Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Panorama de habilidades e competências para um mundo 4.0

Documento elaborado em atendimento à demanda feita pelo Grupo de Trabalho Capital Humano da Câmara Técnica da Indústria 4.0

Não circular

Supervisão

Luiz Arnaldo Pereira Jr.

Consultora

Ana Luíza Matos de Oliveira

Equipe técnica do CGEE

Lucas Varjão Motta

Mayra Juruá Gomes de Oliveira

Thiago Silveira Gasser

Verena Hitner Barros

Não circular

1. Justificativa

A transição progressiva da economia e da sociedade para modelos de alta interface com a tecnologia e para modos de produção e relações digitais redimensiona a necessidade de políticas públicas voltadas à formação e inserção de recursos humanos nos meios de produção. Inegavelmente, os impactos da digitalização do mundo ultrapassam o papel da indústria 4.0, falando-se frequentemente em um mundo 4.0[1], em um processo acelerado a partir da necessidade de prevenir o contágio da Covid-19 a partir de 2020 (Zemtsov, 2020).

Sobre a conceituação do termo "4.0" e suas derivações, considera-se Indústria 4.0 (e mundo 4.0) a partir de Pffeifer (2017), que aponta que o termo, surgido a partir da Feira Industrial de Hannover de 2011, deu origem a uma visão de uma "nova revolução industrial" (Schwab, 2019), inspirando o debate sobre o futuro do trabalho e sobre a sociedade como um todo. Esta ideia posteriormente se espalhou para outros países, com um pico do tema em 2016, quando a reunião de Davos do Fórum Econômico Mundial teve como tema "Conquistando a Quarta Revolução Industrial".

O termo Indústria 4.0 joga luz sobre a indústria como vetor de uma transformação mais ampla na sociedade em um momento em que a indústria parecia ter perdido protagonismo com o processo de desindustrialização (Pffeifer, 2017). Para muitos, até o conceito de indústria 4.0, a produção industrial era a "velha economia", residual e em permanente declínio.

Como exemplos do que seria a indústria 4.0, comumente são listados: i) cyber physical systems, ii) a internet das coisas, dos serviços e das pessoas; iii) realidade virtual e aumentada; iv) robótica avançada; v) impressão 3D; vi) inteligência artificial; vii) Big Data; viii) computação ou informação em nuvem; ix) "wearables", que são aparelhos afixados ao corpo humano e auxiliam na produção ou na vida; entre outros (Bongomin e colegas, 2020).

No Brasil, país com alta desigualdade, baixo custo relativo do trabalho pouco qualificado e baixa automação, é preciso tratar o tema de forma a não ampliar ainda mais as desigualdades pré-existentes. De fato, no Brasil há forte tendência à precarização em um mundo 4.0. Inclusive, as profissões que mais crescem no Brasil conectadas a novas tecnologias, segundo o próprio ranking do LinkedIn (World Economic Forum – WEF, 2019; LinkedIn, 2020), indicam esta precarização: entre as 15 profissões emergentes no Brasil em 2020 estão representantes de vendas, especialistas em sucesso do cliente e motoristas. Também, desde 2017 a informalidade vinha crescendo no Brasil (até antes da pandemia da Covid-19), bem como a precarização da força de trabalho com a chamada "uberização" (Abílio, 2017). OCDE (2019) destaca também a correlação do mundo 4.0 com formas precárias de inserção no mercado de trabalho, em escala que já não pode ser tratada como marginal. Porém, adaptar-se a um mundo 4.0 não necessariamente significa ampliar a precarização.

Relacionada a este fato está a estrutura produtiva brasileira, que vem passando por um processo de desindustrialização[2]. Nesse sentido, a preparação de trabalhadores para o mercado de trabalho precisa considerar também que a formação é apenas uma parte necessária da equação, pois se não houver emprego da força de trabalho qualificada na organização produtiva do mundo 4.0, haverá um desperdício de talentos e recursos.

Partindo dessas constatações, a Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0) solicitou ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) que desenvolvesse uma série de Notas Técnicas para apoiar o desenvolvimento de seus trabalhos. A Câmara I4.0 é uma instância criada em 2019 para articular importantes atores públicos e privados e impulsionar a competitividade da indústria brasileira e a inserção nacional em cadeias globais de valor. Em seu plano de ação, estão

[1] O uso do termo "mundo 4.0" ou "Brasil 4.0" considera que os impactos da fase da indústria global extrapolam à própria organização industrial e produtiva, afetando também outras áreas da economia e da sociedade. Esse impacto também é esperado no Brasil.

[2] A produção industrial (indústria geral) com ajuste sazonal tendo como base (100) o valor de 2002 ficou consistentemente abaixo de 100 pontos a partir de 2014 no Brasil, chegando a cair a 65 pontos em abril de 2020, como consequência da pandemia do coronavírus (Iedi, 2020).

Versão Preliminar

contempladas iniciativas para enfrentar "Desafios para dispor de recursos humanos qualificados para atuarem no ambiente da Economia 4.0 e no desenvolvimento de tecnologias relacionadas" (Câmara da Indústria 4.0, 2019).

2. Objetivo

A presente Nota Técnica teve como objetivo principal mapear as principais habilidades para um mundo 4.0 a partir de diversos autores, setores e países. Para atingir esse objetivo, foram analisados documentos transdisciplinares de referência na literatura mundial, e foi realizado um levantamento da produção científica sobre o tema registrada no repositório *Web of Science*. Espera-se que o resultado da pesquisa possa nutrir a Câmara Técnica I4.0 e, em particular seu GT Capital humano, com elementos para a formulação de políticas públicas e de programas de apoio simultâneo à inovação tecnológica e à garantia de empregos qualificados.

O trabalho parte do arcabouço analítico do relatório "OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work" (OCDE 2019), onde é apresentada uma visão integrada sobre o mundo 4.0, incluindo educação, desigualdade, desafios demográficos, regulação do trabalho, proteção social (em especial quanto a seguro-desemprego e realocação de trabalhadores), entre outros. O relatório alerta para que o futuro dependerá da capacidade de planejamento dos Estados para o mundo 4.0, sendo uma questão estratégica.

Ao final da Nota, são apresentadas, à título exploratório, algumas sugestões de política pública visando o aprimoramento de currículos acadêmicos e a incorporação de novas metodologias de ensino (*e-learning, gamificação, serious games, learning factories* etc). As sugestões feitas também advogam pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre as habilidades atuais da força de trabalho brasileira e as necessidades presentes e futuras do mercado de trabalho. É inequívoca a necessidade de aprofundamento e refinamento constantes do conhecimento sobre a interação entre oferta de empregos e demanda de habilidades para o mundo 4.0 assim como o fazem países da OCDE e da União Europeia.

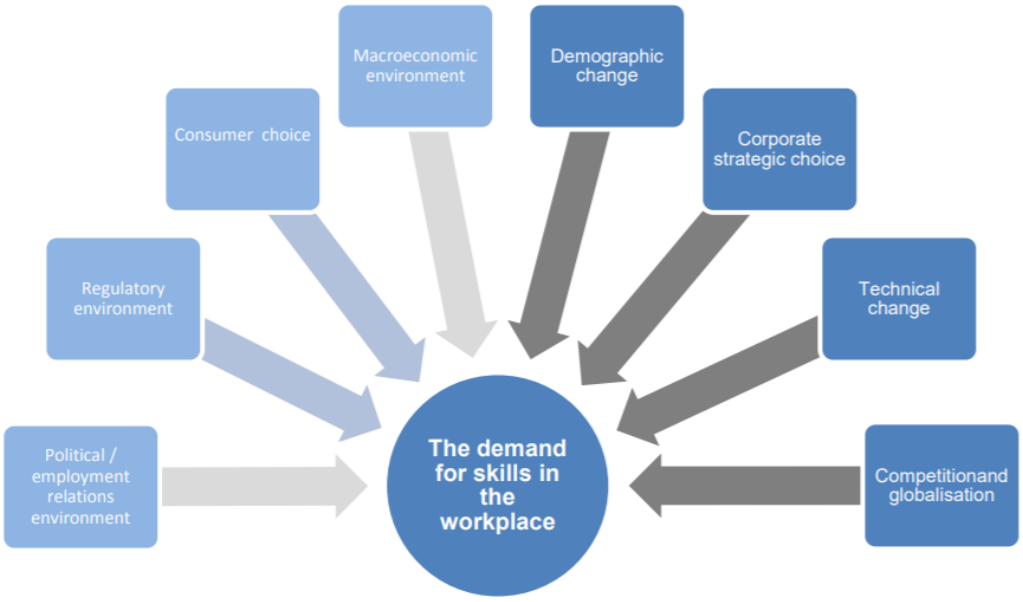
3. Habilidades necessárias ao mercado de trabalho de uma economia e sociedades digitais

Pinzone e colegas (2017) apontam que, apesar do rápido desenvolvimento em direção à Indústria 4.0, ainda há muito desconhecimento quanto à evolução de perfis e habilidades necessárias e como as empresas deveriam lidar com a lacuna de habilidades que está sendo criada. Nesse sentido, o presente estudo visa contribuir para apoiar a transição do setor educacional e produtivo para um mundo 4.0.

Definir as habilidades necessárias é um desafio complexo, pois dependem de diversos fatores (Figura 1), como a competição internacional e a globalização, mudanças tecnológicas, escolhas corporativas, mudanças demográficas, macroeconomia, escolha do consumidor, ambiente regulatório e o meio político e de relações de trabalho. **Somente a partir deste complexo quadro, único para cada país, setor e momento histórico, é possível pensar um rol de habilidades necessárias.**

Não circular

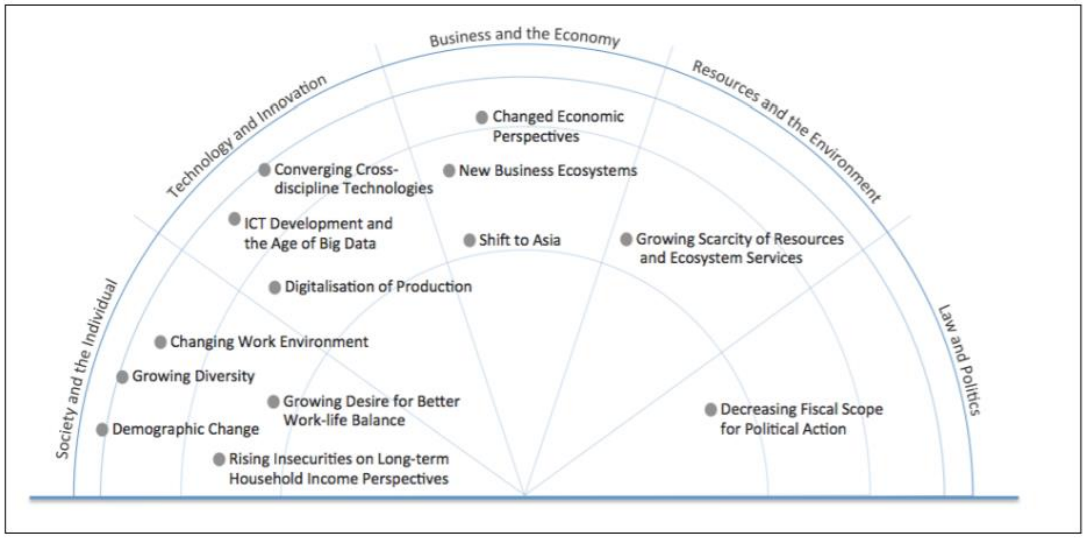
Figura 1 - Fatores que influenciam as habilidades necessárias para o mercado de trabalho



Fonte: UKCES (2014)

Os fatores elencados na Figura 1 não influenciam apenas os empregos existentes mas também moldam as profissões do futuro. Assim, para elaborar políticas visando a formação de recursos humanos futuros, é necessário planejamento de longo prazo (Figura 2).

Figura 2 – Tendências que direcionam o futuro do emprego e das habilidades no Reino Unido



Fonte: UKCES (2014)

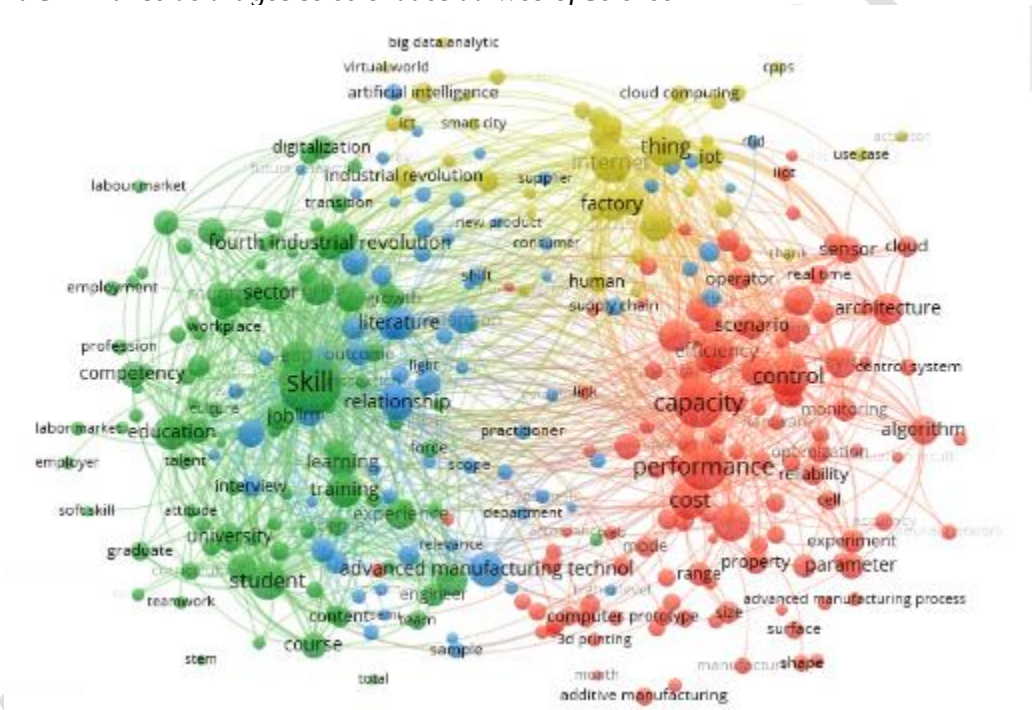
Para construir o panorama da produção científica a respeito das habilidades para uma economia e sociedade digitais, utilizou-se a base de dados *Web of Science*, onde foram realizadas duas buscas sucessivas para levantamento de artigos indexados sobre o tema.

O primeiro levantamento, realizado em 25/06/2020, almejava testar e construir o espaço conceitual adequado para os artigos a serem analisados. Assim, a busca foi iniciada em torno do conceito de Indústria 4.0, um termo bastante específico e que garantiria observar resultados com conteúdo provavelmente ligados a tecnologias disruptivas, em particular processos de digitalização. Assim utilizou-se os fatores de busca "*industry 4.0*" ou "*advanced manuf**" e cruzou-se com variações ligadas a ideia de habilidades e capacidades, que e inglês possuem

variações significativas ("*skill**" ou "*capacit**" ou "*abilit**"). A busca identificou 1068 artigos, os quais foram analisados com a ajuda do software VOSViewer. E do software GEPHI com plugins específicos desenvolvidos pelo CGEE. Dos artigos selecionados, 10,79% envolviam co-autores dos EUA, 8,77% da China, 7,32% da Alemanha e 5,97% da Itália.

A Figura 3, que analisa a co-ocorrência de termos nos artigos, mostra que o termo "*capacity*" está mais ligado a características da área gerencial e ligadas a *performance*. Já o termo "*skills*" está mais ligado a termos referentes a educação, mercado de trabalho e à própria indústria 4.0. Esta análise preliminar indicou, portanto, que para o levantamento almejado de bibliografia especializada, seria mais adequado realizar buscas com o termo *skill*. Mais adiante. mostraremos que o próprio World Economic Forum (WEF) tem dado bastante ênfase a esse termo. A partir da rede inicial construída com o VosViewer e de pesquisas bibliográficas na literatura nacional e internacional, notou-se que de fato há um interesse nas *skills* ("habilidades") enquanto conceito com mais nuances e mais dinamicidade que as análises baseadas somente em qualificações formais ou diplomas.

Figura 3 - Análise de artigos selecionados da Web of Science



Fonte: CGEE (2020)

É importante fazer esta consideração pois, ao falar em indústria 4.0 e habilidades necessárias, muitos estudos abordam Ciência e Tecnologia enquanto equivalente de desenvolvimento tecnológico e/ou nas chamadas *Science, technology, engineering and mathematics* (STEM), tradicionalmente tidas como disciplinas centrais para o desenvolvimento tecnológico. Nas áreas STEM, estudos recentes mostram que o Brasil forma poucos trabalhadores em relação a outros países. Segundo Bonini e colegas (2020), em média, no Brasil, a força laboral STEM corresponde a 0,79% do total, enquanto nos Estados Unidos é 6,2% do total. Com base no INEP, Bonini e colegas (2020) afirmam que os concluintes em cursos de áreas STEM foram 129.863 estudantes em 2009 e 214.820 em 2017, correspondendo a um aumento de 65.3%, enquanto o aumento de concluintes no conjunto não STEM foi de 17.7%. Correspondentemente, a proporção de concluintes nessas carreiras aumentou de 13.4% em 2009 para 17.8% em 2017. A título de comparação, na China, na Índia e nos Estados Unidos este índice foi, respectivamente, de 41%, 21% e 13%. Assim, embora menor do que a proporção na China e Índia, a proporção de graduados nas carreiras STEM no Brasil já é maior do que nos Estados Unidos em 2016 (Bonini at alli, 2020).

Para os objetivos da presente Nota Técnica, as capacidades e habilidades necessárias são abordadas do ponto de vista da qualificação e adequação para o mundo do trabalho e não somente a partir da área de titulação (se STEM ou não), inclusive pelo reconhecimento da necessidade de diversidade de áreas do conhecimento e da interdisciplinaridade para promoção do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Assim, além da área do conhecimento ligada à formação, e além das habilidades técnicas, as habilidades possuem outras nuances, como aponta o Forum Econômico Mundial (WEF 2019):

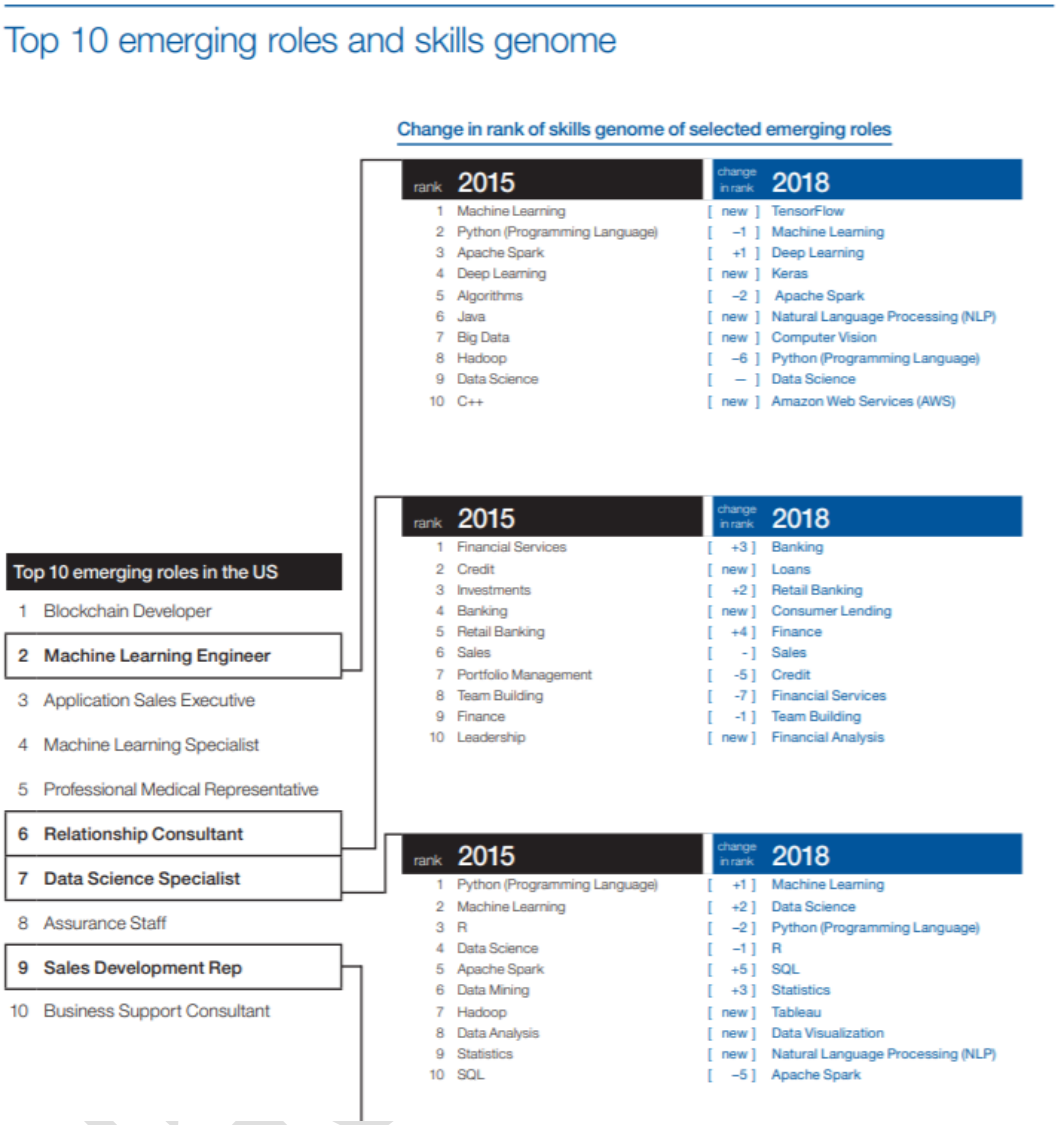
> *Skills are the new currency on the labour market. Skills indicate demand and supply at a more nuanced level than occupations, whose required expertise and skills are changing increasingly quickly, and degrees, which are often already outdated by the time they are obtained. The current pace of change requires following the direction of a skills-based, rather than degree-based labor market, which is a much more dynamic variable. Using skills as a variable of analysis provides a powerful tool in helping policymakers prepare for the future while building resilience in the present day.*
> *(1) functional skills such as marketing and customer service;*
> *(2) soft-power skills such as leadership;*
> *(3) digital skills such as social media; and*
> *(4) value-added skills such as English (:1).*

Por outro lado, a literatura acadêmica sobre skills para o mundo 4.0 enfoca tanto em *hard skills* (competências técnicas) quanto em *soft skills* (habilidades relacionadas a aspectos da personalidade). Surpreendentemente, há muita ênfase em *soft skills* como habilidades de difícil aquisição e mais duradouras, enquanto as *hard skills* demandam constante atualização. Além disso, a literatura frisa que investir em certas habilidades que não são passíveis de automatização pode ser um diferencial: segundo Frey e Osborne (2013), é pouco provável que sejam automatizadas habilidades ligadas a inteligência criativa, inteligência social (como necessário, por exemplo, para profissões relativas ao cuidado) e percepção e manipulação (como em atividades em meios desestruturados ou em constante alteração).

E quais seriam as habilidades para um mundo 4.0? De forma convergente com a abordagem dos sistemas nacionais de inovação, onde são relevantes as especificidades de cada país e seus contextos históricos, políticos e institucionais, a **literatura aponta que, embora exista um conjunto de habilidades comuns ou recorrentes para grande parte das profissões e trabalhos, um aprofundamento das competências depende da especificidade de setores econômicos ou profissões, até mesmo países/áreas geográficas para que seja possível delimitar melhor um conjunto de características**. E há algumas iniciativas neste sentido. WEF (2019:12) ressalta as habilidades necessárias para os "*emerging jobs*" a partir de ranking do Coursera. Já WEF (2017) usa outro ranqueamento para a avaliação de habilidades para um mundo 4.0, o ranking do LinkedIn, a partir de dados de usuários da rede social. A metodologia proporciona tanto um mapeamento de habilidades multifuncionais por áreas do conhecimento, idades, países (WEF, 2017), quanto fornece rankings quanto as habilidades mais demandadas (Figura 4).

Versão Preliminar

Figura 4 - 10 vagas emergentes nos EUA e genoma de habilidades

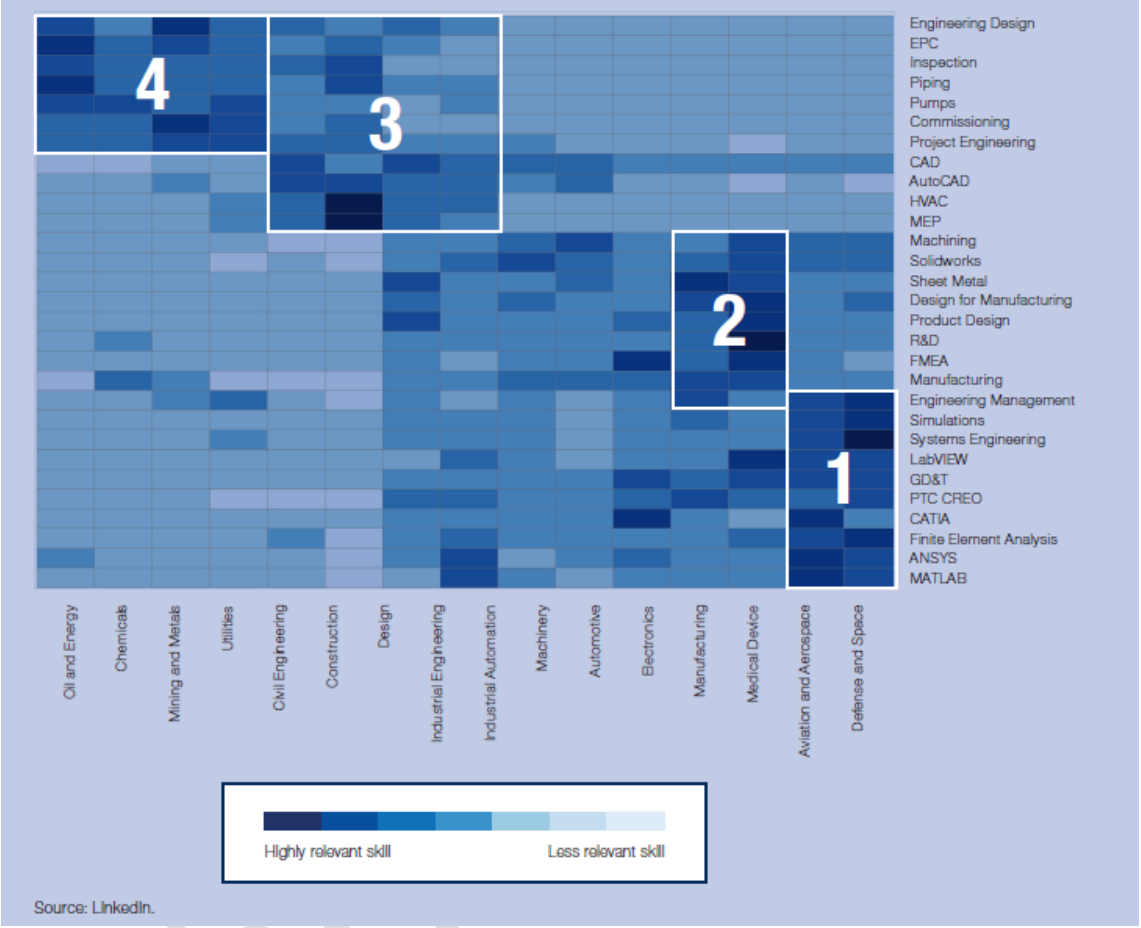


Fonte: WEF (2019)

Vale ressaltar que as 15 áreas do conhecimento mais representativas entre membros da rede social LinkedIn, de onde saem os dados para o ranking, são: 1) Administração de negócios; 2) Ciência da computação; 3) Economia; 4) Psicologia; 5) Contabilidade; 6) Engenharia Eletrônica; 7) Marketing; 8) Engenharia Mecânica; 9) ciência Política; 10) Literatura americana; 11) Tecnologia da Informação; 12) Finanças; 13) Business Commerce; 14) História; 15) Engenharia da comunicação (WEF, 2017).

Outra abordagem interessante de WEF (2016) é a do "mapa de calor" das habilidades para diferentes indústrias também a partir da metodologia do LinkedIn (Figura 5).

Figura 5 - Mapa de calor: distribuição de habilidades de engenheiros mecânicos em diferentes indústrias



Fonte: WEF (2016)

Vale também destacar o trabalho de Accenture (2018), que sugere "focar no desenvolvimento das competências que são duradouras e (pelo menos até agora) exclusivamente humanas, em vez de apostar em habilidades técnicas específicas, pois a maioria destas se modifica permanentemente. Eles enfatizam a necessidade de desenvolver competências "fundacionais" que serão necessárias em todos os setores, inclusive nos mais técnicos" (Accenture, 2018:17). Segundo Accenture (2018), as competências técnicas não perderam sua relevância, mas cada vez mais poderão ser "terceirizadas" para máquinas[3]. Segundo a empresa, a maioria das competências técnicas está se tornando obsoleta cada vez mais rápido, o que intensifica o foco no lado humano do trabalho. Há citações no documento sobre a importância de "fazer boas perguntas e se relacionar com os outros" como algo mais importante que as competências técnicas.

Accenture (2017, 2018) reúne mais de 100 competências em seis grupos (Figura 6) que incluem competências "humanas" (como competências "analíticas" e de "inteligência social") e competências "de máquinas" (ou "de rotina"). Accenture (2017) parte da análise de 1000 programas de desenvolvimento de força de trabalho, inputs de experts e análise de big data.

[3] Para estimar a vulnerabilidade dos empregos, Accenture (2018) estabelece que os empregos nos quais os trabalhadores passam 75% ou mais de seu tempo realizando tarefas que demandam mais competências "de máquina" do que "humanas" têm alto risco de serem substituídos pela automação até 2020. Já os empregos em que os trabalhadores passam entre 25% e 74,9% do tempo realizando tarefas "de máquina" apresentam risco médio, e aqueles nos quais os trabalhadores passam menos de 25% do tempo nessas tarefas apresentam baixo risco de automação. Accenture (2018) traz interessantes projeções sobre o mercado latino americano e a automação nesse sentido, mas o tema foge do escopo de nosso trabalho.

Figura 6 - Dicionário de habilidades

Skills Family	Foundational	Medium	Master
Learn to Earn	• Digital literacy • Focused attention • Numeracy • Reading comprehension • Self-efficacy • Working memory • Writing	• Employability basics • Organization • Prioritization • Sequencing • Time management	• Business conduct and protocol • Job searching (e.g., Resume writing and interviewing skills)
Build Tech Know-How	• Awareness of and ability to use professional tools and programs • Awareness of data sources and applications	• Coding • Content creation • Data interpretation • Understanding of professional tools and programs' functionality	• Analysis and application of data • Graphic and visual design • Software design
Apply We'Q	• Collaboration • Communication • Listening • Self-control • Teamwork	• Active listening • Emotional self-regulation • Mindfulness • Negotiation • Self-awareness • Social intelligence	• Delegation • Leadership • Management of direct reports and supervisors • Service mindset • Storytelling
Create and Solve	• Basic problem solving • Creativity • Empathy	• Decision making • Judgment • Logical reasoning • Planning and execution	• Analysis and synthesis • Critical thinking • Design thinking • Entrepreneurial mindset
Cultivate a Growth Mindset	• Curiosity • Flexibility • Motivation to learn • Openness • Optimism • Receptiveness to change	• Adaptability and continuous learning • Agility • Grit and perseverance • Imagination • Zest	• Ability to give and receive feedback • Global mindset • Growth mindset • Resilience

Fonte: Accenture (2017)

A metodologia utilizada também pode ser replicada, como foi por Accenture (2017), para investigar em maior profundidade as habilidades específicas para uma profissão selecionada, ou várias.

A seguir, é apresentada uma síntese de artigos acadêmicos nacionais e internacionais sobre o tema encontrados em pesquisa bibliográfica. Essa síntese nos dá um panorama de quais habilidades para um mundo 4.0 podem ser encontradas na literatura e nos deixa claro que para pensar as habilidades para um mundo 4.0 **é importante olhar para setores e níveis tecnológicos a fim de conseguir traçar um panorama mais preciso e profundo das habilidades necessárias.**

1. Gudanowska e colegas (2018) citam um modelo de competências universais para a Indústria 4.0 como primeira etapa para medi-las. A lista foi elaborada a partir da descrição de postos de trabalho e de competências em diversas empresas (Figura 7).

Figura 7 - Lista de competências no modelo universal de competências

SOCIAL COMPETENCIES	PERSONAL COMPETENCIES	MANAGERIAL COMPETENCIES	PROFESSIONAL COMPETENCIES
building a relationship	pursuit of results (entrepreneurship)	building an efficient organisation	administering/maintaining documentation
sharing knowledge and experience	innovativeness and flexibility	team building	negotiating
identification with the company	analytical thinking	ability to delegate	orientation in business
communication	self-reliance	motivating	procedures - knowledge and application
customer orientation	decision-making	strategic thinking	IT skills
teamwork/team collaboration	troubleshooting	planning	technical skills
solving the conflict	thoroughness/reliability	leadership	professional knowledge
cooperation within the company	professional development/ readiness to learn	project management	process management
exert influence	managing each other	team management	knowledge of foreign languages

Fonte: Gudanowska e colegas (2018)

2. Schallock e colegas (2018) apontam como importantes: "Digital learning techniques; Job-related qualification; Lead and operate production systems; Interdisciplinary product and process development; Specific industry 4.0 competencies; Competency evaluation" (:28). No entanto, afirmam que os recursos humanos se tornam ainda mais importantes nos tempos da Indústria 4.0. Nesse sentido, é preciso desenvolver:

> *Technical skills, e.g. install and operate IT devices: RFID-tags, tablets or automatic guided vehicle (AGV). Transformation skills (e.g. propose and realize changes in all three stages of the production system; learn to adapt transformation principles in their home plants). Social skills (e.g. team work, knowledge transfer, knowledge acquiring, collaboration for synchronization of processes and delivery dates and analyzing defects) (:28)*

3. Cotet e colegas (2020) identificam características da geração Z (nascida entre 1995 e 2012, chamada de *iMillenials*) que se relacionam à indústria 4.0, levando em consideração o "*Emotional Quotient Inventory*" (EQ-I[4]) e o "*Achievement Motivation Inventory*" (AMI[5]). Como as novas gerações têm mais familiaridade com as tecnologias que as anteriores, é preciso investir em habilidades interpessoais ("soft skills"): esta geração precisa saber se comunicar com pessoas e com máquinas com a mesma facilidade (:11). Assim, o estudo enfatiza a necessidade de pensar a educação dentro da geração

[4] Segundo os autores, EQ-I compreende 15 âmbitos: "*Intrapersonal (involving Self-Regard, Emotional Self-Awareness, Assertiveness, Independence, and Self-Actualization); Interpersonal (comprising Empathy, Social Responsibility, and Interpersonal Relationship); Stress Management (containing Stress Tolerance and Impulse Control); Adaptability (providing Reality-Testing, Flexibility, and Problem-Solving); and General Mood (containing Optimism and Happiness). It is recommended for use in corporate settings for recruitment, screening, employee development and leadership programs*".

[5] Segundo os autores, AMI é "*a personality inventory designed to measure a broad construct of work-related achievement motivation and the motivational traits that lead to socio-professional and also personal achievement*".

considerada, suas habilidades e como aprimorar suas características de forma que os *iMillenials* não sejam somente simples operadores mas trabalhadores criativos.

4. Bongomin e colegas (2020), na indústria 4.0. enfatizam o papel das plataformas de aprendizado online (*Massive Open Online Course* – MOOC), para além da readaptação dos sistemas formais de educação. Também sintetizam as seguintes habilidades requeridas para a indústria 4.0 (Figura 8).

Figura 8 - Habilidades requeridas para a indústria 4.0

Technical skills			
Theory and expertise skills	Hardware skills	Software and algorithms skills (digital skills)	Personal (soft) skills
Material and production skills, process skills, electrical engineering, software, ICT, statistical knowledge	Mechanical and plant engineering, automation technology, mechatronics, microsystems technology, electronics, hydraulics, specialized knowledge of manufacturing activities and process, awareness of ergonomics, designers, grid optimization engineering, manufacturing operations management	Documentation and reading, integration, customizing (process mapping)	Self and time management, adaptability and ability to change, team-working abilities, social skills, communication skills, trust in new technology, creativity, design, innovation, leadership, mindset for continuous improvement and lifelong learning, complexity, abstraction and problem-solving, self-directed action, self-organization, project management, human interaction, languages (English, German, etc.), autonomy, cognitive flexibility, responsibility, reliability, service orientation, negotiation, critical thinking, people management, coordinating, decision-making, service orientation
Knowledge of management, organizational and processual, understanding		Maintenance, servicing and further development of the systems, training and continuous professional development, IT knowledge and abilities, data and information processing and analytics, ability to interact with modern interfaces (human-machine/human-robot), awareness for IT security and data protection, computer programming/coding abilities, software engineering, data science, analytical/logic thinking, data/Big Data analytics, visualization, Internet of Things (IoT), IT architecture, digital media, virtual modelling, information complexity and data management, process simulation knowledge, server's knowledge, emotional intelligence	
Interdisciplinary/generic knowledge about technologies and organizations, understanding of legal affairs, product management, multiproject management, supply chain and support services, logistics, abilities in the STEM subjects (science, technology, engineering, and mathematics), general understanding of machine interactions, general interdisciplinary knowledge of methods			

Fonte: Bongomin e colegas (2020).

5. Tessarini Júnior e Saltorato (2018) também fazem um levantamento de competências requeridas para a indústria 4.0, a partir de uma revisão bibliográfica (Figura 9).

Figura 9 - Competências requeridas para a indústria 4.0

Competências funcionais	Resolução de problemas complexos
	Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação
	Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações
	Operação e controle de equipamentos e sistemas
	Conhecimento estatístico e matemático
	Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura
Competências comportamentais	Flexibilidade
	Criatividade
	Capacidade de julgar e tomar decisões
	Autogerenciamento do tempo
	Inteligência emocional
	Mentalidade orientada para aprendizagem
Competências sociais	Habilidade de trabalhar em equipe
	Habilidades de comunicação
	Liderança
	Capacidade de transferir conhecimento
	Capacidade de persuasão
	Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

Fonte: Tessarini Júnior e Saltorato (2018)

6. Sallati e colegas (2019) elencam habilidades técnicas, metodológicas, sociais e pessoais como importantes. Segundo os autores, tais habilidades podem ser desenvolvidas nas chamadas "*learning factories*".

> *In the category of Technical Competencies, it is necessary that professionals possess state-of-the-art knowledge; present deep understanding of processes, especially of manufacturing processes [9], alongside with IT skills, such as understanding of cybersecurity issues, coding, and media skills [9,11,13].*
> *The Methodological Competencies comprise creativity; problem and conflict solving; decision making; analytical and research skills; and strong efficiency orientation.*
> *Social Competencies required from Industry 4.0 professionals include intercultural and language skills; communication and networking skills; the ability for teamwork, compromising and cooperation; ability to transfer knowledge; and leadership skills.*
> *The last category, Personal Competencies, requires professionals to have flexibility; tolerance to a job and task rotation; motivation to learn; ability to work under pressure; sustainable mindset; and compliance. Other mentioned skills that fall into this category are autonomy, responsibility, and entrepreneurial thinking (:204).*

7. Hecklau e colegas (2016) elencam 1) competências técnicas (*job-related knowledge and skills*); 2) competências metodológicas (*all skills and abilities for general problem solving and decision making*); 3) competências sociais (*all skills and abilities as well as the attitude to cooperate and communicate with others*); 4) competências pessoais *(an individual's social values, motivations, and attitudes*). Qualificação, por outro lado, é o processo de desenvolver competências através de treinamento e educação. A partir desse ponto, o *paper* monta um modelo de competências (Figura 10 e Figura 11).

Não circular

Figura 10 - Derivações das competências principais para desafios identificados

Economic challenges	*Ongoing globalization* Intercultural skills, language skills, time flexibility, networking skills, process understanding
	Increasing need for innovation Entrepreneurial thinking, creativity, problem solving, work under pressure, state-of-the-art knowledge, technical skills, research skills, process understanding
	Demand for higher service-orientation Conflict solving, communication skills, ability to be compromising , networking skills
	Growing need for cooperative and collaborative work Ability to be compromising and cooperative, ability to work in a team, communication skills, networking skills
Social challenges	*Demographic change and changing social values* Ability to transfer knowledge, accepting work-task rotation and work related change (ambiguity tolerance), time and place flexibility, leadership skills
	Increasing virtual work Time and place flexibility, technology skills, media skills, understanding IT security
	Growing complexity of processes Technical skills, process understanding, motivation to learn, ambiguity tolerance, decision making, problem solving, analytical skills
Technical challenges	*Exponential growth of technology and data usage* Technical skills, analytical skills, efficiency in working with data, coding skills, understanding IT security, compliance
	Growing collaborative work on platforms Ability to work in teams, virtual communication skills, media skills, understanding of IT security, ability to be cooperative
Environm. challenges	*Climate change & resource scarcity* Sustainable mindset, motivation to protect the environment, creativity to develop new sustainable solutions
Political and legal challenges	*Standardization* Technical skills, coding skills, process understanding
	Data security & personal privacy Understanding of IT security, compliance

Fonte: Hecklau e colegas (2016)

Figura 11 - Competências agregadas por categorias

Category	Required competencies	Context
Technical competencies	State-of-the-art knowledge	Due to increasing job responsibility knowledge is getting increasingly important
	Technical skills	Comprehensive technical skills are needed to switch from operational to more strategic tasks
	Process understanding	Higher process complexity demands a broader and deeper process understanding
	Media skills	Increasing virtual work requires employees to be able to use smart media, e.g. smart glasses
	Coding skills	Growth of digitized processes creates a higher need for employees with coding skills
	Understanding IT security	Virtual work on servers or platforms obligates employees to be aware of cyber security
Methodological competencies	Creativity	Need for more innovative products, as well as for internal improvements, requires creativity
	Entrepreneurial thinking	Every employee with more responsible and strategic tasks has to act as an entrepreneur
	Problem solving	Employees must be able to identify sources of errors and be able to improve processes
	Conflict solving	A higher service-orientation increases customer relationships; conflicts need to be solved
	Decision making	Since employees will own higher process responsibility, they have to make their own decisions
	Analytical skills	Structuring and examining large amounts of data and complex processes becomes mandatory
	Research skills	Need to be able to use reliable sources for continuous learning in changing environments
	Efficiency orientation	Complex problems need to be solved more efficiently, e.g. analyzing growing amounts of data
Social competencies	Intercultural skills	Understanding different cultures, especially divergent work habits, when working globally
	Language skills	Being able to understand and communicate with global partners and customers
	Communication skills	Service-orientation demands good listening and presentation skills, whereas increasing virtual work requires sufficient virtual communication skills
	Networking skills	Working in a highly globalized and intertwined value chain requires the knowledge networks
	Ability to work in a team	Growing team work and shared work on platforms expects the ability to follow team rules
	Ability to be compromising and cooperative	Entities along a value chain develop to equal partners; every project needs to create win-win situations, especially in businesses with increasing project work
	Ability to transfer knowledge	Companies need to retain knowledge within the company; especially with the current demographic change, explicit and tacit knowledge needs to be exchanged
	Leadership skills	More responsible tasks and flattened hierarchies make every employee becoming a leader
Personal competencies	Flexibility	Increasing virtual work makes employees become time and place independent; work-task rotation further requires employees to be flexible with their job responsibilities
	Ambiguity tolerance	Accepting change, especially work related change due to work-task rotation or reorientations
	Motivation to learn	More frequent work related change makes it mandatory for employees to be willing to learn
	Ability to work under pressure	Employees involved in innovation processes need to cope with increased pressure, due to shorter product life cycles and reduced time-to-markets
	Sustainable mindset	As representatives of their companies, employees also need to support sustainability initiatives
	Compliance	Stricter rules for IT security, working with machine, or working hours

Fonte: Hecklau e colegas (2016)

A partir disso, os autores sugerem medir tais habilidades, com ajustes para cada departamento ou perfil de emprego, já que cada vaga específica requer competências diferentes. A partir deste estudo, fica mais claro que, dependendo do setor e do país, e do nível tecnológico, são necessárias diferentes combinações de habilidades, sendo difícil apontar um conjunto estático que se aplique a qualquer país e qualquer setor e que seja ao mesmo tempo profundo. Para o Brasil, será preciso um esforço de reflexão sobre a trajetória da indústria e da economia brasileira para, a partir dela, construir políticas para a formação e capacitação de recursos humanos adequados.

8. Pinzone e colegas (2017) discutem a evolução das habilidades necessárias para a Indústria 4.0 a partir de setores específicos e da tecnologia de cada setor. Segundo os autores, o estudo de um conjunto de características necessárias deve partir das condições materiais. A partir então de 5 setores (Operations Management, Supply Chain Management, Product-Service Innovation Management, Data Science Management, IT-OT Integration Management), os autores descrevem um conjunto de habilidades técnicas necessárias para cada uma dessas áreas (a partir de inputs de empresários destes ramos no norte da Itália). O artigo enfatiza que as habilidades (técnicas) elencadas são muito diversas de acordo com a área que se analisa.

4. Panorama da produção científica sobre habilidades para um mundo 4.0 a partir de análise de redes

Nas primeiras seções da presente Nota Técnica, foi mencionado o levantamento de produções científicas realizada na Web of Science. Como dito, a pesquisa inicial apontou que o termo habilidades era mais preciso para os objetivos do trabalho e, por isso, a pesquisa foi refeita em 24/07/2020 refinando os termos de busca de forma a garantir o uso de "*skill*". Assim, realizou-se uma segunda busca na *Web of Science* com a seguinte composição:

"*skill*" and ("*employ**" *or job*) and (*digital or 4.0*)

O objetivo da busca foi obter um conjunto de publicações internacionais representativo do debate acadêmico e científico sobre as habilidades necessárias a uma economia e sociedade digitais, com foco em educação e recursos humanos para o mercado de trabalho.

Foi feito também um recorte temporal para artigos a partir de 2010. Com efeito, o crescimento da relevância da temática foi facilmente perceptível: no primeiro ano da série foram encontrados 35 artigos; já em 2019 foram 288. No total, foram selecionados 1350 artigos. Em termos de países, Estados Unidos e Espanha foram os países com maior número de publicações (Tabela 1). Os 5 países que mais publicaram artigos que constam nesta base (em co-autoria com pesquisadores de outros países ou não) são os Estados Unidos (186 artigos) e Espanha (102), seguidos por Inglaterra (88), Alemanha (77), e Romênia (77). O Brasil está na vigésima posição, com 21 artigos, sendo 16 de autores exclusivamente brasileiros e 5 artigos em co-autoria, cada um com autores da Espanha, Portugal, França, Finlândia e Alemanha (em separado).

Tabela 1 - Ranking de número de artigos por país considerando os 19 países que mais publicaram artigos na rede construída

Número de artigos por país	
País	total
USA	186
SPAIN	102
ENGLAND	88
GERMANY	77
ROMANIA	76
AUSTRALIA	67
RUSSIA	65
ITALY	56
MALAYSIA	42
SLOVAKIA	37
SOUTH AFRICA	35
INDIA	34
CANADA	30
PORTUGAL	29
FINLAND	29
NETHERLANDS	28
PEOPLES R CHINA	27
GREECE	22
BRAZIL	21

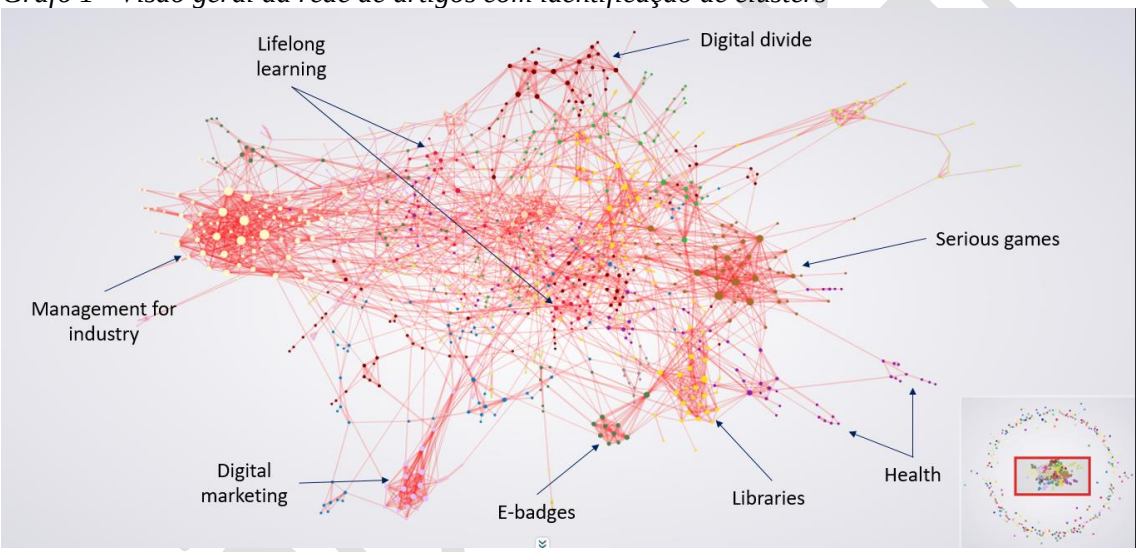
Fonte: Web of Science. Elaboração: CGEE
Nota: Apenas os 19 países com maior produção no levantamento

Não circular

Quanto aos temas, os 1350 artigos encontrados demonstraram o crescimento do tema não apenas em termos quantitativos mas também em relação à sua penetração em debates sobre campos específicos da formação profissional, tais como marketing e enfermagem. Os artigos demonstram também a relevância ao redor do mundo do enfrentamento da desigualdade e exclusão digital (*digital divide*), seja em termos de renda, gênero ou região. O levantamento demonstra também o reconhecimento dos desafios de novos gestores e líderes de organizações frente a uma nova estrutura produtiva. Os novos desafios da educação dos chamados nativos digitais e da requalificação profissional também são percebidos nos artigos levantados, com destaque para busca por novas formas de ensino-aprendizagem (*e-learning*) e o uso crescentes de jogos eletrônicos, e-portfólios e *storytelling* como ferramentas de desenvolvimento pessoal e de habilidades específicas.

O conjunto de documentos foi analisado com o apoio de uma rede de similaridade semântica que facilitou a identificação temática por meio de agrupamentos (*clusters*). A rede foi construída com uso das ferramentas *Insight Net* e *Insight Net Browser* desenvolvidas pelo CGEE. O grafo 1 abaixo mostra a rede construída, onde cada ponto (nó) representa um artigo científico, aproximado de outros nós com conteúdo semanticamente próximos.

Grafo 1 - Visão geral da rede de artigos com identificação de clusters



Fonte: Elaboração própria da rede no software Gephi 0.9.2

O primeiro ponto a notar é que, ainda que tenha sido feito um refinamento da busca, verifica-se um conjunto expressivo de artigos focados na discussão de capacidades organizacionais de indústria e firmas em seu processo institucional de digitalização (pontos amarelos na parte esquerda da rede). No centro da rede, encontram-se variados grupos de artigos cujas temáticas se entrelaçam em torno do debate geral sobre a necessidade de recursos humanos qualificados como fator de produção do sistema produtivo, bem como de novas formas de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades consideradas essenciais. Já nas bordas da rede há vários grupos com temas específicos sobre formações, certificações e setores diretamente influenciados pela digitalização. Alguns temas de interesse identificados na rede (*clusters*) foram os seguintes e estão desenvolvidos a seguir.

a) Capital humano enquanto fator de produção da indústria 4.0

Ainda que o impacto da digitalização ultrapasse o setor industrial e atinja progressivamente o trabalho e as ocupações de diversas naturezas, parece verdade que, no presente, o emprego industrial é impactado de forma mais imediata e perceptível pela digitalização do que outros setores e empregos. Assim, não causa estranhamento que uma parte considerável dos artigos levantados na *Web of Science* enfoquem o capital humano para a indústria. Em outras palavras, as habilidades e a formação dos trabalhadores são analisadas

enquanto aprimoramento de um fator de produção que permanece sendo relevante na indústria: os recursos humanos. Assim, é possível identificar artigos que tratam da qualificação para setores específicos à luz de seus processos de mudança tecnológica; e também artigos que tratam especificamente das novas formas de gestão das *smart factories*. É importante notar que, mesmo em artigos com foco industrial e/ou setorial, as habilidades socioemocionais são destacadas como relevantes e transversais, como no artigo *"Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies"* (Jerman, Pejić-Bach, Aleksić, 2020), recém-publicado em 2020 por autores da Eslovênia e da Croácia.

> *This paper increases understanding of the concept of smart factories system and its implementation in the automotive industry in terms of addressing necessary changes in human aspect of system, namely, employees' competencies, as well as to new job profiles. A qualitative research approach was used by utilizing a case study of the automotive industry in Slovenia. For the purpose of data collection, we used a semistructured interview on a sample of experts from governmental, educational, and private automotive sectors. In order to analyse gathered data, we used the method of content analysis. Research results indicate that significant changes are essential in the transformation from traditional to a smart factory system, especially regarding organizational mindset, the architecture of system and its processes, and the inclusion of Industry 4.0 technologies at all levels. Also, results indicate changes are essential regarding future job profiles and competencies. Although there are different perceptions about future jobs and competencies needed for Industry 4.0-induced changes, depending on the sector in which the expert is employed, there is an overall agreement that job profiles related to programming, mechatronics, robotics, data analysis, Internet of Things, design, and maintenance of smart systems, process analysis, and bionics are the new job profiles needed in smart factory systems. In addition to the high emphasis on technical skill and knowledge, soft competencies are considered important, as well as competencies of continuous learning, flexibility, creativity, problem solving, critical, and analytical thinking* (Jerman, Pejić-Bach, Aleksić, 2020).

b) Setor de saúde / saúde pública

É possível identificar dezenas de artigos cujas temáticas interligam o debate das habilidades e da digitalização ao setor de saúde. Dentre eles, uma parte significativa aborda diretamente questões relativas à formação dos profissionais de saúde, seja em termos de incorporação de novas tecnologias na atuação profissional (em particular no ensino de enfermagem), seja em novas formas de ensino e aprendizagem em espaços formais de ensino. Os quatro artigos abaixo exemplificam essa abordagem:

- O artigo canadense "*Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy*" (Khan e colegas, 2018) busca medir a efetividade do uso de simulações de realidade virtual para o treinamento de trabalhadores da saúde. Esta metodologia foi comparada à tradicional de treino com o paciente, treino usando outra forma de simulação de simulação ou nenhum treino.
- O artigo "*Healthcare professionals' competence in digitalisation: A systematic review*", de pesquisadores do Japão e da Finlândia (Konttila e colegas, 2019), trata das competências digitais no contexto de assistência à saúde como um aspecto fundamental para a segurança dos pacientes. Segundo o estudo, profissionais da saúde precisam de ter motivação e vontade para adquirir experiência na digitalização em seu contexto profissional.
- O inglês/australiano "*Gaming in Nursing Education*" (Pront e colegas, 2018) investiga o uso de videogames para o aprendizado de enfermagem. Segundo o estudo, foram identificados potenciais benefícios do uso da metodologia para a tomada de decisões, motivação, lógica, entre outros.

Não circular

- O artigo de pesquisadores australianos "*Digital Health and Professional Identity in Australian Health Libraries: Evidence from the 2018 Australian Health Information Workforce Census*" (Gilbert e colegas, 2020) examinou a força de trabalho na área de biblioteconomia da saúde na Austrália e seu progresso quanto a capacidades digitais.

Ainda no campo da saúde, mas sob outra perspectiva, foram identificados artigos em que a saúde mental é apontada um fator importante para a performance de líderes e equipes. Nessas abordagens frequentemente é destacada a necessidade do desenvolvimento de habilidades de gerenciamento de equipes para resolução de conflitos, equilíbrio emocional e motivação, como nos artigos:

- O artigo de pesquisadores alemães "*Development and Evaluation of Digital Game-Based Training for Managers to Promote Employee Mental Health and Reduce Mental Illness Stigma at Work: Quasi-Experimental Study of Program Effectiveness*" (Hanisch e colegas, 2017), que buscou desenvolver e avaliar um programa de treinamento baseado em um jogo digital para promover a saúde mental dos trabalhadores e reduzir os estigmas quanto a doenças mentais no trabalho.
- O artigo de pesquisadores de Hong Kong "*Evaluation of a Web-Based Social Network Electronic Game in Enhancing Mental Health Literacy for Young People*" (Li e colegas, 2013), que investigou a eficácia de um jogo eletrônico em rede social em aumentar o conhecimento sobre saúde mental e desenvolvimento de skills por parte de pessoas jovens.

c) Futuro do jornalismo, novas habilidades para mídias digitais e marketing

O futuro do jornalismo também é um tema abordado por uma série de artigos da rede construída. A produção de artigos sobre esse tema é bastante recente, aparecendo sobretudo a partir de 2015. Os países que aparecem com maior frequência nas discussões são os Estados Unidos, a Espanha e a Alemanha.

O debate gira sobretudo em torno do futuro da profissão, de como a digitalização impacta o trabalho nesse setor e quais habilidades serão requeridas no para esses profissionais. O artigo russo de Salnikova (2019) ("*Robots versus journalists: does journalism have a future?*"), por exemplo, analisa as mudanças provocadas pela digitalização na profissão de jornalista e destaca a visão de estudantes da área sobre o futuro que os aguarda na profissão.

> *The article deals with the prospects of robotization of a big part of journalists' work that may lead to redundancies in the media industry, transformation of traditional professional skills and emergence of new standards and competencies. The topicality of the article is proved by the need to explore the new boundaries of journalism as a profession. The author analyzes both types of work that can be automated, and those journalist activities where artificial intelligence cannot replace a human. The subject of the study is the data of the most recent researches, sociological surveys and statistics on transformation of the current media market and the new requirements for media-workers' competencies in the context of the digital revolution. Basing on extensive factual material and experts' forecasts, the author infers that it is high time for media professionals to extend the range of competencies and determine a related professional niche to secure them a job in case of redundancies caused by robotization. The original results of a sociological survey carried out at the Department of International Journalism of MGIMO University build up the scientific novelty of the article. The aim of the survey was to find out and analyze the undergraduate students' vision of their work prospects as journalists, to correlate their career plans and employers' demand, and to identify their readiness to adapt to the new media practices. The results of the survey bring the author to the conclusion that it is necessary to radically update the current syllabi to focus on the most recent information and communication technologies* (Salnikova, 2019).

Não circular

O caso específico do marketing digital ("*digital marketing*") é tratado de forma semelhante: especialmente a partir de 2017, o debate trata da situação de mercado para os atuais e futuros profissionais da área, em termos de possíveis ameaças e oportunidades, assim como possíveis competências a serem adquiridas para que o profissional se mantenha relevante. O debate sobre este tema é muito presente em países como Estados Unidos, Inglaterra, Austrália e Romênia.

Um exemplo de artigo neste tema é o italiano de 2019 ("*Employability skills for future marketing professionals" por* Gregorio e colegas, 2016), que trata exatamente de avaliar qual seria o *skillset* necessário para que profissionais tenham sucesso na sua carreira, levando em conta as transformações digitais.

d) Biblioteconomia e arquivologia: as novas bibliotecas e formatos de curadoria

Dentre as profissões afetadas de forma mais direta e imediata pelo processo de digitalização está certamente a de arquivistas e bibliotecários de maneira geral. Os artigos levantados abordam essa questão e, assim como no debate sobre o futuro do jornalismo, inclui os desafios da atividade profissional e incorporação de novas tecnologias e também as necessidades de atualização da formação dos novos bibliotecários e arquivistas. Como exemplo, um artigo estadunidense de Ratledge e colegas (2017) ("*An analysis of the changing role of systems librarians"*) analisa como a adoção de novas tecnologias na gestão das bibliotecas alterou as funções e responsabilidades dos bibliotecários, assim como as competências buscadas pelos empregadores. Os Estados Unidos são um país bastante presente nessa discussão, mas é interessante notar que o tema é relevante independente do grau de desenvolvimento do país, havendo também artigos de autores de países tão diversos como África do Sul, Irã, Botswana e Nigéria.

e) Aprendizagem para novas gerações e letramento digital

Como esperado, muitos dos artigos da rede tratam da aprendizagem para novas gerações. Alguns tratam do ensino para novas gerações em setores e profissões específicos, como visto anteriormente. Outros tratam da aprendizagem de forma mais geral.

Um grupo de artigos trata a questão do aprendizado de habilidades técnicas e socioemocionais para jovens. Em particular, são tratados os métodos de ensino e das expectativas que existem sobre o ensino para jovens. Na Croácia, por exemplo, foi desenvolvido um estudo (Lasić-Lazić e colegas (2017) *"Students' atitudes toward computer science in elementary school"*) que destaca a importância do ensino de informática a partir do ensino básico e interrogou futuros professores do ensino primário e secundário sobre a importância da temática e a carga horária que deveria ser implementada nas escolas. De forma geral, os países que tratam com mais frequência dessa temática são Austrália, Alemanha, Itália e Portugal. O tema ganhou força a partir de 2017.

Porém, a questão do ensino de jovens vai além da simples análise do que deve ser inserido em sua carga horária. De fato, para ensinar a uma geração imersa no digital desde o seu nascimento, é preciso adaptar os métodos de ensino e preparar aqueles que vão ensinar. Desta forma, um segundo grupo de artigos trata mais especificamente da importância do letramento digital ("*digital literacy*") dos professores. Em particular, o letramento digital é destacado como uma habilidade básica a ser desenvolvida como qualificação de professores visando a incorporação efetiva das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nos processos de educação de alunos nativos digitais, e futura força de trabalho, em uma economia altamente digitalizada. Um artigo de pesquisadores de Cingapura (Lin e colegas (2016), *"Levelling up teachers' ICT competencies: a departments approach to ICT integration"*) trata exatamente desta questão. Os autores destacam as medidas tomadas pelo Ministério da Educação local para driblar a desconfiança dos professores e formá-los aos novos desafios.

f) Novas formas tecnológicas de ensino: gamificação, *serious games*, realidade aumentada e *storytelling*

As transformações tecnológicas que provocam uma mudança na forma de ensinar, como visto anteriormente, também oferecem novas ferramentas que podem ajudar nessa transição.

Na rede construída, destacou-se o conceito de "*serious games*"[6], ferramentas utilizadas para tratar do uso de jogos eletrônicos para o aprendizado: são jogos cujo propósito principal não é o entretenimento. A discussão sobre gamificação do ensino parece ser bastante ampla, uma vez que existe uma conferência internacional sobre o tema que é realizada anualmente há dez anos. Os temas tratados neste *cluster* se aplicam tanto a ensino e práticas pedagógicas para ensino fundamental - como ferramenta de desenvolvimento de habilidades socioemocionais como trabalho em equipe -, quanto para requalificação de profissionais para o mundo do trabalho 4.0.

Um artigo grego de Tsalapatas e colegas (2017) *("Serious games for building digital skills for employability"*) trata de um projeto que usa *serious games* como forma de desenvolver competências digitais em estudantes do ensino secundário.

> *The EMPLOY project aims to help bridge the skills mismatch in the job market by building digital competences for employment among secondary education students. The project aims to achieve this objective through active, experiential learning approaches that expose learners to the way digital skills may be applied in work contexts. EMPLOY develops a serious game, namely a digital game designed for learning, through which learners build broad digital skills useful in work contexts* (Tsalapatas e colegas, 2017).

Karagozlu (2018), de Chipre ("*Determination of the impact of augmented reality application on the success and problem-solving skills of students*") analisa outro aspecto importante que emerge neste *cluster*, que é a realidade aumentada. No *paper*, analisa-se o ensino de ciências a partir da realidade aumentada e o impacto desta aplicação do desenvolvimento dos alunos e em suas habilidades de resolução de problemas.

Outro tema recorrente no cluster é o uso de *storytelling* para o ensino como forma de transmissão e fixação de conteúdo.

Não circular

[6] *"A serious game or applied game is a game designed for a primary purpose other than pure entertainment. The "serious" adjective is generally prepended to refer to video games used by industries like defense, education, scientific exploration, health care, emergency management, city planning, engineering, and politics" (ATSE, 2020).*

g) Novas formas de valorização de competências: *e-portfolios e storytelling* como ferramenta de desenvolvimento de habilidades e *e-badges*

Estes três temas (*e-portfolios, storytelling* e *e-badges*) estão interligados e muitas vezes aparecem juntos em estudos de caso e artigos identificados. Os portfólios e certificados eletrônicos são frequentemente relacionados a novas estratégias de ensino mas também de certificação, destacando a crescente necessidade de veicular currículos online, comprovar habilidades adquiridas de forma informal e realizar um pareamento entre perfil de competências da força de trabalho e habilidades requeridas pelos empregadores.

Os *e-portfolios* (portfólios online), além de serem um recurso importante na busca de emprego em um mercado cada vez mais digitalizado e exigente, também vem sendo utilizados como método de desenvolvimento de capacidades específicas ou ainda em alguns casos como motivação para a aprendizagem. Essa temática é tratada sobretudo na Austrália e na Rússia e aparece sobretudo a partir de 2017. Em outro grupo de artigos identificado destaca-se o uso múltiplo do conceito de narrativa digital ("*digital storytelling*") para o ensino (por exemplo ensino de idiomas) mas também como habilidade importante para jovens na busca de empregos. EUA, Malásia e Romênia são países muito envolvidos na discussão, que existe ao menos desde 2010, mas que conheceu grande ascensão a partir de 2014, com pico em 2018.

O artigo romeno de Sava e Malita (2010) ("*Learn about finding jobs from digital storytelling and ePortfolios through the L@JOST project*") faz a ponte entre essas novas abordagens, mostrando o potencial de seu uso conjunto. As autoras defendem o uso destas ferramentas em um projeto que visa ajudar jovens a adquirir experiências, dessa forma os auxiliando na busca por empregos melhores.

> *To be effective in the 21st century, citizens and workers must be able to exhibit a range of functional and critical thinking employability skills related to information, media and technology. Due to the global economic crisis, for the graduating students or students looking for a job it is perhaps more hard than ever to success on the job market. They must use every tool they know to express them, and to reflect their knowledge, competences and related skills. As digital storytelling and ePortfolio are innovative tools which could be successfully used in teaching and learning, we have been tried to combine them and to extend their usability for a job searching learning experience. Through the L@JOST project, by learning from ex-students successful digital stories experiences, by employers points of view and feedback, and, consequently, by providing some ePortfolios construction tips we hope to avoid such situations for students going to graduate and to guide them to successfully approach the job market, and more than that, to find a proper job, according with their competences, abilities and skills. Through this paper, according with the target group feedback, and, consequently, through the project outputs, we will offer some insightful inputs from Romanian perspective and for students going to graduate and who are looking for a job*
> (Sava e Malita, 2010).

Um terceiro grupo dá ênfase a uma nova forma de certificação para habilidades e/ou experiências em espaços não formais de ensino. Essas certificações, chamadas de badges digitais, fazem parte do chamado *informal learning*, são oferecidas por diversas instituições (*Mozilla Open Badges*, por exemplo) e cada vez mais reconhecidas no mercado de trabalho. Os países mais ativos nas pesquisas sobre esse tema são os EUA e Finlândia.

Também podemos observar conexões entre os e-badges, os e-portfolios e ainda a gamificação, já tratada anteriormente, como em artigo do pesquisador tcheco Štogr (2012) ("*Badges for (lifelong) learning - gamification, enhanced visibility of reached achievements and continuous building of e-portfolio as data source for learning analytics*").

Não circular

The lifetime of skills and particular knowledge is getting shorter. In parallel, the new skills are obtained as a part of the lifelong learning process. Only a part of these processes is actually recognized and even fixed in a form of degrees, certificates and references. The diversity of both personal learning environments and situations when you have to present yourself in a specific way (e.g. to the potential employer or group of friends) demands the flexible and transparent system that enables continuous building of e-portfolio of reached achievements and learning goals. The huge potential in this field is presented by the Open Badge Infrastructure created by The Mozilla Foundation. This infrastructure supports so-called "badges" granted from any issuer to anybody in the form of a digital picture. Such a file is the independent digital object with encoded information about parameters of reached achievement, issuer, earner etc. Integration of such a tool into the existing content management systems (CMS), learning management systems (LMS), e-portfolio systems, (digital) social networks, online service providers including games and also intranets could lead to the unique distributed personal learning analytics data source. This paper describes briefly the current status of implementation and also risks, threats and weaknesses of such an infrastructure (Štogr, 2012).

h) Exclusão digital: necessidades especiais e acesso, gênero e diferenças geracionais

Por fim, um tema central tratado no grupo de artigos selecionados é a exclusão digital ("*digital divide*"). Em um país como o Brasil, com alta desigualdade, este tema é de extrema importância. Observa-se quatro grandes vertentes dentro deste grupo, com destaque para estudos advindos de dois países: Espanha e Estados Unidos.

A primeira vertente é uma análise sobre desigualdade de pessoas com necessidades especiais frente à capacidade de aquisição de habilidades. Essa discussão é liderada pelos Estados Unidos.

Na segunda vertente, a Espanha lidera os estudos sobre a desigualdade no acesso à internet e nos seus impactos como fator de disparidade no desenvolvimento de habilidades.

Uma terceira trata da desigualdade sob o prisma do gênero, e também é mais estudada pela Espanha. Um artigo interessante nesta temática é iraniano, de Dehghan (2010) ("ICT and gender digital divide in Iran").

ICT (Information and Communication Technologies) increase women's media literacy, job opportunities and the possibility of tele-working and at the same time they support men's interests, traditional norms and existent values in terms of gender division of labor at the cost of domination of women in Iran. The aim of this article is to examine the opportunities and threats of ICT on gender inequality in Iran. Gender differences happen through a socialization process first in the family, and later on, the educational system. If women have not enough opportunities in terms of access to the ICT and job opportunities in the way that men do, any flicker of hope in improving women's social status in order to achieve gender equality is meaningless (Dehgan, 2010).

Em uma quarta vertente, os EUA tratam mais especificamente das desigualdades geracionais: crianças, estudantes, famílias, pais. É uma temática que já vem de mais longe: em 2011-2012 já haviam discussões sobre o tema, porém pondera-se que o recorte escolhido para artigos nesse estudo é a partir de 2010.

Não circular

5. Recomendações: monitoramento das habilidades da força de trabalho, currículos, metodologias de ensino e exclusão digital

No decorrer do desenvolvimento deste panorama e à luz da experiência internacional, evidenciou-se a importância da disponibilização e monitoramento de dados e informações sobre as habilidades e capacidades da força de trabalho brasileira, de forma estruturada e perene, de forma a viabilizar iniciativas que promovam o pareamento entre oferta e demanda de qualificações no mundo 4.0. Para tanto, é necessário informações específicas sobre qualificações, hoje ainda não disponíveis no Brasil. Esta é uma questão estratégica para o desenvolvimento do país, como se pode perceber pela implementação de sistemas de monitoramento implantados por alguns países. De fato, há, na atualidade, diversos sistemas de monitoramento de habilidades nacionais/de blocos de países, que auxiliam os Estados no planejamento educacional e econômico. Ter conhecimento sobre a qualificação de sua própria força de trabalho e quais as habilidades mais necessárias é uma questão estratégica. Formas de medir competências específicas (*e-badging*) e de mostrar tais competências (*e-portfolios*) são necessárias. Há algumas plataformas disponíveis neste sentido no mercado (como as citadas *Coursera* e *LinkedIn*), como a nota mostrou, e podem ser melhor aproveitadas no Brasil.

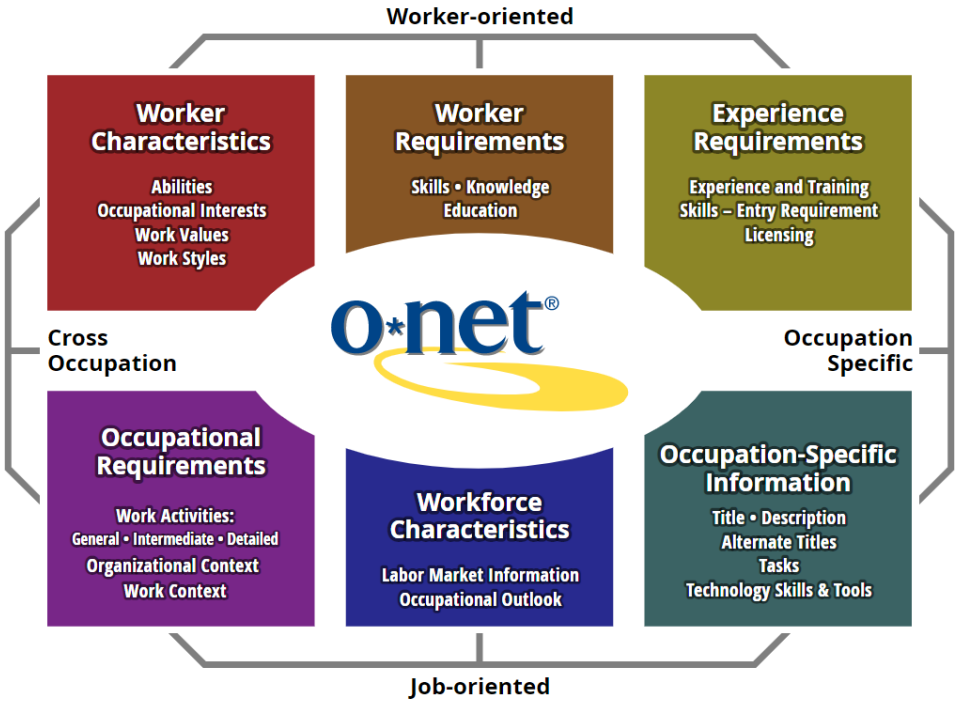
Na Europa, há um mapeamento constante das necessidades do mercado e habilidades da força de trabalho. A União Europeia tem mecanismos para medir as competências de sua força de trabalho, através da "European e-Competence Framework" (e-CF). A abordagem não se baseia em perfis de vagas de emprego mas em competências e elenca 5 níveis de proficiência possíveis em cada uma das 41 competências elencadas (European e-Competence Framework (2020).

> *With regard to ICT-related competences, the European "e-Competence Framework" provides 40 competences, including skills and knowledge requirements, which can be used across Europe. Similarly, the EDISON project is working on the development of a "Data Science Competences Framework" that includes: competence groups, big data and analytics tools and programming languages. It is worth noting that the above-mentioned frameworks were not developed with a specific focus on Industry 4.0 but they represent a useful starting point for the identification of relevant skills and the analysis of their evolution in Industry 4.0 (Pinzone e colegas, 2017:2).*

Os EUA contam com o O*NET, fonte de informação sobre a força de trabalho qualificada do país. A Figura 12 mostra o modelo que baseia o trabalho do O*NET (2020).

Não circular

*Figura 12 - The O*NET® Content Model*

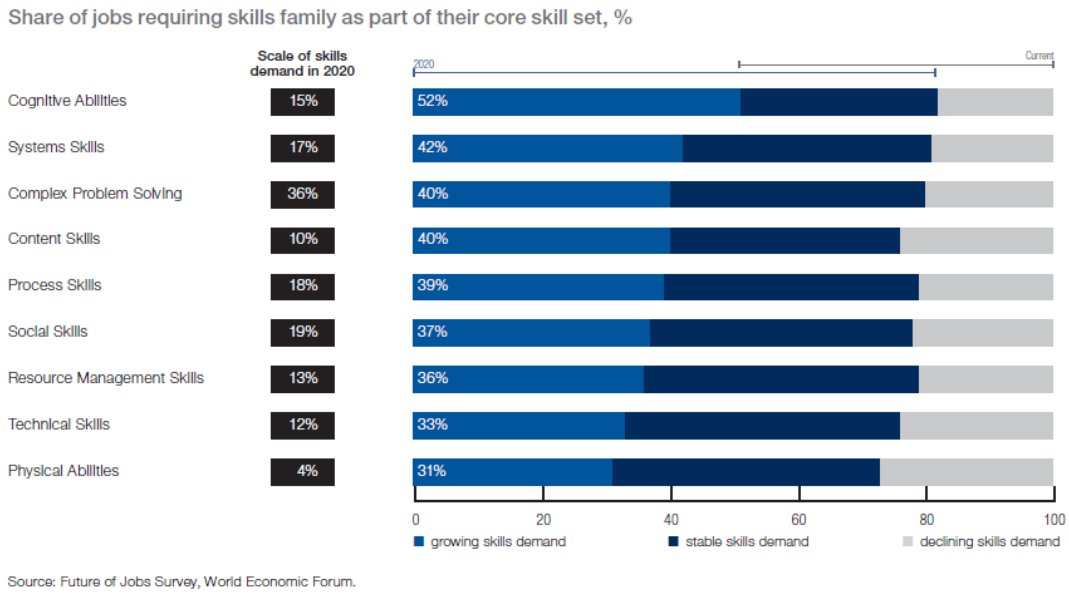


Fonte: O*NET (2020)

No campo "*experience requirements*", há uma lista de diversas habilidades necessárias para a força de trabalho estadunidense, tais como habilidades básicas (leitura, escuta ativa, escrita, fala, matemática, ciência, pensamento crítico, aprendizado ativo, estratégias de aprendizado e monitoramento), habilidades multifuncionais, tais como habilidades sociais (percepção social, coordenação, persuasão, negociação, instrução, disposição para servir), habilidades para resolução de problemas complexos, habilidades técnicas, de sistema e para alocar recursos de forma eficiente. Além disso, são citadas habilidades relativas a conhecimento e educação.

A metodologia dos EUA, inclusive, serve de inspiração para diversos estudos nesta área, para monitorar as habilidades necessárias no presente e estimar as que serão necessárias no futuro. A partir de uma pesquisa realizada com indústrias em diversas partes do globo, WEF (2016) chega à seguinte dinâmica relativa às habilidades relacionadas ao *corework* (trabalho principal) a partir da metodologia de O*NET (Figura 13).

Figura 13 - Mudanças na demanda por habilidades relacionadas ao corework, 2015 - 2020, todas as indústrias

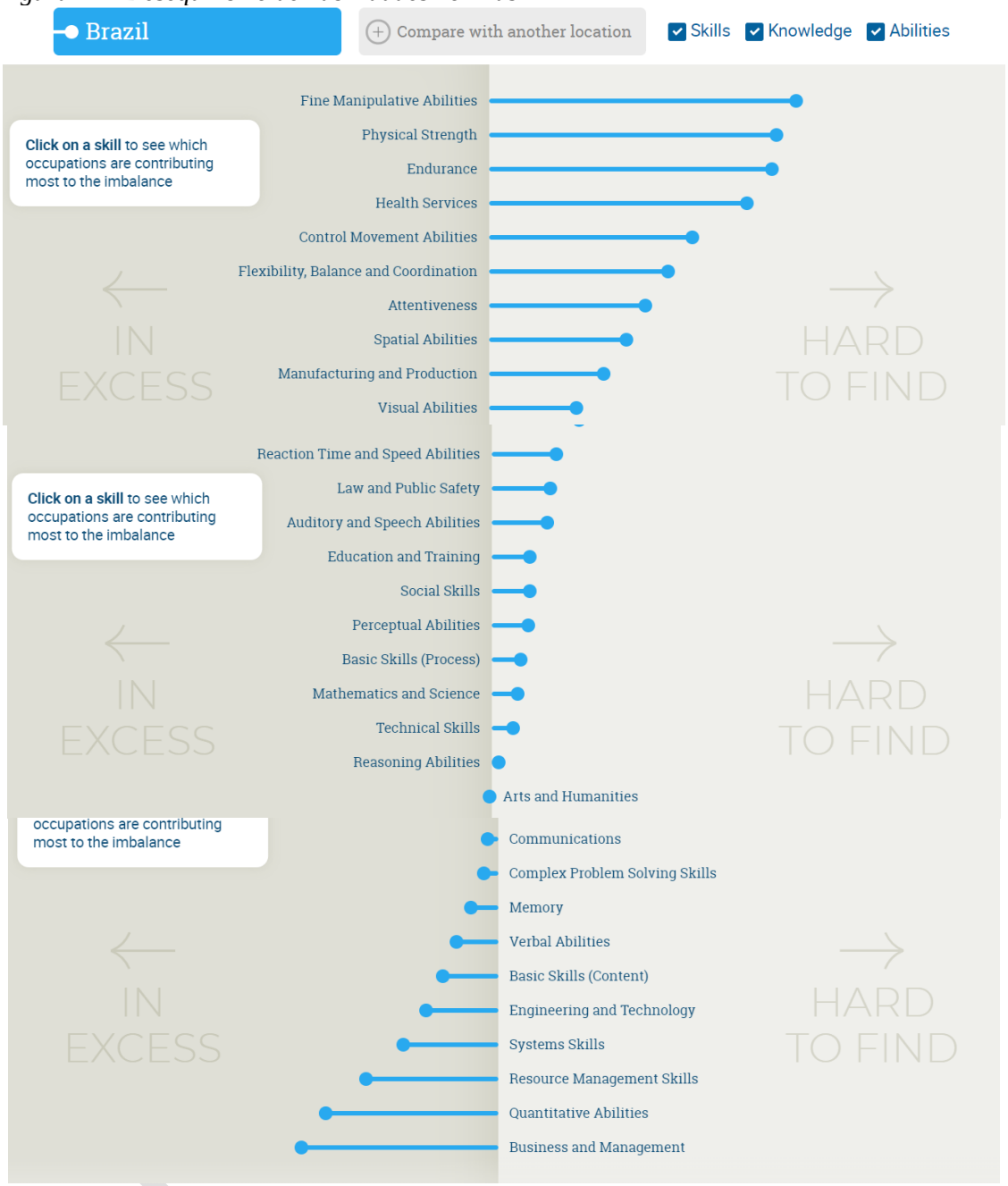


Fonte: WEF (2016)

A OCDE também tem interessantes meios de medir habilidades de sua força de trabalho, através da ferramenta OECD "*Skills for Jobs*", com dados interativos em seu site para avaliação das habilidades em excesso ou falta em cada um dos países do grupo (OECD, 2020). O Brasil inclusive aparece na base de dados da instituição (Figura 14). É possível, com a ferramenta, avaliar as habilidades necessárias para executar diversas profissões, inclusive com a opção de avaliar quais as necessidades necessárias para mudar de carreira dentro de um mesmo país.

Não circula

Figura 14 - Desequilíbrio de habilidades no Brasil



Fonte: OECD (2020)

Com este mapeamento de sistemas de monitoramento da qualificação da força de trabalho, a primeira recomendação é que **é preciso pensar um sistema de monitoramento de habilidades no Brasil como realizado por outros países/blocos**. Há, no entanto, outras recomendações de políticas públicas que surgem deste trabalho.

Um item recorrente na literatura, abordado anteriormente nesta nota, são novas formas de ensino como os *serious games*, a *gamificação* da educação, *storytelling* ou a realidade aumentada. Seria interessante ampliar seu uso no Brasil, seja na educação básica, técnica/tecnológica ou superior. A vantagem deste tipo de abordagem/tecnologia é que ela é motivadora para gerações mais digitalizadas. Entretanto, seu uso precisa ser planejado e concebido de forma especializada, isto é, voltado especificamente para um público e um contexto específicos. É preciso desenvolver o conteúdo a partir da interação de professores e desenvolvedores conhecedores dos objetivos e contextos onde serão aplicados. Não se trata apenas da importação de conteúdo pronto, mas de algo customizado para a realidade brasileira. Para tanto, **a qualificação constante de professores**

e seu letramento digital é o ponto de partida para a viabilização do desenvolvimento e incorporação de novos métodos e ferramentas de ensino. A implantação de laboratórios digitais para desenvolvimento de materiais didáticos digitais pode ser um complemento interessante.

Outro ponto de destaque recorrente na literatura analisada são as chamadas "*learning factories*", com diversos formatos e objetivos possíveis, em especial na Europa. Schallock e colegas (2018) apontam que nas *learning factories* os participantes (estudantes ou profissionais) precisam não só conhecer as tecnologias, mas aprender como escolher as tecnologias corretas para cada situação, o que faz os estudantes desenvolverem outras competências que não somente as técnicas, propriamente ditas. Um formato de interesse aplicado no Brasil é o relatado por Sallati e colegas (2019):

> *The new trends originated from the Industry 4.0 paradigm have changed the design and development scenario, as well as the sets of skills required from professionals. Therefore, product engineers, as well as engineering students in universities, should develop new skills and meet these new market requirements. One alternative to preparing new professionals is through learning environments in cooperation with universities. These learning environments, also called learning factories to enable the transference of knowledge on processes and methods to students through the introduction of a factory concept in the academic environment, in which students can apply the acquired theoretical knowledge in real industry situations (:203).*

Aponta-se na literatura, no entanto que a construção/adoção de novas metodologias precisa levar em consideração as características da geração em questão (Cotet e colegas, 2020): a interação com a tecnologia e com o mundo 4.0 são muito diferentes para um nativo digital que para uma pessoa de geração mais antiga, em geral. Precisa-se levar em consideração também a geração dos professores e a necessidade, em alguns casos, de treinamento dos professores para a adoção de novas metodologias, como destacado anteriormente em relação à gamificação, por exemplo.

Sobre currículos e habilidades para um mundo 4.0, destacamos que a rede criada traz 17 artigos específicos sobre o tema, sendo 3 dos EUA, 3 da Inglaterra, 1 de Taiwan, 1 da Croácia, 1 da Indonésia, 1 da Espanha, 1 da Sérvia, 1 da Nigéria e 1 conjunto de pesquisadores da Arábia Saudita e Jordânia. Quase todos os estudos tratam de nichos muito específicos (setores e países), **reforçando a ideia de que, para uma análise profunda sobre a necessidade de adaptar currículos a um mundo 4.0, é preciso delimitar setores, campos do conhecimento, níveis tecnológicos.** Isto se reflete na diversidade encontrada nos artigos sobre a temática de currículos. No conjunto de 17 artigos, trata-se de: colaboração de instituições de educação superior com instituições de tecnologia para repensar currículos de administração; medição de nível de habilidades digitais de estudantes do ensino fundamental em uma determinada escola; necessidade de formação de habilidades específicas (no campo das pesquisas forenses, no campo de desenho industrial (desenho de moldes) e de estudantes de línguas modernas); novas formas de ensinar marketing digital; a necessidade de inserir conteúdos locais no currículo de estudantes do ensino médio em uma escola em Bandung (Indonésia); a busca de um currículo que supere a exclusão digital de pessoas com deficiência; uso de tecnologia por estudantes de marketing do sexo feminino; a necessidade do ensino de manutenção de sistemas de DVD e home theater para estudantes de cursos técnicos na Nigéria; o uso de *software-defined radios* para facilitar sistemas multidisciplinares; o uso de tecnologias de e-learning para ampliar as capacidades criativas e de resolução de problemas; uma investigação sobre o conteúdo e dinâmicas de um conjunto de currículos das áreas de comunicação sem fio; e um sobre a aceitação de um tipo de currículo virtual (*e-portfolio*) por parte de estudantes universitários na Malásia.

Outra sugestão, a partir de Accenture (2018), é de apostar no desenvolvimento de competências humanas duradouras, cada vez mais relevantes no mercado de trabalho, além de novas habilidades técnicas. Estas sugestões são recorrentes na literatura, como no trecho a seguir.

> *Although there are different perceptions about future jobs and competencies needed for Industry 4.0-induced changes, depending on the sector in which the expert is employed, there is an overall agreement that job profiles related to programming, mechatronics, robotics, data analysis, Internet of Things, design, and maintenance of smart systems, process analysis, and bionics are the new job profiles needed in smart factory systems. In addition to the high emphasis on technical skill and knowledge, soft competencies are considered important, as well as competencies of continuous learning, flexibility, creativity, problem solving, critical, and analytical thinking (Jerman, Pejić Bach, Aleksić, 2020).*

Uma última questão a se abordar, dentre as recomendações, é a *digital divide*, algo muito visível no Brasil. Isso se soma ao desafio da desindustrialização precoce que ocorre no país.

Para o Brasil, a percepção pública sobre ciência, tecnologia e inovação possui diferenças marcantes a partir de aspectos como escolaridade e renda (CGEE, 2015), o que pode estar ligado aos referidos diferenciais de renda na sociedade brasileira. Brasil é, na comparação com a OCDE (2018), um dos países com maior diferencial de renda entre uma pessoa com educação superior e uma pessoa sem diploma de educação superior. Na sociedade brasileira, o acesso à educação, em especial a educação superior, é um grande marcador de distinção social, de ascensão social, e que marca fortemente a trajetória dos trabalhadores. Um dos exemplos é a taxa de emprego formal entre os trabalhadores com educação superior completa, constantemente mais alta que o conjunto dos trabalhadores brasileiros (IBGE, 2019). Em relação a profissionais com doutorado, a média é ainda mais alta, com variações não muito significativas entre as grandes áreas do conhecimento. Os profissionais com título de doutorado em cursos de Ciências Sociais Aplicadas, por exemplo, possuem taxa de ocupação formal em torno de 80% (CGEE 2020).

Também, homens estão mais interessados na área, como argumenta Bonini et alli (2020). A idade também é um fator importante de interesse declarado em ciência e tecnologia, com o interesse declarado caindo com o avanço da idade (CGEE, 2015). Porém, como o Brasil ainda se encontra no boom demográfico, tal questão pode ser ainda amenizada.

IEDI (2020) destaca que um dos grandes entraves para a digitalização da América Latina é a desigualdade. Segundo o estudo, desde 2008, o crescimento do índice de digitalização ocorreu de maneira muito mais rápida que o índice de desenvolvimento do capital humano, o que traz implicações para a capacidade de difusão destes instrumentos no sistema econômico. Desigualdades sociais e desigualdades entre empresas grandes e micro/pequenas empresas seriam entraves para ampliar o potencial da região nesse sentido. Neste sentido, é necessário pensar em políticas para superar o digital divide no Brasil, observando aspectos da desigualdade de gênero, pessoas com necessidades especiais, desigualdades geracionais e como a desigualdade no acesso à internet impacta o desenvolvimento de habilidades, como alerta a literatura selecionada através da rede criada.

Também, algumas defasagens do Brasil no quesito habilidades para um mundo 4.0 aparecem no último GEM Report Unesco (Unesco, 2020). Segundo análise da instituição, o Brasil apresenta baixíssimo percentual de adultos que possuem 8 habilidades básicas de TICs: para dados de 2015 – 2017, entre 73 países, o Brasil está na 55ª posição, ganhando de 18 países somente. No Brasil, nenhuma das oito habilidades é dominada por mais de 50% da população. As oito habilidades consideradas básicas ou essenciais pelo relatório são as seguintes:

i. Copiar ou mover uma pasta ou arquivo;
ii. Usar ferramentas de copiar e colar para mover ou duplicar uma informação dentro de um documento;
iii. Mandar um email com anexo (como documento, foto ou vídeo);
iv. Usar fórmulas aritméticas básicas em uma planilha;
v. Conectar e instalar novos acessórios (como um modem, uma câmera ou uma impressora);
vi. Encontrar, fazer o download, instalar e configurar um software;
vii. Criar apresentações eletrônicas com um software de apresentação (incluindo texto, imagens, sons e vídeo);

Não circular

viii. Transferir arquivos entre um computador e outros aparelhos.

É dentro do contexto de um país com estrutural desigualdade que se faz necessário pensar nas políticas públicas para preparar o Brasil para um mundo 4.0, pois, como pondera Accenture (2017), "*while the impact of change cuts across the workforce, marginalized and vulnerable populations risk a 'double disadvantage*'" (:6). Para tanto, será definir simultaneamente esforços focalizados com vistas à qualificação e requalificação específica de profissionais de setores específicos como políticas mais amplas como o letramento digital, com foco prioritário em professores, tanto do ensino básico como superior. A adequação de currículos e a dinamização do acesso a treinamentos para habilidades e competências técnicas específicas não pode ser desconectada da melhoria da qualidade do ensino básico, responsável pelas habilidades basilares e transversais sem as quais o domínio técnico se torna inócuo.

Referências

Abílio, Ludmila (2017) Uberização do trabalho: subsunção real da viração. Blog da Boitempo. Acesso em: 20/06/2020 Disponível em: https://bit.ly/3deKpWY

Accenture (2017) New skills now: inclusion in the digital economy Acesso em: 23/07/2020 Disponível em: https://accntu.re/2ZVojpc

Accenture (2018) América Latina: Competências para o trabalho na era das máquinas inteligentes. Acesso em: 17/07/2020 Disponível em: https://accntu.re/3jAToWG

ATSE (2020) Health care: serious gaming. Acesso em: 25/08/2020 Disponível em: https://bit.ly/3lcWVeZ

Bongomin, O.; Ocen, G. G.; Nganyi, E.; Musinguzi, A; Omara, T. (2020) Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. In: Hindawi Journal of Engineering Volume 2020

Bonini e colegas (2020) Formação e atuação profissional das áreas STEM no Brasil: ainda temos pouco? In: Linhares, Wendell Luiz (2020) As ciências sociais aplicadas e a interface com vários saberes 2. Atena Editora https://bit.ly/32hWsBd

Câmara da Indústria 4.0 (2019) Plano de ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 - 2019-2022. Brasília – DF, Setembro/2019

CGEE (2015) A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros Percepção pública da C&T no Brasil - 2015 Acesso em: 09/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/3gSlWJr

_____ (2020). Diagnóstico das Ciências Humanas, Sociais Aplicadas, Linguística, Letras e Artes (CHSSALLA) no Brasil. Disponível em: http://cgee.postedthis.top/gSuaq

Cotet, G.; Carutasu, N.; Chiscop, F. (2020) Industry 4.0 Diagnosis from an iMillennial Educational Perspective. In: Education Sciences, 2020, 10, 21

Dehghan, H. (2010) ICT and gender digital divide in Iran. Proceedings of INTED2010 Conference. 8-10 March 2010, Valencia, Spain. ISBN:978-84-613-5538-9

European e-Competence Framework (2020) e-CF overview. Acesso em: 28/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/2X65opH

Frey, C. and M.A.Osborne (2013), 'The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?' Oxford Martin School Working Paper.

Gilbert, C., Gray, K., Butler-Henderson, K., & Ritchie, A. (2020). Digital Health and Professional Identity in Australian Health Libraries: Evidence from the 2018 Australian Health Information Workforce Census. Evidence Based Library and Information Practice, 15(1), 38-58. https://doi.org/10.18438/eblip29640

Gregorio, A.D., Maggioni, I., Mauri, C.M., & Mazzucchelli, A. (2019). Employability skills for future marketing professionals. European Management Journal, 37, 251-258.

Gudanowska, A., Alonso, J., & Törmänen, A. (2018). What competencies are needed in the production industry? The case of the Podlaskie Region, Engineering Management in Production and Services, 10(1), 65-74. Disponível em:: https://bit.ly/3jPs0oj

Hanisch SE, Birner UW, Oberhauser C, Nowak D, Sabariego C. Development and Evaluation of Digital Game-Based Training for Managers to Promote Employee Mental

Não circular

Health and Reduce Mental Illness Stigma at Work: Quasi-Experimental Study of Program Effectiveness. JMIR Ment Health. 2017;4(3):e31. Published 2017 Aug 4. doi:10.2196/mental.7600
Hecklau, F., Galeitzke, M. , Flachs, S. , & Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP, 54
IBGE (2019) Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2019 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE.
IEDI (2020) Entraves à digitalização na América Latina e o combate da Covid-19. Carta IEDI 1041. Acesso em: 17/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/2CVDIg2
Jerman, A, Pejić Bach, M, Aleksić, A. Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies. Syst Res Behav Sci. 2020; 37: 388– 402. https://doi.org/10.1002/sres.2657
Karagozlu, D. Determination of the impact of augmented reality application on the success and problem-solving skills of students. Qual Quant 52, 2393–2402 (2018). https://doi.org/10.1007/s11135-017-0674-5
Khan R, Plahouras J, Johnston BC, Scaffidi MA, Grover SC, Walsh CM. Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy. Cochrane Database Syst Rev. 2018;8(8):CD008237. Published 2018 Aug 17. doi:10.1002/14651858.CD008237.pub3
Konttila J, Siira H, Kyngäs H, et al. Healthcare professionals' competence in digitalisation: A systematic review. J Clin Nurs. 2019;28(5-6):745-761. doi:10.1111/jocn.14710
Lasić-Lazić, K. Pavlina, A. Pongrac Pavlina (2017) STUDENTS' ATTITUDES TOWARD COMPUTER SCIENCE IN ELEMENTARY SCHOOL, EDULEARN17 Proceedings, pp. 741-746.
Li TM, Chau M, Wong PW, Lai ES, Yip PS. Evaluation of a Web-based social network electronic game in enhancing mental health literacy for young people. J Med Internet Res. 2013;15(5):e80. Published 2013 May 15. doi:10.2196/jmir.2316
Lin, K.; Tan, S. (2016) LEVELLING UP TEACHERS' ICT COMPETENCIES: A DEPARTMENT'S APPROACH TO ICT INTEGRATION, INTED2016 Proceedings, pp. 6449-6458.
LinkedIn (2020) Profissões Emergentes 2020. Acesso em: 06/08/2020 Disponível em: https://bit.ly/2XyZgX4
O*NET (2020) The O*NET® Content Model Acesso em: 28/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/2EtwZe7
OECD (2018) Education at a Glance 2018 Acesso em: 28/12/2018 Disponível em: https://goo.gl/SFtr94
OECD (2019) OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work, OECD Publishing, Paris. https://bit.ly/39y2zTv
OECD (2020) OECD Skills for jobs Acesso em: 30/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/2XaO9U5
Pffeifer, Sabine (2017) The Vision of "Industrie 4.0" in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded. Nanoethics (2017) 11:107–121
Pinzone, M.; Fantini, P.; Perini, S.; Garavaglia, S.; Taisch, M.; Miragliotta, G. Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research. IFIP Advances in Production Management Systems. Hamburg, 513, 2017. p. 282-288.
Pront, Leeanne; Müller, Amanda; Koschade, Adam; Hutton, Alison Gaming in Nursing Education: A Literature Review, Nursing Education Perspectives: 1/2 2018 - Volume 39 - Issue 1 - p 23-28 doi: 10.1097/01.NEP.0000000000000251
Ratledge, D. and Sproles, C. (2017), "An analysis of the changing role of systems librarians", Library Hi Tech, Vol. 35 No. 2, pp. 303-311.
Sallati, Carolina, Júlia de Andrade Bertazzi and Klaus Schützer. "Professional skills in the Product Development Process: the contribution of learning environments to professional skills in the Industry 4.0 scenario." Procedia CIRP 84 (2019): 203-208.
Não circular

Salnikova, Ludmila. (2019). Robots Versus Journalists: Does Journalism Have a Future?. Theoretical and Practical Issues of Journalism. DOI: 8. 668-678. 10.17150/2308-6203.2019.8(4).668-678.
Sava, S.; Malita, L. (2010) Learn about finding jobs from digital storytelling and ePortfolios through the L@JOST project. The 5th International Conference on Virtual Learning ICVL 2010.
Schallock, B; Rybski, C.; Jochem, R.; Kohl, H. Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training. Procedia Manufacturing, 23, 2018. p. 27-32.
Schwab, K (2019) A quarta revolução industrial. São Paulo, Edipro.
Štogr, Jakub (2012) Badges for (lifelong) learning - gamification, enhanced visibility of reached achievements and continuous building of e-portfolio as data source for learning analytics. 7th DisCo Conference Reader: New Media and Education
Tessarini Júnior, G.; Saltorato, P. (2018) Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018
Tsalapatas, Hariklia & Heidmann, Olivier & Houstis, Elias. (2017). SERIOUS GAMES FOR BUILDING DIGITAL SKILLS FOR EMPLOYABILITY. 1919-1919. 10.21125/edulearn.2017.1404.
UKCES (2014) The labour Market story: skills for the future. Acesso em: 23/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/39nzkCA
Unesco (2020) Global education monitoring report, 2020: Inclusion and education: all means all. Acesso em: 12/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/30FlWpv
WEF (2016) The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Acesso em: 28/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/3fa06zN
WEF (2017) The Global Human Capital Report 2017: Preparing people for the future of work. Acesso em: 03/08/2020 Disponível em: https://bit.ly/3hZJrRa
WEF (2019) Data Science in the New Economy. World Economic Forum (2019) Acesso em: 10/07/2020 Disponível em: https://bit.ly/38IVPlj
Zemtsov S. (2020) New technologies, potential unemployment and 'nescience economy' during and after the 2020 economic crisis. Reg Sci Policy Pract. 2020;1–21. https://bit.ly/2DdzG2R

Não circular