

**CLARA VICTÓRIA FERREIRA PASCARELLI
DANIEL NASCIMENTO-E-SILVA**



**CONHECIMENTOS DO
ENGENHEIRO DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO
MERCADO**



Daniel Nascimento e Silva, Editor

**CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO
EXIGIDOS PELO MERCADO**

CLARA VICTÓRIA FERREIRA PASCARELLI
DANIEL NASCIMENTO-E-SILVA

**CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO
EXIGIDOS PELO MERCADO**

1ª Edição

Daniel Nascimento e Silva, Editor

MANAUS – AMAZONAS
SETEMBRO – 2020

Foto da capa: https://observatorioderedessociais.blogspot.com/2019/06/e-learning-e-gestao-do-conhecimento-nas_15.html

Diagrama da capa: Daniel Nascimento e Silva e Clara Victória Ferreira Pascarelli

Diagramação do miolo: Daniel Nascimento e Silva e Clara Victória Ferreira Pascarelli

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Lumos Assessoria Editorial
Bibliotecária: Priscila Pena Machado CRB-7/6971

P278 Pascarelli, Clara Victória Ferreira.
Conhecimentos do engenheiro de controle e automação exigidos pelo mercado [recurso eletrônico] / Clara Victória Ferreira Pascarelli e Daniel Nascimento-e-Silva. — Manaus : D. N. Silva, 2020.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-00-10087-7

1. Engenharia de sistemas de controle e automação - Compêndios. 2. Mercado de trabalho. I. Nascimento-e-Silva, Daniel. II. Título.

CDD 629.8

Esta obra pode ser livremente compartilhada, desde que citada a fonte: PASCARELLI, Clara Victória Ferreira; NASCIMENTO-E-SILVA, Daniel. **Conhecimentos do engenheiro de controle e automação exigidos pelo mercado.** Manaus: D. N. Silva, 2020.

Para todos os engenheiros e engenheiras de controle e automação do planeta. E, em especial, aos amazônidas.

SUMÁRIO

Introdução, 6

O que são conhecimentos, 10

Tipos de conhecimentos, 16

Conhecimentos exigidos pelas empresas, 23

Conhecimentos exigidos pelo mercado, 58

Conclusão, 64

Referências, 69

INTRODUÇÃO

De maneira geral, o engenheiro é conhecido como o inventor ou o projetista. Dificilmente são encontradas outras palavras voltadas para este profissional. É escasso o conhecimento da sociedade sobre muitas áreas da engenharia. O fato é que a sociedade está amplamente aplicada e associada às ciências exatas. E, como é dito, se a matemática se apresenta em tudo, a engenharia possui diversas facetas diferenciadas entre si.

O controle e automação é uma área recente, ganhou força com a Terceira Revolução Industrial e

tem substituído o que antes era produzido e operado com energia elétrica e com a ajuda de colaboradores. Esta vertente visa à implementação de sistemas automáticos, utilizando máquinas, robôs e *softwares* para fazer o que anteriormente eram trabalhos eminentemente manuais. Fazendo a análise e aplicando-a corretamente, uma linha de produção pode ganhar velocidade e manter uma padronização de seus produtos sem exigir o desgaste total de seus funcionários. Em épocas anteriores, havia ocorrências de desgastes físicos e distúrbios musculares devido à repetição constante de um único movimento.

Para o engenheiro de controle e automação, aquele que se encontra inserido nesta área, é necessário ter conhecimentos além de projetar e inventar coisas. Esse profissional consegue aliar as potencialidades da engenharia em elevar a

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

produtividade das coisas com as potencialidades e fraquezas humanas. Ao fazer isso, consegue produzir sem debilitar, deixando a potencialidade humana para atividades mais nobres e edificantes.

Neste livro estão contidas as descobertas feitas sobre os conhecimentos que os engenheiros de controle e automação devem ter para contemplar as exigências do seu mercado de trabalho. Está dividido em duas partes. A primeira está organizada em dois capítulos de cunho teórico, cujo objetivo é destacar o que a ciência sabe sobre os conhecimentos e seus tipos mais frequentes. A segunda, também contida em dois capítulos, apresenta os conhecimentos exigidos individualmente por cada empresa pesquisada e de forma global, sintética, as exigências do mercado de trabalho.

Espera-se que, com essa contribuição, a formação dos engenheiros possa ser aperfeiçoada,

para que esteja em consonância com aquilo que deles será exigido, e também para que cada um possa proceder ao seu autodesenvolvimento e autocapacitação. Afinal, suas competências, que são a junção de conhecimentos e habilidades, dependem única e exclusivamente de cada um deles.

O QUE SÃO CONHECIMENTOS

A ciência contemporânea vê os conhecimentos como equivalentes a informação ou a ela vinculados, como mostram os estudos de Olson (2020), Srivastava e Dubey (2020), Mohammad et al (2020), Jarrah e Alkhazaleh (2020) e Santoso, Kessi e Anggraeni (2020), constantes do quadro 1. Isso significa que, para esses autores e para a maior parte da literatura, a informação é a matéria-prima de todo conhecimento. As diferenciações aparecem apenas na forma como essa matéria prima é manuseada e com outros aspectos com as quais se relaciona.

Quadro 1. O que são conhecimentos

Autores	Conhecimento pode ser definido como...
Olson (2020)	informação mais os vínculos causais que ajudam a dar sentido a essa informação e como um processo que estabelece e articula esses vínculos
Srivastava e Dubey (2020)	um pedaço de informação útil para um processo de tomada de decisão e uma coleção ou montagem estruturada de tal conhecimento é considerada uma base de conhecimento
Lopes e Farinha (2020)	uma combinação fluida de experiências enquadradas, valores, informações contextuais e percepções de especialistas que fornecem uma estrutura para avaliar e incorporar novas experiências e informações
Mohammad et al (2020)	uma informação que é consolidada juntamente com antecedentes anteriores, experiências, conjunto de pensamento e reflexão
Jarrah e Alkhazaleh (2020)	uma informação contextual que pode ser usada e aplicada como fatos, conceitos, regras, princípios, pensamentos, julgamentos, intuições e sentimentos
Santoso, Kessi e Anggraeni (2020)	qualquer informação mantida pela organização que pode criar valor
Hashim (2020)	uma combinação organizada de ideias, regras, procedimentos e informações
Ng (2020)	a compreensão teórica ou prática (ou seja, fatos, informações e habilidades) de um determinado assunto
Angelo et al (2020)	a compreensão de um assunto , que resulta da experiência ou aprendizagem, aplicada na resolução de problemas ou no desenvolvimento de conceitos

Fonte: dados coletados pelos autores.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

Autores como Lopes e Farinha (2020) e Hashim (2020) apresentam uma percepção do fenômeno como combinação. A informação aparece, portanto, como uma das matérias-primas ou elementos do conhecimento, com os quais se mescla, tanto de forma fluida (LOPES; FARINHA, 2020) quanto de forma organizada (2020), para se estabelecer. É essa combinação, de fato, que gera o estabelecimento do conhecimento.

Nos estudos de Angelo et al (2020) e Ng (2020), o conhecimento é equivalente a compreensão. Conhecer é compreender. Enquanto tal, é necessário o reconhecimento de que esquemas lógicos existem e que podem ser compreendidos, o que exige, por sua vez, alguma forma de manuseio (ou de combinação). Não importa, aqui, a forma e nem o meio da combinação e manuseio, mas o reconhecimento de que o cérebro e a mente

cumprem uma função essencial para que o conhecimento se realize e se estabeleça. A compreensão é realizada com a participação do cérebro e da mente, duas instâncias que trabalham juntas, mas que são separadas. O cérebro é físico; a mente, extrafísica.

Dessa forma, os conhecimentos são informações, combinações e compreensões dos fatos e fenômenos do mundo. A razão dessa inferência é decorrente do fato de que quem conhece, conhece alguma coisa. Conhecer é verbo transitivo direto. Então o conhecimento é conhecimento de algo. E não se pode conhecer algo que não exista, entendido o existir na sua capacidade de ser percebida a sua presença.

Quando alguém diz que “uma árvore é alta”, pode estar vendo ou pegando aquele objeto, em que visão e tato são meios de percepção de presença.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

Quando diz que o vento está forte, o faz a partir do uso do tato ou impacto que o vento causa no corpo, que é outro recurso de captação de percepção. Ainda que invisível, o vento pode ser percebido e, portanto, existe. Daquilo que não se pode apreender com o uso dos sentidos e da mente (como as equações matemáticas, que não têm percepção física, mas extrafísica), portanto, nada se pode falar porque não se pode conhecer.

Para efeito deste estudo, conhecimento é toda forma de percepção dos sentidos dos fatos e fenômenos do mundo. Os sentidos representam alguma forma de racionalidade, que pode se dar de diferentes formas, desde a simples captação de um sinal até a mais complexa compreensão dos fenômenos abstratos. Quem conhece, conhece, então, alguma lógica, algum sentido naquilo que conhece.

Os conhecimentos que fazem parte dos perfis profissionais, por exemplo, são circunscritos a determinada área, ainda que, na atualidade, sejam decorrentes de uma pluralidade de campos, configurando a chamada interdisciplinaridade. Assim, pode haver tanto os conhecimentos básicos (como matemática e raciocínio lógico), quanto os avançados, como os enlaces topológicos; tanto os instrumentais, como programação, aos profissionalizantes, como a elaboração de projetos de engenharia. É preciso, assim, conhecer alguns tipos de conhecimentos, segundo a ciência.

TIPOS DE CONHECIMENTOS

Há vários tipos de conhecimentos catalogados pela ciência. O estudo de Kunhikannan e Ramachandran (2020) apresenta três deles: objetivo, subjetivo e de experiência. O conhecimento objetivo seria aquele que, pelo menos de forma presumida, corresponde aos objetos da natureza (BENDER; HOLMES, 2019). O conhecimento subjetivo é aquele interior ao sujeito, criação de sua mente (MUSHAANDJA, 2013), em que o próprio sujeito se torna parte dele (THORPE, 2013). Já o

conhecimento da experiência é resultante da vivência do indivíduo.

O estudo de Nesner, Eismann e Voigt (2020) identifica apenas dois: o implícito, conhecimento subjetivo difícil de ser formalizado, articulado e transmitido, e o explícito, que é passível de tradução para a linguagem formal, assim como ser objeto de analogias e representado em imagens. O meio diferenciador, aqui, é a possibilidade ou não de representação daquilo que o indivíduo conhece.

A pesquisa de Londong, Hadromi e Haryadi (2019) apresenta seis tipos distintos de conhecimentos. O primeiro é o Direto, obtido diretamente da fonte (KIM; TOKAWA, 1989) sem que o indivíduo faça qualquer esforço para conhecer (MOSCOVICI, 2000). O segundo é o Indireto, que é aquele que não vivenciamos e nem presenciamos (GITTENS-ST. JUSTE, 2012), mas que

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

aprendemos por outros meios, como na leitura de textos e na assistência de notícias na televisão. O terceiro é o sensório, alcançado através dos sentidos, como a diferenciação do gosto ácido para o doce. O quarto é o conceitual, que se caracteriza pelo uso de conexões cognitivas (GROTH; BERGNER, 2006) e lida com o desafio de explicar “o que é” (WATTS; HODGSON, 2019), o que existe. O quinto é o Particular, de pequena amplitude, que se concentra sobre os detalhes das coisas. E o sexto é o Universal, de grande amplitude, quase sempre resultado da inferência que se faz dos conhecimentos particulares.

Othman et al (2019) citam os tipos Tácito e o Explícito. O tácito é o que é inerente às pessoas, está implícito nelas e é manifestado através de seus modelos mentais e atitudes, por exemplo. O explícito é o que pode ser representado. Nota-se muita

semelhança dessa tipologia com a de Nesner, Eismann e Voigt (2020).

Finalmente, o estudo de Radmehr e Drake mostra quatro tipos de conhecimentos. O primeiro é o Factual, baseado nos fatos e nas coisas; o segundo é o conceitual, que envolve relações cognitivas, como mostrado anteriormente; o processual, que tem como desafio explicar “como” as coisas acontecem; e o metacognitivo, que é o que é fruto da vivência e aprendizado das coisas do mundo e é intrínseco ao indivíduo (BLACK, 2004; COSKUN, 2018; LI; CHUN, 2015).

O quadro 2 sintetiza os achados da literatura para a questão norteadora que procurou saber quais são os tipos de conhecimento que a ciência apresenta. De forma geral, os conhecimentos humanos catalogados apresentam uma relação sujeito-mundo, ou seja, o sujeito conheceria aquilo

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

que está fora dele (que está no mundo) e também aquilo que está dentro dele, intrinsecamente.

Quadro 2. Tipos de conhecimento

Autores	Tipos de conhecimento
Kunhikannan e Ramachandran (2020)	Objetivo: relativo aos objetos da natureza Subjetivo: é interior ao indivíduo De experiência: é fruto da vivência
Nesner, Eismann e Voigt (2020)	Implícito: subjetivo, difícil de formalizar, articular e transmitir a outros Explícito: traduzido para a linguagem formal e articulado em palavras e imagens
Londong, Hadromi e Haryadi (2019)	Direto: obtido direto sem ato de vontade Indireto: não vivemos e nem presenciamos Sensório: é o gerado pelos sentidos Conceitual: envolve conexões cognitivas, lida com o “saber o que” Particular: localizado, que leva ao universal Universal: ampliado, derivado do particular
Othman et al (2019)	Tácito: incorporado nas pessoas em modelos mentais, atitude, crenças culturais, valores etc. Explícito: é formalizado e codificado
Radmehr e Drake (2018)	Factual: baseado em fatos Conceitual: envolve relações cognitivas Processual: lida com o como Metacognitivo: conhecimento de mundo armazenado pelas pessoas como criaturas cognitivas

Fonte: elaborado pelos autores.

Para isso, utiliza diferentes meios de demonstrar o que sabe, tanto os explícitos, como livros, artigos científicos e vídeos, por exemplo, quando implícitos, quando consegue resolver determinado problema com o uso de variados conhecimentos de diversos campos do conhecimento de forma combinada. Na verdade, a solução é uma forma indireta de demonstração daquilo que o indivíduo sabe.

O que queremos mostrar é que o mundo dos conhecimentos é um desafio para todo ser humano. É através dele que ele conhece o mundo e, indiretamente, conhece a si mesmo. E, nos tempos atuais, é por meio do conhecimento que ele aumenta sua capacidade de fazer coisas, resolver problemas e lidar com os fatos e fenômenos do mundo. Quando isso é planejado de forma a cobrir determinado campo do saber com vistas ao exercício de uma

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

profissão, tem-se o que se pode chamar de conhecimento profissional.

Neste sentido, para este estudo, os tipos de conhecimento estão restritos apenas ao escopo da formação profissional do engenheiro de controle e automação. O que se quer saber, com isso, é que conhecimentos o mercado de trabalho exige do futuro profissional. Não se está interessado no que ele tem que ser capaz de fazer (campo das habilidades) e nem sobre como deve ser capaz de agir (campo das atitudes), mas apenas do que ele tem que saber, entender. A razão disso é que o conhecimento está restrito apenas à compreensão de esquemas lógicos, que precisam ser conhecidos, para que, depois, sejam manuseados, gerando as habilidades.

CONHECIMENTOS EXIGIDOS PELAS EMPRESAS

Para identificar os conhecimentos exigidos pela empresa foi feito levantamento na internet, à procura de oportunidades de empregos, seja diretamente nas páginas das organizações, seja através de veículos especializados, que tratam da formação profissional e colocação e recolocação no mercado de trabalho.

Como nesses anúncios não estão divididas as exigências em conhecimentos (o que os profissionais devem conhecer), habilidades (o que os profissionais

devem saber fazer) e atitudes (como os profissionais devem se comportar e agir), utilizou-se o quadro de referência do capítulo anterior, sobre os tipos de conhecimentos, para elaborar os esquemas sintetizadores dos conhecimentos exigidos por cada empresa.

Aqui serão apresentados como diferentes visões, em que cada empresa apresenta a sua. A razão desse procedimento é que as necessidades de uma organização difere das de outras. Os conhecimentos necessários para uma, portanto, geralmente são distintos das demais. É preciso conhecer a realidade de cada uma para que se possa, depois, ter uma visão do conjunto.

Visão do Guia do Estudante

O Guia do Estudante apresenta quatro conhecimentos importantes exigidos para que ocorra a contratação dos engenheiros de controle e automação nas empresas. O primeiro deles é a capacidade de efetuar a programação de máquinas. Para que haja o emprego deste conhecimento são necessários alguns fatores. Dentre eles estão o tipo de linguagem de programação a ser utilizada, o funcionamento da máquina, o tipo de controlador e sua aplicação.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

O segundo conhecimento é a adaptação de softwares aos processos industriais. Esse conhecimento está de certa maneira conectado com o anterior. Sendo software todo programa que comanda o funcionamento de um computador, a sua adaptação para os processos industriais acontece quando há modificação em um formato de programação para o que mais se adeque ao controlador do processo que será aplicado, como mostra a figura 1.

Figura 1. Visão do Guia do Estudante



Fonte: Dados coletados pelos autores

O terceiro conhecimento é a gestão, a capacidade de administrar métodos, ideias, maneiras de execução e as formas de apresentação do que será feito. Esse conhecimento é essencial para que o engenheiro de controle e automação consiga cumprir seu afazer sem que adicione mais do que o necessário para o resultado final.

O quarto conhecimento encontrado foi a manutenção de máquinas. Este conhecimento só poderá ser efetuado se o engenheiro souber onde está o problema e a maneira de consertá-lo sem agravar a situação. Para isso, é de suma importância que o profissional tenha o entendimento prévio da arquitetura do maquinário.

Visão do Guia da Carreira

O Guia da Carreira apresenta cinco tipos diferentes de conhecimentos a serem levados em consideração para a contratação de um engenheiro de controle e automação, como mostra a figura 2. O primeiro é robótica industrial, que se trata do emprego de máquinas ou robôs para a substituição do ser humano em determinada tarefa, visando ao funcionamento mais eficiente e contínuo de determinada atividade.

Figura 2. Visão do Guia da Carreira



Fonte: Dados coletados pelos autores

O segundo conhecimento importante são os acionamentos hidráulicos e pneumáticos, cuja finalidade é saber a pressão necessária para que a máquina funcione com adequação. No acionamento hidráulico são utilizados fluidos, geralmente óleos, que são postos sob pressão e utilizados em sistemas que façam o uso de muita força e velocidade. No acionamento pneumático é utilizado ar comprimido. O robô ao qual esse mecanismo for empregado

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

deverá ser de pequeno porte e com poucos graus de liberdade.

O terceiro conhecimento é a automação da manufatura, que visa a empregar uma máquina para substituir uma função, anteriormente manual. Aqui reside, por exemplo, o compromisso da engenharia em aliviar o fardo da fadiga a que todo corpo humano está sujeito.

O quarto conhecimento é a mecatrônica. A mecatrônica vem da junção da mecânica e da eletrônica, mais os conhecimentos de programação. Para isso, é necessário o entendimento das áreas afins como elétrica, cinemática, dinâmica e raciocínio lógico.

O quinto conhecimento necessário é a modelagem de sistemas automatizados, que é o ato de transformar de uma maneira mais simplificada um sistema automatizado. Modelagem para a engenharia

é o ato de demonstrar, física ou simbolicamente, um sistema ou parte dele. A modelagem é necessária para que se tenha a garantia de que um determinado mecanismo ou solução funcionará a contento, antes que possa ser colocada em prática. Modela-se, simula-se antes, para que sua implementação seja segura.

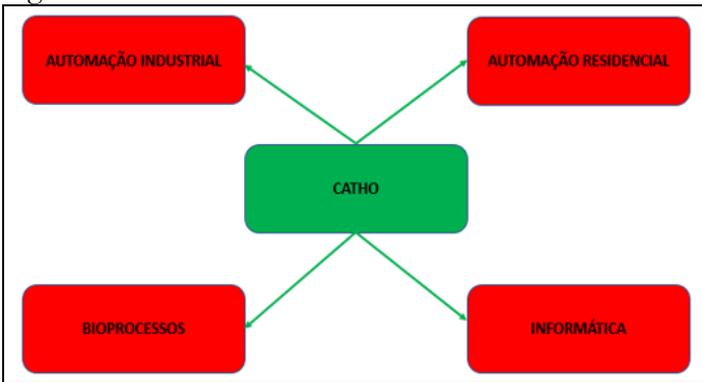
Visão da Catho

São quatro os conhecimentos exigidos pelas empresas, segundo a Catho, para a contratação dos engenheiros de controle e automação. O primeiro é a automação industrial, que consiste no emprego de máquinas para a substituição eficaz e contínua do trabalho humano. Isso leva o “chão” da fábrica a aumentar sua produção média.

O segundo conhecimento importante é a automação residencial, também chamada de domótica, é a aplicação da tecnologia em tarefas

cotidianas com enfoque em promover mais tempo, conforto e economia. Pode ser aplicada a sistemas de iluminação, utilizando sensores para verificar presença e até o nível da iluminação natural para ativar, também pode ser usada em sistemas de segurança, irrigação de jardins, entre outros, como mostra a figura 3.

Figura 3. Visão da Catho



Fonte: Dados coletados pelos autores

O terceiro conhecimento são os bioprocessos, que são a utilização de matérias-primas naturais para

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

a fabricação de peças, objetos e até para a obtenção de energia. Para isso, é necessário um estudo sobre a composição do material a ser utilizado e depois que for aplicado é submetido a testes de resistência. Caso seja aprovado nesses testes, seu uso será considerado adequado.

O quarto conhecimento é a informática. Esse conhecimento trata dos saberes sobre o uso de computadores e demais dispositivos de processamento de dados. Para a informática, leva-se em consideração o *hardware* e o *software* do dispositivo, ou seja, a estrutura e a programação.

Visão da Cia de Estágios

Segundo a Cia de Estágios, para a contratação de engenheiros de controle e automação, são exigidos cinco conhecimentos principais. O primeiro deles é a robótica industrial, que visa a substituir o trabalho humano em uma linha de produção por um robô, tendo em vista que este consegue manter sua produção em um padrão único, diminuindo, assim, possíveis erros devido à fadiga humana e aumentando a produção, devido à redução do tempo

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

entre trocas de funcionários, como descrito na figura 4.

Figura 4. Conhecimentos exigidos pela Cia de Estágios



Fonte: Dados coletados pelos autores

O segundo conhecimento exigido é sobre os acionamentos hidráulicos e pneumáticos, utilizados para o emprego em máquinas. O acionamento hidráulico se dá através de fluidos e se destaca por sua força e velocidade, enquanto o acionamento pneumático ocorre através de ar comprimido e se

aplica em sistemas de pequeno porte e com poucos graus de liberdade.

O terceiro conhecimento é a automação da manufatura, ou seja, automatizar um sistema que anteriormente era exclusivamente manual, aplicando um robô.

A mecatrônica é o quarto conhecimento exigido. Ela recebe esse nome por ser a junção da mecânica, eletrônica e dos conhecimentos de computação. Seus subitens de estudo e aplicação são a elétrica, a cinemática, a dinâmica e a programação.

O quinto conhecimento exigido é a modelagem de sistemas automatizados. Esse conhecimento consiste na representação, física ou simbolicamente, de um sistema ou parte dele. A modelagem é necessária para que testes de funcionamento e adequações sejam feitos antes que determinada solução seja colocada em prática. Como

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

consequência, esse procedimento reduz as possibilidades de erros, falhas e desconformidades ao permitir que elas sejam detectadas antes da implementação.

Visão da Mundo Vestibular

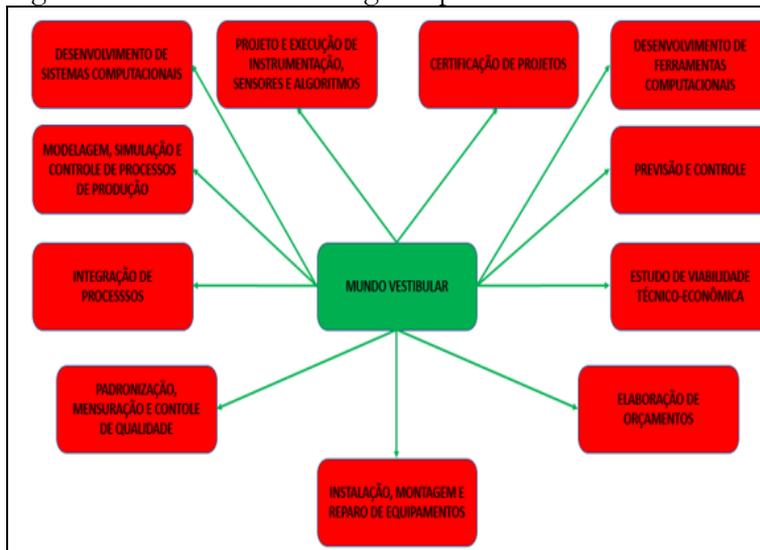
A Mundo Vestibular apresenta 11 conhecimentos exigidos para a contratação de engenheiro de controle e automação. O primeiro é o desenvolvimento de sistemas computacionais, que é a capacidade de esquematizar uma rede de dispositivos eletrônicos de maneira que todos eles conversem entre si através de algum *software*.

O segundo conhecimento exigido é sobre projeto e execução de instrumentação, sensores e algoritmos. A parte de instrumentação trata de

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

entender e saber utilizar os equipamentos de aferição e geradores dentro de um circuito eletrônico; nos sensores, é saber a ativação, para que servem e de que maneira podem ser aplicados em um projeto; e, na parte de algoritmos, saber desenvolver uma lógica de programação que seja eficaz e funcional, como mostra a figura 5.

Figura 5. Conhecimentos exigidos pelo Mundo Vestibular



Fonte: Dados coletados pelos autores

O terceiro conhecimento fala sobre a certificação de projetos, que consiste na capacidade de um profissional tem de verificar se determinado projeto está sendo efetuado de maneira correta. O desenvolvimento de ferramentas computacionais aparece como o quarto conhecimento e nele o engenheiro deve ser capaz de programar *softwares* para diversas finalidades.

Outro conhecimento é relativo à modelagem, simulação e controle de processos de produção, que deve ser feita organizando o processo a ser testado de maneira clara e averiguar se ele alcança pleno funcionamento.

A previsão e o controle são áreas incluídas nas probabilidades e estatísticas do projeto. Elas tratam, geralmente, de possíveis problemas no funcionamento, prazo para manutenção, média de

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

produtos que irá passar pelo equipamento em determinado intervalo de tempo e assim por diante. Suas previsões e o controle do que acontece dependem de que tipo de máquina e em que sistema será empregado.

A integração de processos é a capacidade de somar uma quantidade de diferentes tipos de processos em uma só funcionalidade. No caso o profissional da área deve possuir essa capacidade de integração de processos. Quando isso acontece, tem-se a característica da multidisciplinaridade aplicada.

Ter conhecimento da viabilidade técnico-econômica é essencial, pois, ao fazer um projeto, deve-se levar em conta para que serviço será aplicado e se será viável em curto e longo prazo. Para isso, é preciso levar em conta o custo do fazer aquela operação, assim como o valor monetário necessário para deixar todo o sistema em funcionamento, e

também se essa operação irá necessitar de outros recursos após a aplicação.

A padronização, mensuração e controle de qualidade são muito importantes para que as empresas permaneçam com um padrão único, entregando aos consumidores o mesmo produto, com as mesmas funcionalidades. Isso pode ser feito através de sensores e aparelhos que possuam inteligência artificial. O profissional deve entender de programação para que, quando não houver tal coisa ou não cumprir tal requisito, seja alertado ao sistema geral.

O décimo conhecimento exigido é sobre instalação, montagem e reparo de equipamentos. Além do engenheiro projetar, ele também deve conhecer os equipamentos e ser capaz de fazer a instalação, montagem e manutenção de outros

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

equipamentos. Para isso, deve entender de estrutura, circuito interno e possíveis causas de um problema.

Finalmente, a elaboração de orçamentos deve ser um dos principais conhecimentos do engenheiro. Deve haver equilíbrio entre vida útil e investimentos financeiros. Assim, devem ser levados em conta não apenas os valores, mas sim a vida útil, visto que, se for agregado um produto de menor custo e menor vida útil, pode gerar prejuízo no longo prazo.

Visão da Seleção e Engenharia

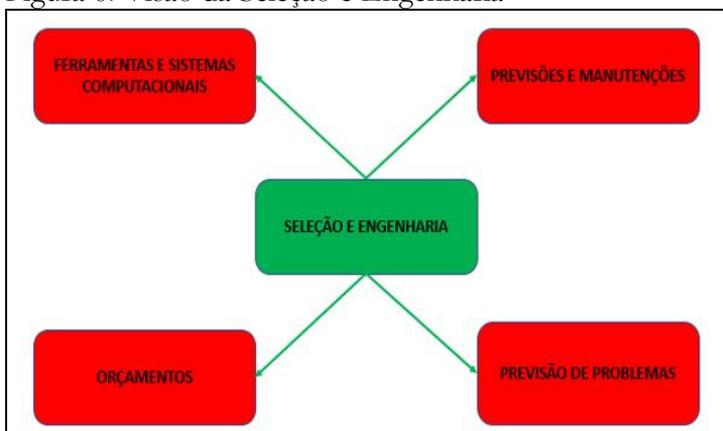
A seleção e engenharia apresenta apenas quatro conhecimentos exigidos para contratar engenheiro de controle e automação. O primeiro é o conhecimento de ferramentas e sistemas computacionais. Esse conhecimento representa a capacidade de organizar dispositivos eletrônicos em uma rede através de *software* e sobre a utilização de tais dispositivos.

O segundo é a capacidade de desenvolver previsões e manutenções, que estão amplamente

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

interligadas. Ao fazer os cálculos estatísticos, sobre os quais se devem basear as previsões do projeto, estarão inclusos também os tempos entre uma e outra manutenção, dentre outros cálculos de probabilidades.

Figura 6. Visão da Seleção e Engenharia



Fonte: Dados coletados pelos autores

O terceiro conhecimento é a capacidade de elaborar orçamentos, como mostra a figura 6. O engenheiro deve conhecer os custos do projeto e também levar

em consideração a vida útil de cada um de seus componentes, considerando a viabilidade de longo prazo.

A previsão de problemas se encontra em uma vertente muito ampla. Pode estar nos cálculos estatísticos, dando a conotação de problemas de maquinários e tempo de manutenção, assim como na previsão de problemas voltada a uma linha de produção composta majoritariamente por pessoas, ao invés de robôs. Deve-se, então, analisar os comportamentos devidos e verificar onde está acontecendo o erro ou falha, seja de diminuição na produção, seja de falta de padronização nos produtos finais.

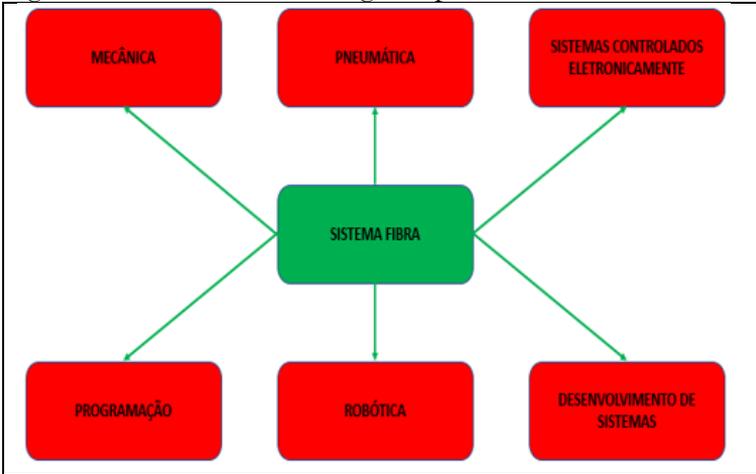
Visão do Sistema Fibra

São seis conhecimentos exigidos pela sistema fibra para a contratação de engenheiros do ramo de controle e automação. O primeiro é sobre mecânica, que significa saber sobre a ação submetida a algum tipo de força.

O segundo é sobre pneumática. Esse conhecimento está relacionado com o acionamento e movimentação de algum tipo de sistema que utiliza ar comprimido para seu abastecimento e é mais

utilizado para equipamentos de pequeno porte e com poucos graus de liberdade.

Figura 7. Conhecimentos exigidos pela Sistema Fibra



Fonte: Dados coletados pelos autores

Como mostra a figura 7, o terceiro conhecimento é sobre sistemas controlados eletronicamente. Para isso é necessário ter conhecimento amplo sobre componentes eletrônicos e suas determinadas funções. A partir

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

deles se consegue estabelecer um circuito controlado, que seja funcional e bastante aplicável.

O quarto conhecimento requerido é a programação, que é essencial tanto para o desenvolvimento de *softwares* computacionais quanto para a programação de máquinas. É um fator de suma importância porque com ela se pode desenvolver programas interativos, interfaces matemáticas, fazer máquinas que realizam diversos movimentos ou um movimento específico, dentre outras coisas.

A robótica é a implementação de robôs em uma linha de produção ou em uma atividade específica. Visa à substituição da manufatura e pensando nas vantagens que a mesma atrai. O desenvolvimento de sistemas, sejam eles computacionais ou guiados pela inteligência artificial, é um conhecimento muito importante porque

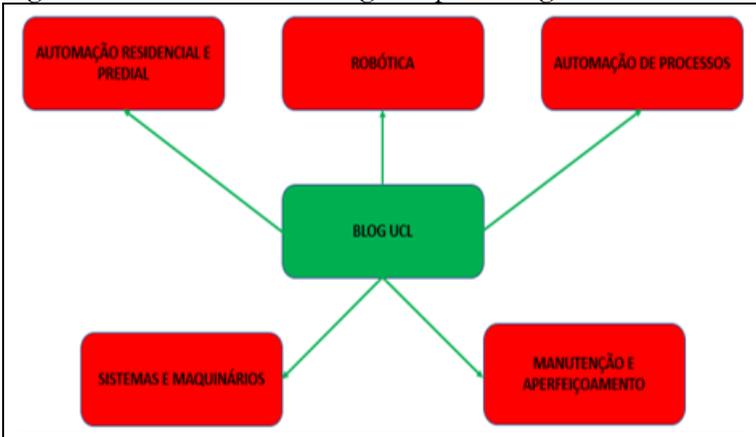
permite fazer a conexão entre computadores, que são operados essencialmente por pessoas, mas também a conexão de máquinas, que transportam as informações de uma para outra através de inteligência artificial e da internet das coisas.

Visão do Blog UCL

São cinco os conhecimentos apontados pelo Blog UCL para a contratação dos engenheiros de controle e automação. Um deles é a automação residencial e predial, a chamada domótica. Esse conhecimento é aplicado com a intenção de se obter mais conforto, economia e diminuir o tempo gasto com as tarefas usuais. Pode ser utilizado na área de iluminação interna e externa, sistemas de segurança, sistemas de irrigação, entre outros.

O segundo conhecimento apontado é a robótica, que consiste na implantação de máquinas no local onde, anteriormente, ocorriam processos de manufatura. A automação de processos aparece como o terceiro conhecimento exigido, com ela vem a substituição, levando em conta a viabilidade econômica, dos operadores por robôs.

Figura 8. Conhecimentos exigidos pelo Blog UCL



Fonte: Dados coletados pelos autores

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

Como mostra a figura 9, o conhecimento de sistemas e maquinários é considerado importante. A razão disso é que no seu trabalho o engenheiro de controle e automação precisa lidar com máquinas diferentes e com diferentes tipos de sistemas. É aqui que entram os outros conhecimentos exigidos para que o profissional consiga fazer a manutenção e o possível aperfeiçoamento futuro. Para que isso aconteça, é necessário que ele entenda com que tipo de equipamento está lidando.

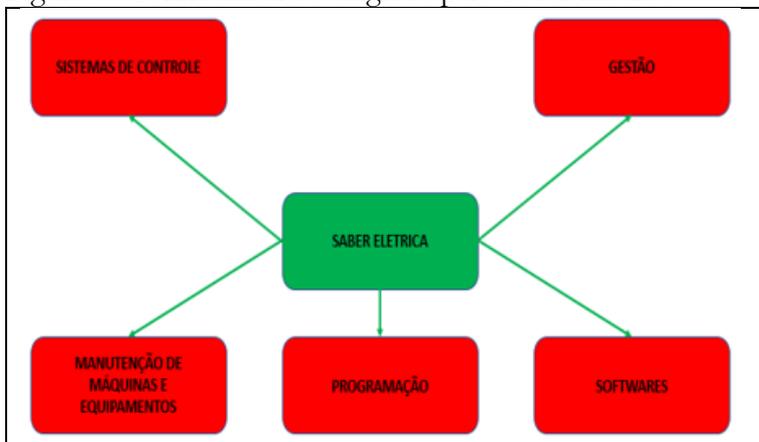
Visão da Saber Elétrica

A Saber Elétrica aponta apenas cinco conhecimentos dos engenheiros de controle e automação para sua contratação. O conhecimento de sistemas de controle pode ser aplicado de forma discreta e robusta, através de diferentes modos. A aplicação deles depende da forma e do que é necessário para a sua operação. O segundo conhecimento considerado importante sobre gestão. Esse saber está vinculado à capacidade de administrar e organizar sistemas, projetos, ideias e pessoas.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

A manutenção de máquinas e equipamentos é outro fundamental conhecimento apontado. Diz respeito à capacidade de entender o maquinário e onde ele está precisando de manutenção ou conserto.

Figura 9- Conhecimentos exigidos pelo Saber Elétrica



Fonte: Dados coletados pelos autores

Como mostra a figura 9, o quarto importante conhecimento exigido é a programação. Com este

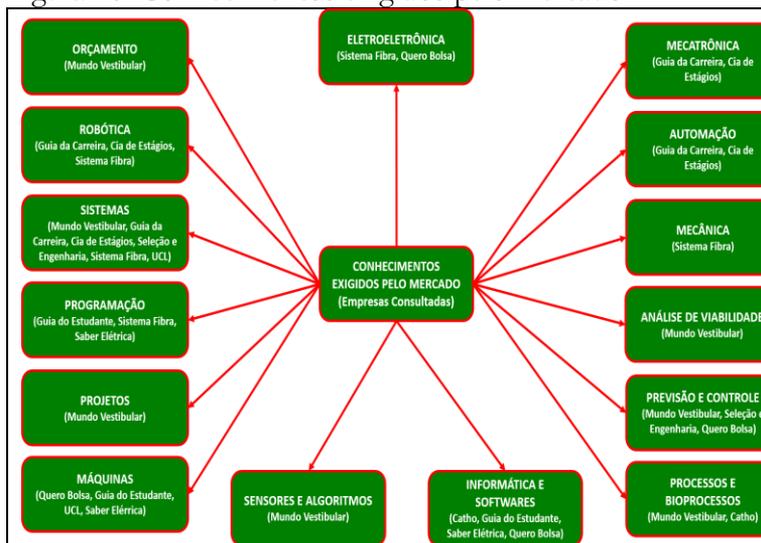
saber se torna possível a criação de softwares computacionais e a operação de máquinas de forma automática, dentre entre outras coisas. A programação torna possível a conexão com o quinto conhecimento exigido, que é a produção e operação de softwares, necessário para que se saiba como alterar a programação e o de operação para, caso seja necessário, deixar o sistema com mais funcionalidade.

CONHECIMENTOS EXIGIDOS PELO MERCADO

Este estudo identificou 15 conhecimentos apresentados pelas empresas como importantes para a contratação do engenheiro de controle e automação. Quatro deles foram apontados por apenas uma fonte: Orçamento (Mundo Vestibular), Projetos (Mundo Vestibular), Análise de Viabilidade e Mecânica (Sistema Fibra). Isso não quer dizer que eles não sejam importantes. Pelo contrário. Pode-se perceber que eles fazem parte de praticamente todos

os demais. Por exemplo, para elaborar processos e bioprocessos são necessários orçamentos (tudo tem custo), um projeto (não se pode fazer as coisas de forma improvisada) para que se afira sua viabilidade e algum tipo de mecânica (é preciso algum mecanismo funcional). A figura 10 sintetiza essas descobertas.

Figura 10. Conhecimentos exigidos pelo mercado



Fonte: Dados coletados pelos autores.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

Na verdade, essa é a grande descoberta desse estudo. Todos os conhecimentos que as empresa apontaram, quando reunidos, estão interligados, interconectados. Tome-se o caso do conhecimento de Sistemas, que foi considerado importante pelo maior número de empresas.

Um sistema é um conjunto de partes interligadas que transforma entradas em saídas. Um liquidificador, por exemplo, é um sistema de produção de sucos. As entradas são os ingredientes, a transformação é feita pelo elemento cortante, cujas saídas são os diferentes tipos de sucos ali produzidos.

De uma forma geral, os sistemas são mecanismos, em que as máquinas são apenas uma das suas diferentes formas possíveis, como também o corpo humano. Entender de máquinas também foi considerado importante pelo mercado.

Como cada vez mais as máquinas são automatizadas e programadas, exige-se mais conhecimento de programação, também considerado importante pelas empresas. E programação remete imediatamente aos conhecimentos de informática e softwares, outros dois conhecimentos tomados como essenciais na contratação do engenheiro de controle e automação.

Mas algumas coisas os engenheiros de controle e automação precisam conhecer mais do que as outras. E essas coisas são: a) sistemas, b) programação, c) máquinas, d) robótica, e) informática e softwares e f) previsão e controle. Esses 6 conhecimentos representaram a quase totalidade de todas as citações de conhecimentos que esses profissionais precisam dominar para que possam começar a competir por um lugar ao sol no mercado de trabalho.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

A recomendação é dois níveis. O primeiro nível de aquisição de conhecimento diz respeito à profundidade e extensão. Na prática, significa, por exemplo, saber tudo de sistemas, especialmente em relação aos novos conhecimentos científicos gerados e disponibilizados nas bases de dados. Nessa área a dinâmica da obsolescência é tão rápida que o profissional precisa conhecer o saber gerado e estar preparado para o próximo, que o atualizará.

O segundo nível de aprendizado diz respeito à conexão que cada conhecimento precisa manter. Sistemas têm a ver com tudo, evidentemente, porque o próprio mundo é uma infinidade de sistemas. Mas é preciso saber como vincular o conhecimento obtido sobre sistemas com previsão e controle, o que implica, de alguma forma, também dominar este outro saber.

Quanto mais profundo for o conhecimento sobre cada um desses saberes, mais facilitado fica encontrar vinculação e interconexão entre eles. O inverso também é verdadeiro, de maneira que dá para saber se o indivíduo está ou não preparado para o mercado de trabalho a partir das interconexões que é capaz de fazer com aquilo que ele supostamente sabe.

Assim, para medir sua capacidade de domínio dos saberes que o mercado exige para ser contratado, o estudante e profissional de engenharia de controle e automação precisa apenas se concentrar em 7 conhecimentos e suas interconexões. Tomando esses saberes como focos centrais, as conexões se mostrarão não apenas entre eles, mas fundamentalmente entre outros que não foram detectados neste estudo.

CONCLUSÃO

Este estudo apresentou 15 conhecimentos que os engenheiros de controle e automação precisam ter para que possam competir com sucesso no seu mercado de trabalho. Desses 15, 6 deles representaram a maioria das citações por parte das empresas pesquisadas, de forma que eles se transformam nos centros das formações desses profissionais, especialmente aqueles que querem atuar sob a forma de servidores organizacionais ou como profissionais autônomos, prestadores dos

mais diversos tipos de serviços demandados, demanda esta que é crescente.

Esses diferentes saberes exigidos estão conectados, fazem parte de um todo maior, que é o próprio campo da automação e controle. Assim, para que o engenheiro possa dizer que entende dessa área ele precisa saber bem de diferentes tipos de sistemas, passíveis de operar nos mais diversos ambientes e para gerar os mais variados tipos de produtos e resultados.

Ainda que sejam capazes de desenhar e fazer funcionar quaisquer tipos de sistemas, o mercado exige que eles o sejam sob efeito de programação. O engenheiro precisa entender de diferentes formas de programação de sistemas e máquinas. Não apenas criar esses mecanismos, mas essencialmente fazer suas manutenções e atualizações, levando para diante

o tempo de sua obsolescência, fazendo a postergação da sua substituição por outras mais modernas.

E uma dessas máquinas foi citada de forma especial, que são as que representam o produto da robótica. A robótica está não apenas no chão das fábricas, mas em todos os lugares e espaços, como nas próprias residências domiciliares e nos diferentes tipos de governos. As coisas têm se tornado inteligente e até mesmo humanizadas. E nisso dois outros conhecimentos citados se destacam em conjunto: informática e *softwares*.

O campo das tecnologias da informação tem invadido praticamente todas as áreas da vida humana individual e associadas. E nisso os softwares e aplicativos são essenciais. É através deles que as coisas passaram a se comunicar e a se transformar em potentes aliados humanos, ajudando a resolver inúmeros problemas e a superar desafios milenares –

e a criar novos outros. E por isso outro conhecimento lembrado emerge para um alto patamar de importância, a previsão e controle.

Os sistemas precisam ser controlados para que torne possível a previsão de seu funcionamento. Isso inclui, naturalmente, desde as possibilidades de falhas, erros e defeitos até os aspectos quantitativos e qualitativos da produção que devem gerar. Os sistemas precisam ser controlados e seus principais aspectos previstos para que possam operar em segurança. Segurança para eles e para nós.

Esse esquema lógico mostra a importância do profissional de engenharia e controle de automação para o mercado e para a vida humana associada. Os conhecimentos que o mercado exige conformam um determinado escopo relativamente fácil de compreender, mas que é desafiador para ser materializado em termos de formação profissional.

CONHECIMENTOS DO ENGENHEIRO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO EXIGIDOS PELO MERCADO

Dessa forma, espera-se que este estudo contribua para o aperfeiçoamento da formação desses profissionais, com suas instituições formativas, e para tornar mais precisos os tipos de conhecimentos que as empresas listam nos diferentes canais de anúncios de suas demandas por mão de obra. Tendo como base os conhecimentos aqui listados, novos outros podem ser suscitados, assim como podem ser desmembrados, para que se tenha uma ideia precisa do saber que o indivíduo tem que adquirir, para que esteja de acordo com aquilo que dele será exigido.

REFERÊNCIAS

ANGELO, Bárbara Helena de Brito et al. Knowledge, attitudes and practices of grandmothers related to breastfeeding: a meta-synthesis. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 28, p. 1-12, 2020. DOI: 10.1590/1518-8345.3097.3214.

BENDER, Miriam; HOLMES, Dave. Reconciling nursing's art and science dualism: toward a processual logic of nursing. **Nursing inquiry**, v. 26, n. 3, p. 1-9, 2019. DOI: 10.1111/nin.12293.

BLACK, Wendy L. Assessing the metacognitive dimensions of retrospective miscue analysis through discourse analysis. **Reading Horizons: A Journal of Literacy and Language Arts**, v. 45, n. 2, p. 73-101, 2004.

COŞKUN, Yemliha. A study on metacognitive thinking skills of university students. **Journal of Education and Training Studies**, v. 6, n. 3, p. 38-46, 2018. DOI: 10.11114/jets.v6i3.2931.

GITTENS-ST. JUSTE, Pretoria G. A review of “Jansen, Jonathan D. (2009). Knowledge in the blood: confronting race and the apartheid past. Stanford, CA: Stanford University Press”. *Journal of Research on Christian Education*, v. 21, p. 80-83, 2012. DOI: 10.1080/10656219.2012.661316.

GROTH, Randall E.; BERGNER, Jennifer A. Preservice elementary teachers' conceptual and procedural knowledge of mean, median, and mode.

Mathematical Thinking and Learning, v. 8, n. 1, p. 37-63, 2006.

HASHIM, Fariza. Tacit knowledge: the role and effectiveness in acquiring knowledge in international strategic alliances in Malaysia. **Journal of International Studies**, v. 2, p. 115-130, 2020.

JARRAH, Hani Yousef; ALKHAZALEH, Mohammad Salman. Knowledge sharing behavior in the curricula of United Arab Emirates universities and educational organizations. **International Journal of Instruction**, v. 13, n. 3, p. 1-16, 2020.

KIM, Steven H.; TOKAWA, Takahide. A systematic approach to intelligent system design-II. Multi-level case study. **Robotics and computer-integrated manufacturing**, v. 6, n. 2, p. 157-165, 1989.

KUNHIKANNAN, Anish; RAMACHANDRAN, K. K. The factors influencing consumers organic

food products buying intention. **Academy of Marketing Studies Journal**, v. 24, n. 2, p. 1-10, 2020.

LI, Jie; CHUN, Cecilia Ka Wai. Metacognitive knowledge of tertiary-level EFL reading: Case studies in an acquisition-poor context. **Chinese Journal of Applied Linguistics**, v. 38, n. 2, p. 166-187, mai. 2015. DOI: 10.1515/cjal-2015-0010.

LONDONG, Refenia Stevany Kii; HADROMI, Hadromi; HARYADI, Bambang. The effect of the application of interprofessional education (IPE) simulation using role model method towards the knowledge and attitude of nursing undergraduate students in Universitas Islam sultan agung. **Journal of Vocational and Career Education**, v. 4, n. 2, 2019. DOI: 10.15294/jvce.v4i2.25586.

LOPES, João; FARINHA, Luis. Knowledge and technology transfer in tourism SMEs. In:

TEIXEIRA, Sérgio Jesus; FERREIRA, João Matos. (Eds.). **Multilevel approach to competitiveness in the global tourism industry**. Hershey: IGI Global, 2020. p. 198-210.

MOHAMMAD, Mohammad Fakhruhnizam et al. Contextualizing the framework for knowledge management system at the organizational level. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. 25-27 September 2019, Pahang, Malaysia, IOP Publishing, v. 769, 2020.

MOSCOVICI, Claudia. Beyond the particular and the universal: D'Alembert's "discours preliminaire" to the encyclopedie. **Eighteenth-century studies**, v. 33, n. 3, p. 383-400, 2000.

MUSHAANDJA, John. Major Problems facing beginning principals in Namibia and how to overcome them. **International Studies in Educational Administration (Commonwealth**

Council for Educational Administration & Management (CCEAM)), v. 40, n. 3, p. 45-56, 2013.

NESNER, Tobias; EISMANN, Tobias; VOIGT, Kai-Ingo. It's a match!—building relationships between corporates and start-ups throughout corporate accelerators. **Journal of Technology and Innovation Management**, v. 4, p. 1-33, 2020.

NG, Sai Leung. Knowledge—intention—behavior associations and spillovers of domestic and workplace recycling. **The Social Science Journal**, p. 1-20, abr. 2020. DOI: 10.1080/03623319.2020.1735857.

OLSON, David. Risk aspects of knowledge management. **Frontiers of Engineering Management**, v. 7, n. 2, p. 301-303, 2020. DOI: 10.1007/s42524-019-0087-3

OTHMAN, Razifah et al. Corporate Memory: a memory compaction apparatus towards Malaysia's prominent companies transparent governance. **Malaysian E Commerce Journal (MECJ)**, v. 3, n. 2, p. 18-21, 2019. DOI: 10.26480/mecj.02.2019.18.21.

RADMEHR, Farzad; DRAKE, Michael. An assessment-based model for exploring the solving of mathematical problems: utilizing revised bloom's taxonomy and facets of metacognition. **Studies in Educational Evaluation**, v. 59, p. 41-51, dec. 2018. DOI: 10.1016/j.stueduc.2018.02.004.

SANTOSO, Adi; KESSI, Andi Makkulawu Panyiwu; ANGGRAENI, Fadjar Setiyo. Hindrance of quality of knowledge sharing due to workplace incivility in Indonesian pharmacies: mediating role of co-worker and organizational support. **Systematic Reviews in Pharmacy**, v. 11, n. 2, p. 525-534, mar./abr. 2020.

SRIVASTAVA, Saurabh Ranjan; DUBEY, Sachin. Knowledge-based systems in medical applications. In: JOHRI, P.; VERMA, J. K.; PAUL, S. (Eds.). **Computational intelligence and its applications in healthcare**. Cambridge, USA: Academic Press, 2020, p. 189-215.

THORPE, David. Athlete persona as subjective knowledge under the common law restraint of trade doctrine. **The International Sports Law Journal**, v. 13, n. 3-4, p. 211-224, 2013. DOI: 10.1007/s40318-013-0019-z.

WATTS, Lynelle; HODGSON, David. **Social justice theory and practice for social work**. Singapore: Springer, 2019.