ensino Médio Completo	16	4,31%
	Ensino Médio Incompleto	1	0,27%
	Ensino Superior Completo	245	66,04%
	Ensino Superior Incompleto	24	6,47%
	Ensino Técnico Completo	26	7,01%

continua...



continuação

<b>Variáveis</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
Escolaridade	Ensino Técnico Incompleto	3	0,81%
	Mestrado Completo	16	4,31%
	Mestrado Incompleto	1	0,27%
	Pós Graduação	36	9,70%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Na análise descritiva da variável numérica “Idade” foram calculados média e desvio padrão e pode-se observar por meio da análise da Tabela 5 que a média de idade foi 39,75 anos, sendo que, pelo menos metade dos respondentes tinha 39 anos ou menos. Além disso, o valor mínimo observado foi 19 e o máximo foi de 65 anos.

**Tabela 5 – Análise descritiva da variável “Idade”**

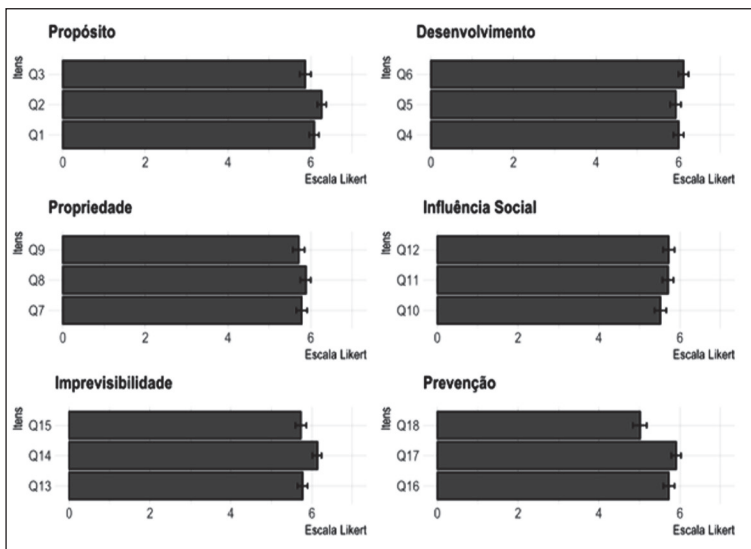
<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mín.</b>	<b>1º Q.</b>	<b>2º Q.</b>	<b>3º Q.</b>	<b>Máx.</b>
Idade	370	39,75	9,14	19,00	33,00	39,00	48,00	65,00

Fonte: Elaborado pelas autoras

Para descrever os itens dos construtos foram utilizados média, desvio padrão e o intervalo percentílico Bootstrap com 95% de confiança (TIBSHIRANI; EFRON, 1993). Cabe ressaltar que as variáveis variam de 1 (discordo totalmente) a 7 (concordo totalmente), logo, os intervalos percentílicos Bootstrap com 95% de confiança estritamente menores que 4 evidenciam discordância quanto ao item, intervalos estritamente maiores que 4 indicam concordância e intervalos que contêm o valor 4 evidenciam imparcialidade.

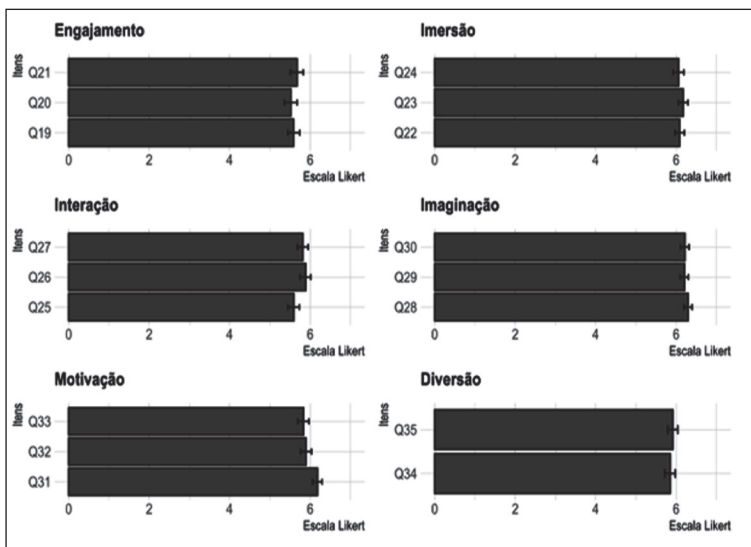
Conforme ilustrado nas Figuras 7, 8 e 9, o resultado da análise apontou que os respondentes concordaram com todos os itens dos construtos: “Gamificação”, “Realidade Virtual”, “Ajuste entre tecnologia e a aprendizagem”, “Utilidade Percebida” e “Intenção de Uso”. Contudo, com relação ao construto “Facilidade de Uso Percebida”, os respondentes concordam com a maioria dos itens, mas discordaram com os itens “Acredito ter dificuldade e pouco domínio no uso dos elementos de jogos.” e “Acredito ter dificuldade e pouco domínio no uso de ambientes de realidade virtual”.

**Figura 7 – Gráficos de barras com os intervalos de confiança para a média dos itens do construto “Gamificação”**



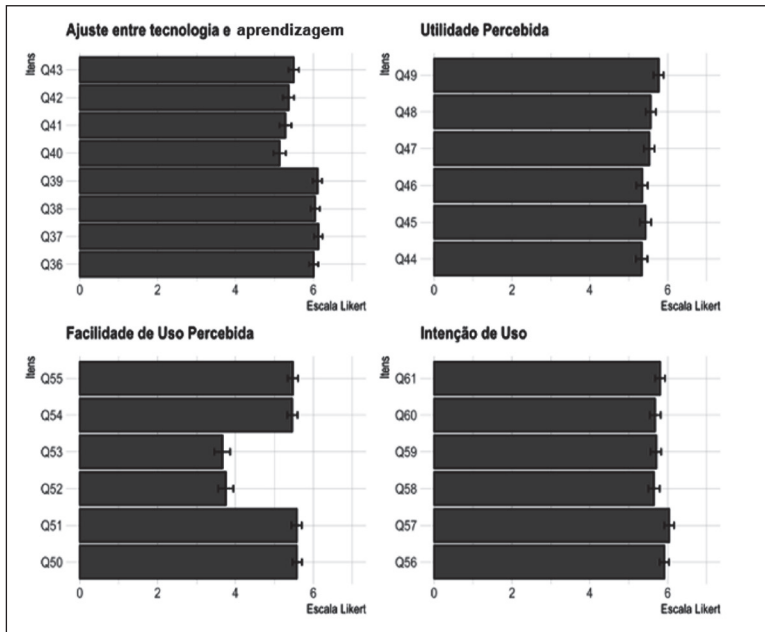
Fonte: Elaborado pelas autoras

**Figura 8 – Gráficos de barras com os intervalos de confiança para a média dos itens do construto “Realidade Virtual”**



Fonte: Elaborado pelas autoras

**Figura 9 – Gráficos de barras com os intervalos de confiança para a média dos itens dos construtos “Ajuste entre tecnologia e aprendizagem”, “Utilidade Percebida”, “Facilidade de Uso Percebida” e “Intenção de Uso”**



Fonte: Elaborado pelas autoras

### 7.3.2 Análise Fatorial

No modelo analisado, os construtos de segunda ordem “Gamificação” e “Realidade Virtual” não foram formados diretamente pelos itens (perguntas), mas por outras variáveis latentes (indicadores). Com o objetivo de validar os construtos de primeira ordem para a criação de indicadores, os escores das variáveis latentes de primeira ordem foram computados via Análise Fatorial por meio do método de extração das componentes principais (MIN-GOTI, 2007). Os resultados apontam que todos os itens apresentaram carga fatorial superior a 0,50, ou seja, contribuíram de forma relevante para a formação da variável latente, beneficiando o alcance das suposições básicas para validade e qualidade dos indicadores criados para representar o conceito de interesse.

Para analisar a qualidade e validade dos construtos de primeira ordem foram verificadas a validade convergente, a confiabilidade, a adequação da amostra e a dimensionalidade. Para verificar a validade convergente foi utilizado o critério proposto por Fornell e Larcker (1981). Para mensurar a

confiabilidade foi utilizado o Alfa de Cronbach (A.C.) e a Confiabilidade Composta (C.C.) (CHIN, 1998). Para verificar a dimensionalidade dos construtos foi utilizado o critério de Kaiser (KAISER, 1958) que retorna a quantidade de dimensões do construto. Por fim, a adequação da amostra para utilização da Análise Fatorial foi medida através do indicador KMO que indica a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as variáveis.

Os resultados da verificação das medidas de validade e qualidade dos construtos de primeira ordem relacionados à “Gamificação” estão apresentados na Tabela 6. Pela análise da Tabela 6, percebe-se que:

- Todos os construtos apresentaram validação convergente (AVE. > 0,40);
- Todos os construtos apresentaram Alfa de Cronbach (A.C.) e/ou Confiabilidade Composta (C.C.) acima de 0,60. Portanto, todos apresentaram os níveis exigidos de confiabilidade;
- Em todos os construtos o ajuste da Análise Fatorial foi adequado, uma vez que todos os KMO foram maiores que 0,50;
- Todos os construtos foram unidimensionais pelo critério de Kaiser.

**Tabela 6 – Validação dos construtos relacionados à “Gamificação”**

Construto	Itens	AVE <sup>1</sup>	A.C. <sup>2</sup>	D.G. <sup>3</sup>	KMO. <sup>4</sup>	Dim. <sup>5</sup>	
Gamificação	Propósito	3	0,79	0,86	0,86	0,71	1
	Desenvolvimento	3	0,86	0,92	0,91	0,76	1
	Propriedade	3	0,80	0,88	0,87	0,72	1
	Influência Social	3	0,80	0,87	0,87	0,71	1
	Imprevisibilidade	3	0,79	0,86	0,86	0,74	1
	Prevenção	3	0,76	0,82	0,85	0,66	1

<sup>1</sup>Variância Extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade Composta;

<sup>4</sup>Adequação da amostra; <sup>5</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A verificação das medidas de validade e qualidade dos construtos de primeira ordem relacionados à “Gamificação” também foi desenvolvida e os resultados estão apresentados na Tabela 7. Pela análise da Tabela 7, percebe-se que:

- Todos os construtos apresentaram validação convergente (AVE. > 0,40);
- Todos os construtos apresentaram Alfa de Cronbach (A.C.) e/ou Confiabilidade Composta (C.C.) acima de 0,60. Portanto, todos apresentaram os níveis exigidos de confiabilidade.
- Em todos os construtos o ajuste da Análise Fatorial foi adequado, uma vez que todos os KMO foram maiores ou iguais a 0,50;
- Todos os construtos foram unidimensionais pelo critério de Kaiser.

**Tabela 7 – Validação dos construtos relacionados à “Realidade Virtual”**

Construto	Itens	AVE <sup>1</sup>	A.C. <sup>2</sup>	D.G. <sup>3</sup>	KMO. <sup>4</sup>	Dim. <sup>5</sup>	
Realidade Virtual	Engajamento	3	0,87	0,93	0,92	0,76	1
	Imersão	3	0,90	0,95	0,94	0,75	1
	Interação	3	0,83	0,90	0,89	0,73	1
	Imaginação	3	0,87	0,93	0,92	0,76	1
	Motivação	3	0,86	0,92	0,91	0,72	1
	Diversão	2	0,93	0,93	0,94	0,50	1

<sup>1</sup>Variância Extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade Composta;  
<sup>4</sup>Adequação da amostra; <sup>5</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras

### 7.3.3 Modelo de Mensuração

O modelo apresentado e avaliado neste capítulo classifica-se como Modelo de Mensuração uma vez que representa a teoria que mostra como as variáveis medidas juntam-se para representar os construtos. Na análise do modelo de mensuração são verificadas a validade discriminante (critério de Barclay), a validade convergente (critério de Fornell e Larcker), a confiabilidade (A.C. e C.C) e a dimensionalidade (critério de Kaiser) dos construtos. A dimensionalidade verifica se os construtos são unidimensionais, ou seja, se eles estão fortemente associados um com o outro e representam um único conceito. A validade discriminante verifica se os construtos medem efetivamente diferentes aspectos do fenômeno de interesse. A validade convergente garante que os indicadores de um construto estejam correlacionados o suficiente para medir o conceito latente. A confiabilidade, por sua vez, revela a consistência das medidas em mensurar o conceito que pretendem medir.

Os resultados da análise do modelo final apresentados da Tabela 8 demonstram que:

- Todos os itens apresentaram carga fatorial superior a 0,50;
- Pelo critério de Barclay houve validação discriminante em todos os itens dos construtos analisados, visto que a carga fatorial cruzada máxima em cada item foi inferior à carga fatorial do mesmo;
- Houve validação convergente em todos os construtos, uma vez que as AVE's foram superiores a 0,40;
- Em todos os construtos os índices de confiabilidade A.C. e/ou C.C. foram superiores a 0,60, evidenciando assim a confiabilidade deles;
- De acordo com o critério utilizado todos os construtos foram considerados unidimensionais.

**Tabela 8 – Validação do modelo de mensuração**

<b>Construto</b>	<b>Itens</b>	<b>AVE<sup>1</sup></b>	<b>A.C. <sup>2</sup></b>	<b>C.C. <sup>3</sup></b>	<b>Dim. <sup>4</sup></b>
Gamificação	6	0,78	0,94	0,96	1
Realidade Virtual	6	0,76	0,94	0,95	1
Ajuste entre tecnologia e aprendizagem	8	0,69	0,94	0,95	1
Utilidade Percebida	6	0,84	0,96	0,97	1
Facilidade de Uso Percebida	4	0,79	0,91	0,94	1
Intenção de Uso	6	0,81	0,95	0,96	1

<sup>1</sup>Variância média extraída; <sup>2</sup>Alfa de Cronbach; <sup>3</sup>Confiabilidade composta; <sup>4</sup>Dimensionalidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras

## 8. Conclusão

O contexto educacional está passando por um processo de mudanças proporcionado, principalmente, pelos avanços tecnológicos. Muitos professores e instituições de ensino estão procurando se adaptar a este contexto tecnológico por meio do desenvolvimento de processos híbridos de aprendizagem que permitem a introdução de tecnologias no ambiente tradicional de ensino presencial. Dentre as muitas tecnologias utilizadas nos processos de aprendizagem, duas têm se destacado: a Gamificação e a Realidade Virtual com crescente presença em sistemas híbridos de aprendizagem. Essas tecnologias auxiliam no desenvolvimento de processos de aprendizagem mais efetivos que visam, sobretudo: (i) aumentar a motivação e o envolvimento dos alunos; (ii) desenvolver o senso de autonomia, poder e satisfação pessoal; (iii) reforçar o domínio de habilidades e o desenvolvimento de habilidades cognitivas; (iv) acomodar aprendizagem de múltiplos estilos e habilidades; (v) aumentar a capacidade de resolução de problemas; e (vi) desenvolver contextos interativos e divertidos para a tomada de decisão.

Apesar dos benefícios resultantes do uso de tecnologias em processos de aprendizagem, o sucesso desses processos depende de como as tecnologias são escolhidas e como elas correspondem ao conteúdo do curso e aos estilos de aprendizagem dos alunos. Visando auxiliar professores, instituições de ensino e designers de softwares educativos que objetivam utilizar a Gamificação e a Realidade Virtual em processos de aprendizagem, o modelo apresentado neste capítulo foi desenvolvido e validado. Por meio da análise dos resultados apresentados, pode-se concluir que a aceitabilidade e a utilização desses processos por parte do usuário leva em consideração seis características da gamificação (propósito, desenvolvimento, propriedade, imprevisibilidade, influência social e prevenção) e seis características da realidade virtual (engajamento, imersão, interação, imaginação, motivação e diversão).

Os resultados apresentados ainda corroboram com os resultados de outros autores no que tange a validação dos itens do construto “Ajuste entre Tecnologia e Aprendizagem” e do construto “Utilidade Percebida”. A análise comprova que a tecnologia deve estar relacionada às características do usuário e da tarefa de aprendizagem para despertar a intenção de uso e que, quanto maior a personalização e a conexão entre a tecnologia e a aprendizagem, maior a motivação do aluno em usar essa tecnologia. Desta forma, quanto mais características da tecnologia forem levadas em consideração na hora do design do ambiente híbrido de aprendizagem, quanto melhor essas características se relacionarem com o processo de aprendizagem e o perfil dos alunos alvo desse processo, melhor será a percepção desse aluno quanto à utilidade do processo e daí sua intenção de tornar-se um usuário.

Apesar dos contratempos e adaptações, o Estudo de Caso desenvolvido foi bem sucedido no seu objetivo de auxiliar na validação do modelo apresentado para o contexto do P&D D0595 – Desenvolvimento áctioânciaológicaçãoétrico. Espera-se que novos estudos de caso sejam feitos com o intuito de validar o modelo para outros contextos. Contudo, de uma forma geral, acredita-se que o modelo apresentado serve como um bom guia para profissionais que desejam analisar quais características da tecnologia influenciam a intenção dos alunos de usar gamificação e realidade virtual em processos híbridos de aprendizagem.

---

## REFERÊNCIAS

BAZELAIS, P.; DOLECK, T.; LEMAY, D. J. Investigating the predictive power of TAM: A case study of CEGEP students' intentions to use online learning technologies. **Education and Information Technologies**, v. 23, n. 1, p. 93-111, 2018.

BRITO, R. D. S.; PINOCHET, L. H. C.; LOPES, E. L.; de OLIVEIRA, M. A. Development of a gamification characteristics measurement scale for mobile application users. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais (Inter-next)**, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2018.

CAO, L.; PENG, C.; HANSBERGER, J. T. Usability and Engagement Study for a Serious Virtual Reality Game of Lunar Exploration Missions. **Informatics**, v. 6, n. 4, p. 2-16, 2019.

CHEN, B. H.; CHIOU, H. H. Learning style, sense of community and learning effectiveness in hybrid learning environment. **Interactive Learning Environments**, v. 22, n. 4, p. 485-496, 2014.

CHIN, W. W. The partial least squares approach to structural equation modeling. **Modern methods for business research**, v. 295, n. 2, p. 295-336, 1998.

CHOU, S. W.; LIU, C. H. Learning effectiveness in a Web-based virtual learning environment: a learner control perspective. **Journal of computer assisted learning**, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2005.

DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. **Management science**, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In: 15TH INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS*. p. 9-15, Tampere, Finland, ACM. **Proceedings** [...]. 2011, September.

DICHEV, C.; DICHEVA, D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 14, n. 9, 2017.



DICHEVA, D.; DICHEV, C.; AGRE, G.; ANGELOVA, G. Gamification in education: A systematic mapping study. **Journal of Educational Technology; Society**, v. 18, n. 3, 2015.

FORNELL, C.; LARCKER, D. F. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. **Journal of marketing research**, v. 18, n. 1, p. 39-50, 1981.

FREITAS, S. A. A.; LACERDA, A. R.; CALADO, P. M.; LIMA, T. S.; CANEDO, E. D. Gamification in education: A methodology to identify student's profile. *In: 2017 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE)*. p. 1-8. IEEE. **Proceedings** [...]. 2017, October

GOODHUE, D. L. Development and measurement validity of a task-technology fit instrument for user evaluations of information system. **Decision sciences**, v. 29, n. 1, p. 105-138, 1998.

GOODHUE, D. L.; THOMPSON, R. L. Task-technology fit and individual performance. **MIS quarterly**, p. 213-236, 1995.

HUANG, H. M.; RAUCH, U.; LIAW, S. S. Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. **Computers; Education**, v. 55, n. 3, p. 1171-1182, 2010.

IBÁÑEZ, M. B.; MAROTO, D.; RUEDA, J. J. G.; LEONY, D.; KLOOS, C. D. Architecture for Collaborative Learning Activities in Hybrid Learning Environments. **Journal of Universal Computer Science**, v. 18, n. 15, p. 2187-2202, 2012.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958.

MARTIROSOV, S.; KOPECEK, P. Virtual Reality and its Influence on Training and Education – Literature Review. *In: 28TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM*. p. 0708-0717), B. Katalinic (ed.). Vienna, Austria, DAAAM International, 2017. **Proceedings** [...]. Vienna, Austria, 2017.

MARTYN, M. The hybrid online model: good practice. **Educause Quarterly**, v. 26, n. 1, p. 18-23, 2003.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada. *In: Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. p. 295-295.

OLAPIRIYAKUL, K.; SCHER, J. M. A guide to establishing hybrid learning courses: Employing information technology to create a new learning experience; a case study. **The Internet and Higher Education**, v. 9, n. 4, p. 287-301, 2006.

PARK, Y.; SON, H.; KIM, C. Investigating the determinants of construction professionals' acceptance of web-based training: An extension of the technology acceptance model. **Automation in construction**, v. 22, p. 377-386, 2012.

ROUSSOS, M. **Issues in the design and evaluation of a virtual reality learning environment** (Master's thesis) – University of Illinois, Chicago, 1997.

ROVAI, A. P.; JORDAN, H. M. Blended learning and sense of Community: a comparative analysis with traditional and fully online graduate courses. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 5, n. 2, 2004.

SABAH, N. M. Exploring students' awareness and perceptions: Influencing factors and individual differences driving m-learning adoption. **Computers in Human Behavior**, v. 65, p. 522-533, 2016.

SÁNCHEZ, J.; LUMBRERAS, M.; SILVA, J. Virtual reality and learning: trends and issues. *In: 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY AND EDUCATION*. p. 10-13. Oslo, Norway. 1997, August. **Proceedings** [...]. Oslo, Norway, 1997.

SHIAU, W. L.; SARSTEDT, M.; HAIR, J. F. Internet research using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). **Internet Research**, 2019.

STAVROULIA, K. E.; CHRISTOFI, M.; ZARRAONANDIA, T.; MICHAEL-GRIGORIOU, D.; LANITIS, A. Virtual Reality Environments (VREs) for Training and Learning. *In: DÍAZ, P. et al. (ed.). Learning in a Digital World*. Singapore: Springer, 2019. p. 195-211.

TIBSHIRANI, R. J.; EFRON, B. An introduction to the bootstrap. **Mono-graphs on statistics and applied probability**, v. 57, p. 1-436, 1993.

VERNADAKIS, N.; ANTONIOU, P.; GIANNOUSI, M.; ZETOU, E.; KIOU-MOURTZOGLOU, E. Comparing hybrid learning with traditional approaches on learning the Microsoft Office Power Point 2003 program in tertiary education. **Computers; Education**, v. 56, n. 1, p. 188-199, 2011.

WRZESIEN, M.; RAYA, M. A. Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. **Computers; Education**, v. 55, n. 1, p. 178-187, 2010.

WU, B.; CHEN, X. Continuance intention to use MOOCs: Integrating the technology acceptance model (TAM) and task technology fit (TTF) model. **Computers in Human Behavior**, v. 67, p. 221-232, 2017.

YEN, D. C.; WU, C. S.; CHENG, F. F.; HUANG, Y. W. Determinants of users' intention to adopt wireless technology: An empirical study by integrating TTF with TAM. **Computers in Human Behavior**, v. 26, n. 5, p. 906-915, 2010.

ZITTER, I.; HOEVE, A. Hybrid learning environments: Merging Learning and Work Processes to Facilitate Knowledge Integration and Transitions. **Organization for Economic Co-operation and Development, Education Working Papers**, n. 81, 2012.



# CONCLUSÃO

*Marta Macedo Kerr Pinheiro  
Fernando Silva Parreiras  
Anderson Rodrigues*

---

Este livro apresentou uma abordagem inovadora para o setor elétrico com potencial de aferir os seguintes benefícios:

- Reforço do Compromisso com a Sustentabilidade por meio de Indicadores e metodologia de gestão dos indicadores de ativos intangíveis (Integrated Reporting, DJSI);
- Análise do Retorno sobre o investimento em treinamento e desenvolvimento;
- Estímulo à inovação e criatividade na avaliação de desempenho em treinamento;
- Valorização da padronização para preservação do conhecimento;

O potencial de adoção e utilização dos resultados apresentados no livro e a extensão do campo de ação em que a metodologia e o software são aplicáveis podem ser transferidos para empresas parceiras da CEMIG. A metodologia utilizada e os produtos gerados, além do impacto, imediato para trabalhadores da CEMIG, podem ser estendidos para outras empresas do setor elétrico. Neste sentido, o potencial de abrangência do resultado é nacional. Ainda, os resultados podem ser utilizados pelos sindicatos ou ABRADDEE para melhoria nacional na qualidade da mão-de-obra eletricitária. Além disso, a metodologia apresentada atende todos os segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização.

O projeto de P&D que resultou neste livro teve como ponto central o capital humano. Assim, o aumento da satisfação e nível de conhecimento, além da alocação adequada da mão-de-obra, implicam no aumento no desempenho dos profissionais da empresa. Neste sentido, a melhoria e aumento da produtividade dos profissionais é um ponto que merece destaque em decorrência das mudanças dos processos administrativos.

O Sistema desenvolvido tem potencial de gerar oportunidades de melhorias em processo (redução de custos com treinamento), e melhoria na qualidade do treinamento, aumentando a produtividade. Estas melhorias, geralmente possuem impacto nos indicadores operacionais que compõem o EBTIDA, resultando em aumento do Retorno sobre Ativos (RoA).



# ÍNDICE REMISSIVO

## A

Abordagem 10, 18, 22, 28, 33, 36, 47, 72, 75, 79, 81, 85, 114, 124, 211, 222, 224, 225, 226, 227, 244, 245, 249, 250, 290, 293

Ambientes de realidade virtual 111, 112, 124, 129, 135, 138, 143, 205, 206, 219, 220, 282

Análise de dados 21, 51, 80, 82, 86, 123, 124, 126, 134, 143, 219, 222, 290

Aplicação 9, 19, 24, 30, 35, 39, 46, 48, 55, 56, 58, 61, 63, 72, 75, 86, 99, 100, 102, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 123, 127, 136, 143, 161, 184, 188, 189, 219, 223, 242, 245, 260, 261, 265, 272

Aprendizado 3, 4, 9, 15, 17, 20, 22, 23, 33, 57, 58, 60, 61, 62, 72, 74, 75, 77, 78, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 100, 123, 124, 126, 127, 131, 133, 137, 139, 140, 188, 189, 201, 202, 205, 206, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 233, 235, 244, 245, 246, 249, 255, 256, 257, 260, 261, 262, 267, 272

Aprendizagem adaptativa 10, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 187, 188

Aspectos 33, 35, 37, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 72, 80, 82, 84, 85, 100, 101, 111, 116, 150, 153, 154, 160, 161, 202, 212, 220, 226, 243, 245, 268, 285, 303

Atividades 24, 32, 36, 40, 44, 47, 57, 60, 63, 64, 66, 68, 72, 74, 76, 78, 79, 80, 84, 98, 109, 123, 124, 129, 130, 133, 140, 141, 142, 154, 156, 173, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 188, 190, 223, 224, 225, 226, 227, 243, 244, 245, 247, 249, 250, 251, 254, 255, 261, 271, 272, 275

Avaliação 5, 9, 10, 15, 24, 30, 31, 50, 51, 52, 53, 58, 63, 68, 73, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 104, 111, 124, 127, 129, 134, 138, 139, 141, 142, 147, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 167, 168, 169, 177, 189, 201, 211, 249, 293

## B

Bastão de manobra 64, 65, 66, 67

## C

Canvas 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 305

Características 21, 39, 49, 72, 77, 84, 126, 136, 137, 202, 218, 219, 223, 225, 233, 241, 242, 251, 252, 255, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 287, 288

Cemig 9, 10, 58, 61, 62, 68, 89, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 189, 194, 202, 203, 204, 218, 219, 220, 278, 279, 293, 305, 306

Certificação de competências 157, 166, 167, 169

Certificação de pessoas 153, 157, 159, 161, 166, 167, 168

Ciência da informação 26, 27, 36, 55, 56, 262, 304, 305, 306, 307

Coleta de dados 131, 138, 140, 141, 142, 202, 203, 204, 224, 226, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 261, 262, 278, 279

Competências profissionais 9, 10, 157, 163, 167, 168, 169

Conhecimento tácito 10, 13, 18, 19, 20, 21, 24, 32, 33, 34, 35, 38, 42, 43, 44, 46, 51, 74, 75, 89, 131, 188, 196

Conjunto de dados 76, 188, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 241, 243, 250, 251, 254, 256, 257, 259, 261, 262

Criação do conhecimento 20, 21, 33, 36, 43

Cursos 35, 61, 73, 75, 76, 81, 83, 84, 86, 89, 131, 139, 151, 152, 164, 165, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 188, 269, 307, 308

## D

Dados 4, 10, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 32, 51, 63, 73, 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 102, 115, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 154, 187, 188, 189, 202, 203, 204, 208, 211, 215, 219, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 262, 278, 279, 284, 290, 303

Desempenho 9, 10, 68, 77, 79, 80, 85, 86, 87, 88, 125, 131, 134, 135, 137, 139, 140, 150, 153, 154, 162, 224, 243, 244, 256, 257, 275, 276, 293

Desenvolvimento 9, 10, 24, 33, 47, 51, 52, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 78, 81, 85, 86, 88, 89, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 117, 123, 125, 126, 129, 131, 133, 134, 135, 139, 141, 142, 143, 149, 158, 159, 163, 166, 168, 188, 189, 201, 207, 208, 209, 212, 219, 223, 225, 246, 251, 255, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 276, 284, 286, 287, 293, 303, 304, 305, 306, 307, 308



Design 29, 30, 50, 51, 54, 55, 56, 102, 109, 111, 112, 119, 120, 123, 131, 132, 133, 134, 141, 144, 145, 146, 148, 202, 219, 221, 266, 268, 269, 287, 289, 290, 303, 305, 306

## **E**

Educação 4, 10, 82, 87, 88, 91, 92, 109, 123, 124, 127, 130, 132, 133, 137, 139, 140, 144, 149, 150, 151, 152, 156, 162, 164, 165, 169, 201, 202, 267, 269, 304, 306

Efeito positivo 217, 219, 220

Elementos de jogos 133, 205, 206, 220, 270, 271, 282

Espiral do conhecimento 33, 34, 35, 36, 39, 43, 46, 49

Estudo de caso 26, 187, 188, 189, 190, 191, 199, 201, 202, 203, 218, 220, 221, 268, 278, 287

Experiência 10, 15, 18, 21, 24, 35, 39, 51, 57, 58, 60, 68, 71, 72, 77, 79, 98, 100, 101, 102, 106, 108, 113, 114, 116, 117, 137, 139, 150, 153, 162, 189, 201, 204, 218, 219, 220, 229, 245, 268, 280, 303, 304, 305, 306, 307

## **F**

Facilidade de uso 206, 208, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 275, 276, 282, 283, 286

Ferramentas 29, 32, 33, 38, 41, 45, 49, 51, 58, 61, 64, 74, 79, 83, 85, 89, 98, 100, 104, 106, 107, 108, 109, 117, 118, 123, 124, 131, 132, 133, 137, 138, 189, 196, 198, 201, 202, 267, 269

Formação 3, 4, 9, 10, 24, 57, 71, 73, 75, 76, 80, 81, 82, 84, 87, 89, 90, 110, 150, 151, 153, 157, 158, 162, 166, 169, 187, 188, 202, 208, 212, 247, 267, 283, 304

Função de ativação 234, 235, 238, 242, 258, 260, 261

Funcionários da cemig 202, 203, 204, 218, 219, 278, 279

## **G**

Gamificação 3, 4, 9, 10, 51, 57, 58, 59, 61, 68, 69, 77, 88, 132, 189, 190, 191, 199, 201, 202, 204, 205, 207, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 286, 287, 288, 306

Gestão de processos 27, 34, 48, 49, 51, 52, 303, 305, 306

Gestão do conhecimento 4, 10, 13, 19, 24, 25, 27, 32, 36, 55, 304, 305, 306, 307

**H**

Human activity recognition 262, 263, 264, 265, 266, 267

**I**

Implementação 23, 27, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 99, 102, 240, 244, 245, 249, 254, 305, 306

Informações 17, 22, 23, 24, 29, 41, 45, 47, 63, 67, 68, 71, 72, 74, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 100, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 142, 143, 154, 165, 173, 174, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 189, 223, 225, 226, 227, 233, 236, 237, 238, 240, 241, 245, 248, 251, 255, 257

Instituições de ensino 109, 123, 124, 126, 127, 135, 138, 139, 140, 141, 143, 202, 268, 274, 286, 305

Intenção de uso 201, 204, 219, 220, 221, 279, 281, 283, 286, 287

Interação 9, 10, 19, 33, 35, 43, 47, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 97, 99, 100, 101, 103, 106, 107, 108, 114, 115, 116, 124, 131, 134, 136, 137, 139, 143, 187, 201, 205, 207, 210, 211, 213, 218, 268, 273, 285, 287

Intervalos de confiança 205, 206, 283

**J**

Janela de tempo 224, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Jogos 57, 58, 68, 72, 102, 105, 108, 111, 132, 133, 134, 135, 147, 201, 202, 205, 206, 220, 224, 268, 269, 270, 271, 272, 282, 303, 306, 307, 308

**L**

Learning analytics 9, 10, 72, 73, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 179, 187, 188, 306

**M**

Modelo de aprendizagem 72, 73, 76, 84, 89, 90, 188

Modelo de mensuração 211, 212, 214, 215, 285, 286

Modelo de validação 270, 271, 272, 273, 274, 277

Modelos 13, 18, 19, 23, 24, 28, 30, 32, 33, 35, 43, 48, 49, 50, 52, 55, 65, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, 83, 85, 87, 92, 98, 104, 106, 113, 118, 123, 124, 129, 130, 137, 163, 187, 211, 224, 228, 229, 232, 233, 235, 249, 251, 260, 261, 262, 274, 275, 276

Motivação 57, 58, 68, 79, 80, 84, 100, 110, 123, 129, 132, 133, 135, 137, 143, 188, 205, 207, 210, 211, 213, 218, 219, 268, 270, 272, 274, 285, 286, 287

Mudanças 13, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 28, 33, 42, 47, 74, 75, 85, 123, 124, 132, 133, 134, 166, 201, 202, 204, 218, 229, 267, 268, 279, 286, 293

## O

Objetivo 10, 21, 24, 27, 30, 33, 39, 40, 42, 48, 49, 52, 57, 58, 62, 63, 72, 74, 76, 87, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 109, 110, 129, 130, 138, 142, 165, 188, 201, 203, 208, 210, 211, 221, 224, 225, 227, 229, 230, 238, 241, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 251, 252, 254, 255, 257, 259, 261, 274, 277, 278, 279, 283, 287

Organização do conhecimento 15, 16, 17, 18, 23, 25, 54

## P

Pesquisa 9, 15, 33, 34, 41, 48, 52, 54, 80, 85, 86, 109, 117, 118, 131, 132, 134, 138, 203, 204, 223, 224, 225, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 254, 261, 262, 263, 264, 265, 278, 279, 280, 304, 305, 307

Plataforma de aprendizagem 76, 79, 80, 81, 90, 173, 188

Pontos de referência 223, 224, 228, 248, 251, 252

Processos de aprendizagem 13, 41, 80, 126, 133, 138, 143, 204, 220, 221, 286

Processos de negócios 27, 34, 41, 48, 49, 51, 52, 305

Projetos 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 45, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 74, 77, 105, 107, 108, 112, 168, 188, 303, 304, 305, 306, 307

Proteção de dados 124, 139, 140, 141, 142, 143

## R

Realidade virtual 4, 9, 10, 62, 73, 74, 76, 80, 83, 88, 89, 90, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 124, 130, 135, 136, 137, 138, 143, 144, 146, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 199, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 267, 268, 269, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 304, 306

Reconhecimento de atividades 223, 224, 226, 243, 244, 245, 249, 261

Recursos 18, 23, 24, 25, 29, 37, 39, 43, 72, 74, 76, 77, 78, 80, 81, 85, 88, 126, 130, 132, 136, 150, 154, 160, 194, 201, 224, 260, 267, 269, 273, 307, 308

Requisitos 51, 54, 81, 84, 99, 117, 124, 139, 141, 142, 151, 155, 157, 159, 160, 161, 167, 269, 303

Resultados 19, 23, 24, 27, 31, 38, 39, 42, 43, 48, 49, 50, 52, 53, 57, 59, 60, 63, 72, 74, 75, 77, 80, 81, 82, 83, 99, 109, 111, 118, 125, 126, 129, 134, 135, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 149, 161, 166, 178, 181, 183, 188, 189, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 215, 217, 224, 244, 245, 249, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 267, 268, 279, 283, 284, 285, 286, 287, 293

## S

Sala de aula 89, 127, 130, 139, 201, 218, 267, 268, 277

Simulação 10, 62, 64, 65, 71, 74, 83, 90, 97, 98, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 116, 117, 119, 135, 189, 190, 192, 193, 272, 304

Sistemas de aprendizagem 71, 72, 75, 80, 82, 84, 86, 87, 90

Sistemas de informação 23, 56, 140, 304, 305, 306, 307

## T

Técnicas de aprendizado 223, 226, 228, 244, 245, 249, 261

Tecnologia 13, 15, 27, 29, 30, 35, 54, 62, 69, 74, 79, 82, 85, 86, 91, 97, 98, 100, 102, 104, 105, 109, 110, 111, 112, 113, 124, 127, 131, 132, 136, 137, 144, 146, 162, 166, 188, 201, 202, 206, 207, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 223, 228, 235, 267, 268, 269, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 286, 287, 288, 304, 305, 306

Tempo 9, 20, 23, 47, 60, 62, 63, 65, 68, 71, 72, 74, 76, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 99, 101, 107, 111, 115, 117, 125, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 149, 164, 189, 204, 218, 220, 224, 227, 233, 237, 238, 241, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 280

Tomada de decisão 13, 15, 16, 17, 51, 83, 85, 111, 124, 125, 132, 135, 143, 234, 245, 286

Trabalho 9, 22, 23, 29, 32, 37, 45, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 85, 86, 104, 109, 112, 113, 117, 134, 141, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 167, 168, 169, 195, 224, 225, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251, 253, 254, 255, 256, 257, 261, 264, 307

Treinamento 9, 10, 33, 43, 58, 61, 62, 64, 66, 68, 73, 74, 78, 83, 84, 88, 89, 100, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 133, 136, 137, 140, 144, 149, 158, 160, 166, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 201, 203, 204, 218, 219, 224, 225, 229, 231, 238, 244, 248, 249, 251, 254, 258, 259, 261, 272, 279, 293, 303

## U

Usuários 29, 36, 37, 57, 58, 61, 64, 65, 67, 71, 74, 80, 99, 100, 102, 103, 104, 109, 115, 117, 118, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 134, 137, 142, 143, 174, 176, 177, 181, 188, 202, 262, 268, 270, 272, 273, 274, 275, 276

Utilidade percebida 206, 208, 213, 215, 216, 217, 219, 220, 275, 276, 281, 283, 286, 287

Utilização 9, 19, 21, 22, 33, 41, 42, 44, 45, 46, 49, 52, 58, 76, 78, 99, 100, 102, 103, 104, 107, 112, 118, 137, 138, 189, 191, 194, 196, 202, 218, 225, 228, 241, 245, 267, 272, 274, 276, 284, 286, 293

## V

Valor 9, 18, 21, 22, 24, 28, 32, 35, 36, 45, 48, 74, 113, 205, 215, 216, 234, 235, 237, 240, 242, 245, 250, 252, 255, 256, 258, 259, 260, 281

Virtual reality 92, 107, 119, 120, 121, 146, 147, 148, 221, 278, 288, 289, 290



# SOBRE OS AUTORES

## **Anderson Rodrigues**

Doutorando em sistemas de informação e Gestão do conhecimento, mestre em Administração na área de Inovação e dinâmica organizacional e graduado em Engenharia Elétrica. Funcionário da CEMIG com 30 anos de experiência no Setor Elétrico, consultor em Engenharia elétrica, segurança do trabalho e professor de pós-graduação.

## **Christopher Conrado Chelis**

No ramo de ilustração há 9 anos, é responsável pelo desenvolvimento 2D de aplicativos, jogos e treinamentos pela Gaz Games há 7 anos, assim como redator, revisor e gerente há 4 anos. Seu portfólio é repleto de cases de Realidade Aumentada e Virtual, jogos para o público amplo e corporativos, treinamentos e simulações, desenvolvimento de personagens e mais. Cursou a graduação de Jogos Digitais da PUC Minas e está cursando a graduação tecnológica em Design Gráfico da Anhembi Morumbi. Sua carreira é dedicada a reproduzir no mundo suas ideias de forma criativa e ilustrativa, trazendo um pouco de cor e graça para os vários aspectos de sua vida e a quem tange.

## **Diego Renner de Souza Viana**

Graduado em Ciências Econômicas pela UNA, possui MBA em Gerenciamento de Projetos pela PUC-Minas e é mestrando em Engenharia e Gestão de Processos e Sistemas pelo IETEC. Possui mais de 8 anos de experiência na área de dados, atualmente faz gestão de projetos e desenvolvimento de Business Intelligence/Data Analytics. Passou por diversos setores da economia como Construção Civil, Manufatura, Setor Energético, Serviços Financeiros e E-commerce.

## **Diovani Luiz Merlo**

Graduado em Ciência da Computação pela UNIBH e Pós-graduado em Estratégias em Arquiteturas de Sistema pela PUC Minas. É mestrando em Engenharia, Processos e Sistemas pelo IETEC. Atua como professor das disciplinas de Arquiteturas Orientadas a Serviços (SOA), Arquitetura de Integrações, Requisitos Arquiteturais no IGTI. Atuou como coordenador do curso de MBA em Aplicações Blockchain no IGTI, onde também leciona as disciplinas Fundamentos em Blockchain, Blockchain para a Indústria e Consórcios de Blockchains Privadas. Ministra disciplinas de tecnologias de gerenciamento de processos de negócio (BPM), simulação e modelagem com BPMN no IBMEC e PUC Minas. Possui certificação CBPP (2011BR00131) e participou da tradução do

CBOK versão 3.0. Possui vários anos de atuação em diversos segmentos de TI e contextos de e negócios como área bancária, energia, saúde, transporte, segurança, dentre outras. Atualmente é Gerente de Fábrica de Software na Montreal. Assumiu diversos cargos como Analista de Processos, Arquiteto de Sistemas, Analista de Sistemas, Desenvolvedor JAVA/.NET. É um entusiasta sobre transformação digital e indústria 4.0 (Blockchain, Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Drones, RPA, Realidade Virtual/Aumentada/Mista, Impressoras 3D e assuntos ligados a inovações tecnológicas).

### **Eric de Paula Ferreira**

Bacharel em Sistemas de Informação pela FAI – Centro de Ensino Superior em Gestão, Tecnologia e Educação, pós-graduado em Gestão de TI pelo IETEC – Instituto de Educação Tecnológica, MBA em Administração de Projetos com Ênfase em TI pelo IETEC – Instituto de Educação Tecnológica, Mestre em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento pela Universidade FUMEC e Doutorado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento pela Universidade FUMEC. Possui mais de dez anos de experiência na área de desenvolvimento de software, profissional certificado PMP® e tem como interesses de pesquisa as temáticas: Gestão do Conhecimento e da Informação; Gestão de Projetos; Inovação; Startups; Redes de Colaboração e Aprendizagem; Liderança e Gestão de Pessoas; e Transferência de Tecnologia e Conhecimento.

### **Fabrcio Ziviani**

Doutor em Ciência da Informação pela UFMG (2012). Possui Mestrado em Administração Pública – Gestão da Informação pela Escola de Governo – Fundação João Pinheiro (2005), Especialização em Gestão de Tecnologia pela Universidade Estácio de Sá (2001) e Graduação em Administração com Habilitação Análise de Sistemas pelo Centro Universitário do Espírito Santo (1999). Atualmente é professor Adjunto IV da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) atuando na Faculdade de Políticas Públicas. Professor Associado da Fundação Dom Cabral FDC. Professor Adjunto I do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC. Possui 18 anos de experiência na formação de profissionais e executivos nas diferentes áreas de negócios. Associado individual da SBGC, ANPAD e ANCIB. Foi coordenado do GT4- Gestão da Informação e do Conhecimento da ANCIB. Mais de 60 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Atua principalmente nas áreas de Gestão do conhecimento e da Informação; Inovação; Ciência da Informação; Redes de Colaboração e Aprendizagem; Liderança e Gestão de Pessoas e Transferência de Tecnologia e Conhecimento.



### **Fernando Hadad Zaidan**

Consultor, palestrante, educador, pesquisador e escritor. Construiu uma sólida carreira de mais de 30 anos nas áreas de TI e Sistemas de Informação. Doutor em Ciência da Informação (UFMG), Mestre em Administração (FUMEC), Bacharel em Ciência da Computação (FUMEC), Gestor e desenvolvedor Web-XML (UNI-BH) e Programador e Analista de Sistemas (UFMG). Criou a metodologia KMCanvas, um Canvas para implementação da Gestão do Conhecimento (GC). Atua como consultor nas áreas da Gestão Estratégica da TI, GC, Transformação Digital, Business Intelligence, Arquitetura Corporativa, Metodologias Ativas de Aprendizagem, Métodos Ágeis de Projetos e Gestão de Processos de Negócios. Pioneiro em Minas Gerais na implementação de códigos de barras em sistemas de ponto e acesso eletrônico nos anos 1980. Experiência em projeto de P&D na CEMIG (GT507, D595, GT651). Participou da fundação e gestão de Startup na área de Games. Atuou como consultor nos projetos SebraeTec em parceria com a FUMSOFT. Palestrante em diversos congressos, simpósios e seminários. Coordenador e professor de pós-graduações Lato Sensu em diversas instituições de ensino. Professor e pesquisador do mestrado, priorizando as pesquisas sustentadas pelas metodologias Design Science e Revisão Sistemática de Literatura. Professor homenageado em graduações e pós-graduações. Revisor de diversos artigos de congressos e periódicos científicos. Publicações em congressos nacionais e internacionais e em periódicos científicos, com premiações de *Best Paper*. Autor de diversos capítulos e livros. Membro avaliador do Talento profissional, Programa de Empreendedorismo, e das empresas mais inovadoras no uso da TI.

### **Fernando Silva Parreiras**

Possui estágio pós-doutoral na PUC Rio (bolsa Net2 EU FP7 PEOPLE), doutorado em Ciência da Computação Summa Cum Laude pela Universität Koblenz-Landau na Alemanha (bolsa CAPES DAAD), mestrado em Ciência da Informação pela UFMG, especialização em Gestão Estratégica pela UFMG e graduação em Ciência da Computação pela FUMEC. Tem experiência no Brasil e no exterior em projetos de pesquisa e desenvolvimento. Na sua carreira acadêmica, produziu mais de 150 trabalhos completos publicados em periódicos e anais de congressos nacionais e internacionais, com mais de 1500 citações. Desde 2011, é professor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC. Na pesquisa científica, participa da execução e coordenação de projetos de P&D no setor elétrico, saúde e engenharia de software, com financiamento ANEEL, FAPEMIG e CNPQ. Orienta dissertações sobre os temas engenharia de software, inteligência artificial e inteligência analítica. No ensino, possui 15+ anos de experiência docente em instituições como FUMEC, PUC Minas, Uni-BH.

Na indústria, é diretor executivo da LIAISE desde 2013, atuando em projetos de P&D no setor elétrico.

### **Isadora Valle Sousa**

Mestre do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC. Sua tese de mestrado é no campo de Sistemas de Informação aplicados à educação com ênfase na aprendizagem híbrida e em tecnologias de aprendizagem modernas como gamificação, realidade virtual e *learning analytics*. Possui graduação em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG) (2016) e graduação em Engenharia Industrial pela Universidade Mercer (MU) (2015) como parte do programa Ciência sem Fronteiras. Possui também MBA em Gestão de Processos – BPM pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais – IBMEC (2018). Lecionou como voluntária em curso de negócios para pessoas carentes (2010-2014), trabalhou como engenheira industrial na BASF EUA (2015-2015) e lecionou no programa de Pós-graduação da PUC-MG (2019-2019). Atualmente é gerente de operações da Vidro Valle Ltda, onde trabalha há nove anos. Portanto, tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Processos, Projeto e Controle Estatístico de Sistemas de Produção, bem como experiência em desenvolvimento e implementação de treinamentos e processos híbridos de aprendizagem.

### **Marcos Paulo Rodrigues Lopes**

Tecnólogo em Jogos Digitais (PUC-MG), com MBA em Gestão Estratégica de Projetos (UNA). A mais de dez anos trabalha com gamificação e projetos tecnológicos, sendo Diretor da empresa Gaz Games há oito anos. Com projetos de jogos, realidade aumentada e realidade virtual, desenvolvidos para empresas como: Vale, Localiza, Volvo, Bayer, Cemig, entre outras. Também atuou como Coordenador Pedagógico e Docente das disciplinas de Arte Digital, Design de Personagem e Cenários e Modelagem tridimensional em instituições como UNA e UNI-BH. Dedicou sua atuação na área de tecnologia por acreditar no potencial dos jogos em criar experiências únicas ao gerar conteúdos emocionais e educativos para um usuário diverso.

### **Marta Macedo Kerr Pinheiro**

Pós-doutora em Ciência da Informação e da Comunicação pela Universidade Paul Sabatier/IUT/Toulouse III (2008). Doutora em Ciência da Informação – IBICT/CNPq-ECO-UFRJ (2001) com Doutorado Sanduíche em Sociologie pelo Centre d'Études des Mouvements Sociaux (1999). Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1993). Graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais (1974). Atualmente é

professor e pesquisador permanente da Universidade FUMEC em cursos de graduação e pós-graduação Stricto Sensu do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento e Professora Colaboradora do Programa de pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais. ) Atua em pesquisa, nas seguintes temáticas: Políticas de Informação, Estado Informacional, Inteligência e conhecimento governamental. Participa de acordo Internacional de Cooperação Acadêmica com a Universidade Lille III na França e membro da rede Franco-Brasileira de pesquisadores em Mediações e Usos Sociais de Saberes e Informação-MUSSI

### **Nivson Santos de Jesus**

Graduado em Ciência da Computação pela Faculdade dos Guararapes (FG), tendo realizado trabalho nas áreas de desenvolvimento de sistema e fábrica de software. Nivson possui experiência em análise de algoritmos e complexidade de computação e arquitetura de sistemas.

### **Omar Passos Torres de Almeida**

Graduado em Análise de Sistemas pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO), possui cursos complementares de Oracle e desenvolvimento Android. Omar possui mais de 17 anos de experiência com desenvolvimento, sendo destes, 15 na FITec. Ele possui vasto conhecimento em linguagens de programação, tendo atuado também como líder técnico em vários outros projetos na FITec, interagindo com parceiros no Brasil e no exterior.

### **Rubens de Oliveira Santos**

Experiência de 10 anos como Analista de Sistemas. Trabalhou com processos CMMI5 e com metodologias ágeis, como Scrum. Pós-graduado em arquitetura de software distribuídos pela Puc Minas e Mestrando em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento pela Universidade Fumec.

### **Sônia Mara Prado Veiga**

Mestre em Administração, MBA em Gestão de Recursos Humanos, graduada em Psicologia, Pedagogia e Letras, especialização em Psicodrama Empresarial, Dinâmica de Grupo, Jogos Empresariais e Consultoria Organizacional. Possui mais de 30 anos de experiência na área de RH, em empresas de destaque no cenário empresarial, atuando com processos de desenvolvimento de pessoas e organizações – desenvolvimento de líderes, equipes. Ministra cursos e palestras na área comportamental, desenvolve laboratórios vivenciais, além de jogos empresariais voltados para o desenvolvimento de pessoas. Foi coordenadora e professora dos cursos: MBA em “Gestão de Pessoas”, curso de graduação em “Gestão de Recursos Humanos” ambos da Faculdade

Estácio. Ainda, formatou e coordenou o curso de graduação em “Processos Gerenciais” da Faculdade Estácio. Foi professora no MBA da Faculdade Milton Campos, MBA da Faculdade Newton Paiva, MBA do Pitágoras, MBA da Faculdade Promove e MBA Faculdade *Doctum*. Tem participado de diversos congressos/seminários como apresentadora de trabalhos e debatedora. Coordenou a equipe técnica do IX, X e XI Congresso Mineiro de Recursos Humanos promovidos pela ABRH. É coautora dos livros: “Vivências – uma aprendizagem efetiva”, também do livro “Vivências – Aprender e Transformar: experiências de sucesso”, e do livro “Discurso da Equidade e Desigualdade Sociais” – 1ª ed. Belo Horizonte: ARGUMENTUM, 2010.

### **Victor Mendonça de Azevêdo**

Graduado em Engenharia Elétrica/Eletrônica pela Universidade de Pernambuco e possui Especialização em Ciência de Dados e Analytics pela Universidade Federal de Pernambuco. Victor já participou de pesquisas na área de análise de dados e publicou artigo no contexto de utilização de Analytics para aplicações de IoT.



#### SOBRE O LIVRO

Tiragem não comercializada

Formato: 16 x 23 cm

Mancha: 12,3 x 19,3 cm

Tipologia: Times New Roman 11,5/12/16/18

Arial 7,5/8/9

Papel: Pólen 80 g (miolo)

Royal Supremo 250 g (capa)