

GT 15 – Formação profissional e competências requeridas do engenheiro

Coordenadora: Profa. Dra. Adriana M. Tonini (CEFET-MG/ UFOP)

Ementa: O mundo contemporâneo, configurado como a “era do conhecimento”, apresenta um cenário de competição entre as organizações e, por consequência, o mercado de trabalho vem demandando trabalhadores cada vez mais eficazes, multifuncionais e competentes. O avanço tecnológico e a globalização afetaram as características do mercado, alterando, inclusive, a demanda por profissionais. Somam-se a isso as transformações na forma de produção e novas exigências sociais que, ao reforçarem a necessidade de um novo perfil do profissional de engenharia, tornam essa necessidade por mudanças um assunto recorrente no meio acadêmico, no Brasil e no exterior. Na década de 1990, o debate sobre o perfil do engenheiro para o novo milênio se intensificou e o termo “competência” passou a ocupar um lugar de destaque nos estudos sobre o perfil do engenheiro contemporâneo, tanto que, na Europa e nos EUA, foram iniciados importantes estudos para definir quais seriam as competências requeridas do engenheiro, bem como tratar sobre a necessidade de reforma no sistema educacional. A universidade, então, passa a ter um compromisso com a sociedade e com o aluno, no sentido de oferecer um ensino que propicie condições para o profissional ingressar e se manter no mercado de trabalho, e, nesse contexto, é fundamental que sejam desenvolvidas competências, durante a formação universitária, compatíveis com aquelas necessárias para a sua atuação profissional. Destaca-se que isso não significa que o foco da educação profissional seja exclusivamente o atendimento das demandas do mercado de trabalho, reafirmando-se, também, a importância de uma formação generalista, humanística e reflexiva. Nesse cenário, passa a ser importante identificar e analisar as competências que o engenheiro contemporâneo deve desenvolver, já que profissionais como engenheiros estão diretamente envolvidos em processos de trabalho, manufatura de produtos e prestação de serviços, nos mais diversos setores econômicos do mundo globalizado.

Apresentação Oral

Felipe Rodrigues Madeira, Adriana Maria Tonini, Erick Fonseca Boaventura.
Trabalho, educação e competências, no mundo da tecnologia habilitada pela Indústria 4.0.

Leonardo Carvalho.
O impacto das *EDTECHS* na formação complementar das habilidades transversais dos profissionais de engenharia.

Yves Clemente Dantas Reis, Jalberth Fernandes Araújo.
Análise comparativa dos fatores que afetam o rendimento dos estudantes no ENADE dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica do Brasil.

TRABALHO, EDUCAÇÃO E COMPETÊNCIAS, NO MUNDO DA TECNOLOGIA HABILITADA PELA INDÚSTRIA 4.0.

doi: 10.47930/1980-685X.2022.1501

MADEIRA, Felipe Rodrigues¹ – felipe.madeira@integradora.com.br
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)
Av. Amazonas, 5.253, Nova Suíça
30.421-169 – Belo Horizonte – MG – Brasil

TONINI, Adriana Maria² – atonini2@hotmail.com
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)/Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET/MG)
Av. Amazonas, 5.253, Nova Suíça
30.421-169 – Belo Horizonte – MG – Brasil

BOAVENTURA, Erick Fonseca³ – erick.fonseca@ifmg.edu.br
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG)
Av. Amazonas, 5.253, Nova Suíça
30.421-169 – Belo Horizonte – MG – Brasil

Resumo: Neste artigo, serão discutidos os desafios impostos pela quarta revolução industrial ao modo como trabalhamos e adquirimos conhecimento. Todo o campo do trabalho, empregos e relações laborais está sendo afetado por essa revolução; trata-se aqui de ver como isso vem ocorrendo no mundo e no Brasil e levantar as questões e possíveis respostas a tais mudanças. Como parte das respostas indicam que as alterações nos modos de trabalho levam forçosamente a uma abordagem sobre novas habilidades, novos treinamentos e retreinamentos da mão de obra, é na educação que se buscarão algumas respostas e se formularão questionamentos sobre os melhores caminhos a serem adotados, a fim de não deixar escapar a oportunidade de preparar as futuras gerações para um mundo que já se presentifica.

Palavras-chave: Formação Tecnológica. Competências. Indústria 4.0. Manufatura Avançada. Quarta Revolução Industrial.

¹ Mestrando no Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET/MG. Pós-graduado em Marketing pela ESPM, com MBA pela Fundação Dom Cabral. Graduado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP.

² Doutora em Educação, pela UFMG. Mestre em Tecnologia, pelo CEFET/MG. Graduada em Engenharia Civil pela UFMG. Graduada em Licenciatura Plena pela ULTRAMIG.

³ Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica do CEFET/MG. Pós-graduado em Docência na Educação Profissional e Tecnológica. Engenheiro de Produção e de Segurança do Trabalho. Professor do IFMG – Campus Sabará.

1 INTRODUÇÃO

De tempos em tempos o mundo passa por grandes transformações. Estes momentos da humanidade acarretam alterações profundas nas relações sociais, na composição da cultura e na dinâmica da economia. O maior impacto, não obstante, ocorre no universo dos homens: seus inter-relacionamentos, as formas de gerar renda ou valor e o seu legado.

A quarta revolução industrial, que reúne inteligência artificial, robótica, impressão 3D, nanotecnologia e outras tecnologias, deverá provocar a perda líquida de cinco milhões de empregos nos próximos cinco anos. Tal perda ocorrerá em 15 grandes economias, incluindo o Brasil, avalia o Fórum Econômico Mundial, na antevéspera da abertura do encontro anual de Davos, nos Alpes suíços. Essa nova revolução, unindo mudanças socioeconômicas e demográficas, terá impacto nos modelos de negócios e no mercado do trabalho, afetando todos os setores e regiões geográficas (QUARTA, 2016).

Como o professor alemão Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial, desenvolve em A Quarta Revolução Industrial a ideia de que já estamos vivendo nessa nova Era (SCHWAB, 2016). Um dos âmbitos mais afetados pelas novas configurações sociais será o do trabalho formal. Caminhamos desde o final do século XVIII, organizando a forma com que os homens participam da produção de bens e serviços para a economia, para sua vida cotidiana. Ao longo do século XX, a atenção voltou-se para as relações de trabalho e as formas que adquirem, para a proteção às condições de cada trabalhador no ambiente em que ele passa boa parte de seu tempo útil e para os processos que alavancam o desenvolvimento das competências que darão apoio à sustentabilidade de qualquer organização.

Segundo o relatório do Fórum Econômico Mundial de 2016, sete países são os pioneiros da quarta revolução industrial: Cingapura, Finlândia, Suécia, Noruega, Estados Unidos, Israel e Holanda. Na América do Sul, destaca-se o Chile, que figura na 38ª posição global. O Brasil fica na 72ª posição do ranking, atrás de países como Uruguai, Costa Rica e Colômbia. A quarta revolução industrial também poderá aumentar ainda mais a desigualdade entre os países ricos e pobres. As economias mais prejudicadas serão as que usam mão de obra barata como vantagem competitiva, como acontece nos países em desenvolvimento, e o Brasil e o México incluem-se nessa categoria (CUNHA, 2017).

A adoção massiva de tecnologia motivará a substituição humana nos trabalhos repetitivos, perigosos e processuais. Permitirá a adoção mais rápida de protocolos e, portanto, ganhos de

eficiência em escala nunca vistos. As migrações e o compartilhamentos de dados até hoje inviáveis, adicionados a camadas de análise profunda e de inteligência artificial prometem, porém, romper a esfera dos trabalhos “mecânicos” e adentrar muitas outras ocupações e tarefas. A quarta revolução industrial, na qual a ligação de homens e máquinas será viabilizada de fato, permitirá uma geração de valor nunca vista em formato ou dimensão.

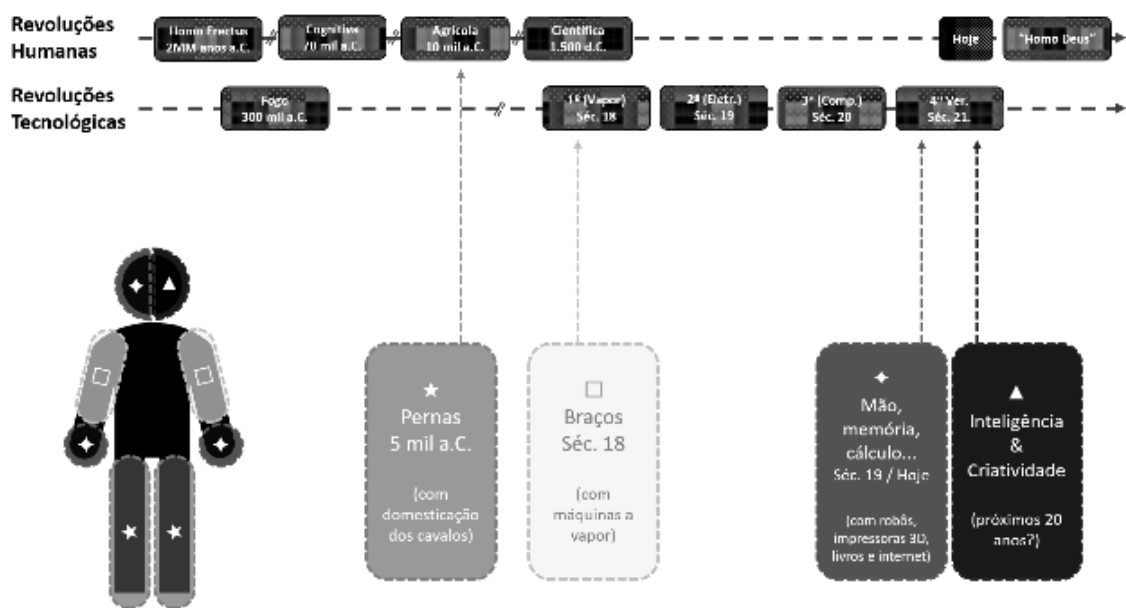
Diante desse cenário de completa transformação, com a incorporação de novos métodos de trabalho, tecnologias em rede e redes de negócios, novas alternativas em processos produtivos, nanotecnologia, biotecnologia, inteligência artificial, internet das coisas, associados a contextos de transformação social, com redesenhos das estruturas familiares, ocorrência acentuada de conflitos sociais, políticos e religiosos, é de se prever que também a educação sofra transformações radicais. Transformações estas muito mais relacionadas ao entendimento dos novos perfis de pessoas e profissionais, desta vez com alto nível de conectividade, emergência de inúmeras possibilidades de profissões e com realidade da migração entre profissões durante a trajetória profissional. Como as características populacionais estão se modificando, há também uma sinalização no sentido de que novas estratégias deverão ser adotadas para prover condições eficientes de formação não só para o trabalho, mas para o convívio em sociedade e atuação cidadã.

2 O TRABALHO: O HOMEM E O TRABALHO

Os primeiros hominídeos apareceram na Terra entre 3 e 1 milhão de anos atrás. Os cientistas acreditam que os primeiros representantes do homem moderno existiram no planeta há 200 mil anos. Contudo, o homem inteligente só existe na Terra há 12 mil anos. O tempo de existência dos homens é contado desde a antiga civilização grega, mas o nosso atual calendário de contagem do tempo teve início na Era Cristã, há mais de 2 mil anos. E se compararmos estes números à idade da própria Terra veremos quão jovem nossa cultura é, e o quanto ela ainda poderá se desenvolver (MIRANDA, 2016).

O desenvolvimento da cultura do ser humano está absolutamente relacionado à organização da sociedade e do trabalho. A sua história mostra uma evolução em direção ao trabalho intelectualizado em detrimento da força física, que foi progressivamente substituída por animais, máquinas e processos (automação) (Figura 1).

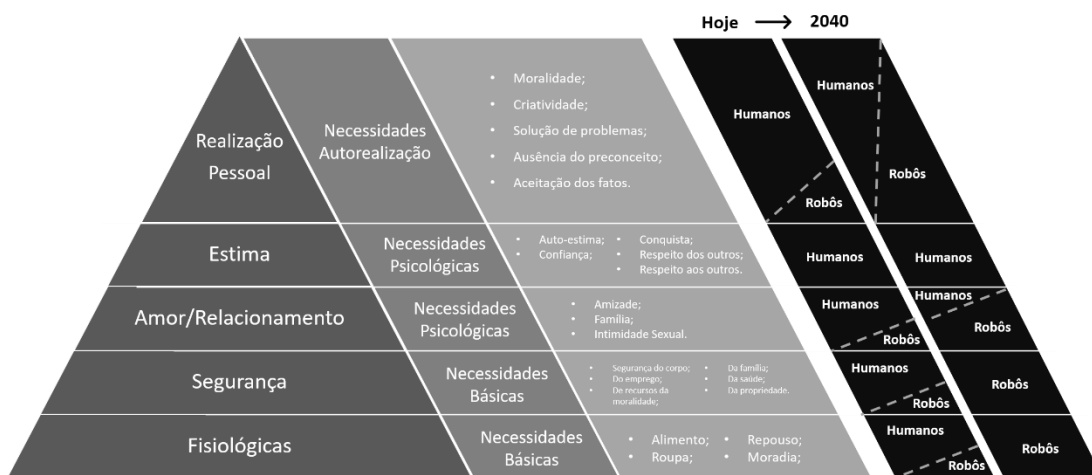
Figura 1- Revoluções Humanas vs. Revoluções Tecnológicas



Fonte: Autores (2022)

A motivação para o que se chama de “trabalho” evoluiu de sobrevivência a geração de subsistência a geração de valor e evoluirá ainda para um ponto desconhecido, quiçá para apenas cultivo do prazer e do bem estar. Pelo menos é o que sugerem os mais otimistas, quando se pensa na possibilidade de todos os avanços que a Indústria 4.0 pode oferecer. Abraham Harold Maslow (1970), pesquisador, professor e psicólogo americano, construiu em meados do século a teoria segundo a qual as necessidades humanas podem ser hierarquizadas. De acordo com a Teoria de Maslow, as necessidades humanas podem ser agrupadas em cinco níveis, como se mostra na Figura 2.

Figura 2 – Hierarquia de Necessidades



Fonte: adaptado de MASLOW (1970).

Nos dias atuais, o desemprego configura-se como um dos grandes problemas nos países em desenvolvimento. Gerar empregos tem se tornado um dos maiores desafios de governos no mundo todo. O trabalho repetitivo e pouco qualificado foi substituído por máquinas e robôs.

As empresas procuram profissionais bem qualificados para ocuparem cargos que exigem cada vez mais criatividade e múltiplas capacidades. A automatização de processos e a substituição do trabalho humano sempre foi alvo de grandes discussões, muitos acreditam que ela teria uma direta ligação com o aumento do desemprego. Para Silveira e Santos (2002), a automação compensava os empregos perdidos porque gerava maior produtividade aumentando o poder de compra do trabalhador e conseqüentemente o consumo em outros setores, o que aumentaria o número de postos de trabalho. Na atualidade essa justificativa não se torna concreta, já que a automatização tem alcançado diversos setores da economia como a agricultura e a prestação de serviços.

O fato é que o tema é importantíssimo, pois o trabalho faz parte da identidade da humanidade, que é a base da sociedade, e da forma como o homem mais “comum” organiza o seu cotidiano. Sua relevância levou os organizadores do último Fórum Econômico Mundial de Davos a instalar um Comitê Permanente para refletir sobre o tema. Esse comitê gerou um primeiro documento chamado *Impact of Jobs*, que apresenta de início a importância do tema e a dimensão de preocupação que ele gera. No documento, disponível ao público, alguns fatos importantes sobressaem (WORLD ECONOMIC FORUM – WEF, 2016):

Estima-se que 65% das crianças que entram na escola primária hoje acabarão trabalhando em tipos de trabalho completamente novos, inexistentes hoje.

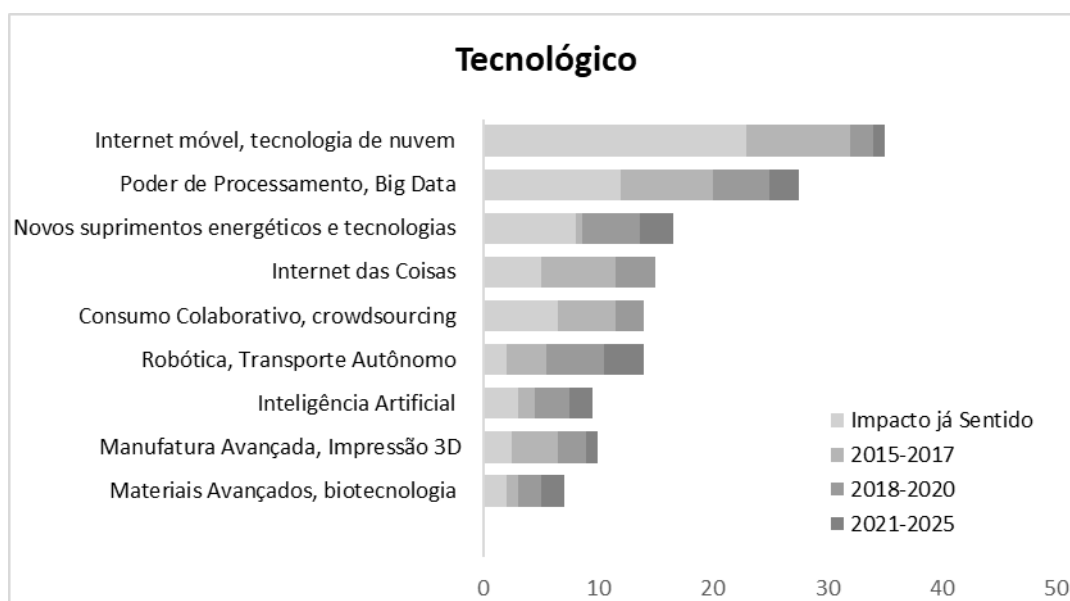
A perspectiva para os próximos 5 anos é predominantemente de substituição de funções: haverá um deslocamento das funções mais operacionais para aquelas que exigem uma qualificação maior, devido ao crescimento e ao potencial das transformações da indústria 4.0.

Ainda assim, teremos impactos negativos sobre emprego: “(...) perda total de 7,1 milhões de empregos – dois terços dos quais concentrados em escritório e funções administrativas – e um ganho total de 2 milhões de empregos, em várias outras áreas menores de trabalho”. Os trabalhos mais operacionais e com maior “redundância” nas tarefas serão os mais impactados.

Crescerão muito as oportunidades para analistas de dados e representantes comerciais, especializados nas novas soluções que passarão a ser oferecidas ao mercado.

Abaixo, destacam-se dois gráficos interessantes: “Fatores de Mudança: Impacto nos Modelos de Negócios” (Figura 3) e “Fatores de Mudança: Impacto nas Habilidades dos Empregados (Figura 4). A Figura 3 lista os principais fatores industriais de mudanças e interrupções nos modelos de negócios, identificados pelos executivos dessa pesquisa e classificados de acordo com a expectativa dos entrevistados sobre como cada tendência entre as principais tendências da quarta revolução industrial afetaria a sua indústria até o ano 2020.

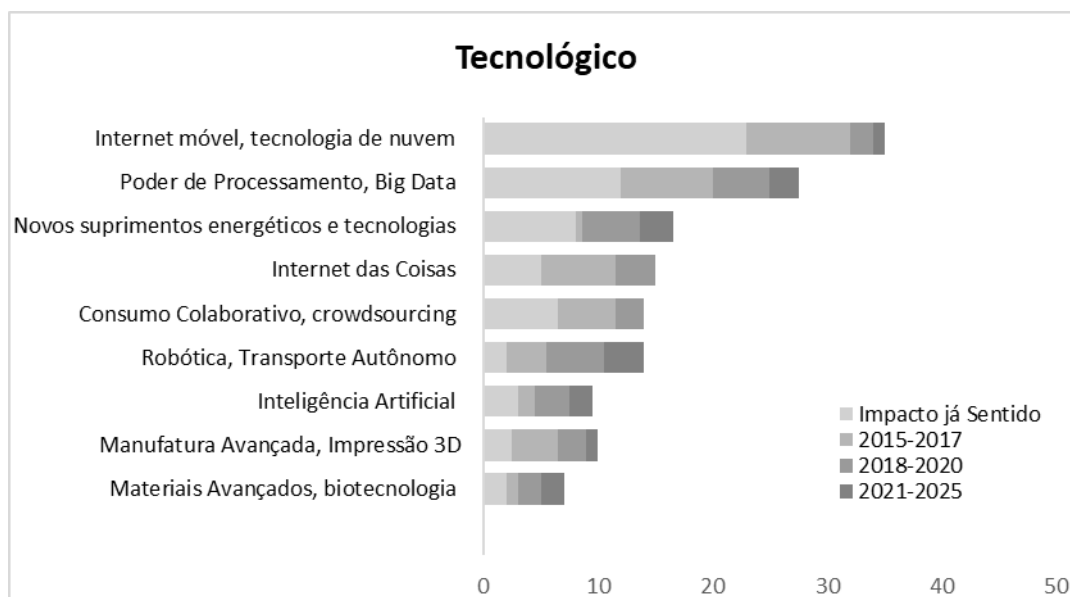
Figura 3 – Fatores de mudança: tempo de impactar os modelos de negócio



Fonte: WORLD ECONOMIC FORUM (2016).

Agora, os participantes dessa pesquisa relataram que o impacto tangível de muitas dessas interrupções na adequação dos conjuntos de habilidades existentes dos funcionários já podem ser sentidos em uma ampla gama de empregos e indústrias hoje (Figura 4). O texto e as conclusões do Fórum Econômico Mundial, em especial neste estudo sobre o trabalho nos próximos 5 anos, são otimistas. Sugerem que o deslocamento será mais significativo que a extinção de trabalho.

Figura 4 – Fatores de Mudança: tempo de impactar as habilidades dos empregados



Fonte: Pesquisa futuro dos empregos, WEF (2016).

3 CONTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS REALIZADOS NO FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL

Os estudos publicados no Fórum Econômico Mundial (2016) e nossas pesquisas demonstram que será necessário ter especial atenção a algumas competências, já conhecidas:

- **Capacidade analítica e uso de bases de dados** - A tecnologia já está gerando dados e munindo as lideranças de números que são essenciais para embasar as tomadas de decisão. Faz-se necessário possuir competência para realizar análise e para avaliar todas as informações recebidas, dando apoio para decisões ou decidindo qual o caminho que irá mobilizar os melhores resultados.
- **Interdisciplinaridade e trabalho em equipe** - Perceber que o trabalho precisa ser feito a partir da somatória não linear de diferentes especialidades, campos de conhecimento e/ou pesquisa. Mesmo a “carreira” como a conhecemos passa a ser não linear e exigir o conhecimento da geração de valor interdisciplinar.
- **Pensamento sistêmico** - Esta competência é a base para decisões e estratégias. Preconiza a capacidade de escolher variáveis num cenário complexo e, acima de tudo, “enxergar” a dinâmica de influência ou dependência entre essas variáveis e os cenários resultantes.
- **Busca contínua pela eficiência** - A adoção maciça de tecnologia poderá levar a uma queda de custos e despesas, mas também à redução das barreiras competitivas. Um dos

pilares mais importantes da sustentabilidade é a capacidade de ser eficiente e eficaz sempre.

- **Disposição de trabalho cooperativo e baseado em diversidade (ideias e origens)** - O trabalho cooperativo acelera as curvas de aprendizado, amplia muito a capacidade analítica e criativa e constrói coesão sem uniformidade de pensamento. É a condição mínima para a convivência com diversidade cultural e intelectual, base para a inovação e flexibilidade.
- Um outro estudo intitulado *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?* do Dr. Michael A. Osborne do Departamento de Engenharia da renomada Universidade de Oxford em coautoria com o Dr. Carl Benedikt Frey, da Oxford Martin School, estima que 47% dos empregos da economia americana estão em risco de extinção pela automatização nos próximos 20 anos (FREY; OSBORNE, 2013). Uma perspectiva não tão otimista, a longo prazo.

Ao serem divulgados os resultados dessa pesquisa, o jornal inglês *The Economist* publicou um artigo com uma conclusão alarmante: “nenhum governo está preparado” (TECHNOLOGY, 2014). Recentemente a importância do tema foi novamente reforçada. Um estudo publicado na revista *Nature* sobre a posição dos governos em relação às alterações nas relações de trabalho e nos tipos de empregos que estarão disponíveis, depois que a automação eliminar postos de trabalho em diversas áreas, expõe a desorientação dos responsáveis por tomar decisões (WATERS, 2017). Não existe nenhuma linha clara de ação e, ironicamente, na era da abundância de dados, parecem faltar dados para orientar os governantes em suas políticas. Os autores sugerem que se usem os dados de empregos gerados por empresas como Uber e LinkedIn, que parecem estar muito mais aptas a mostrar uma imagem mais precisa das mudanças no mundo do trabalho hoje (Idem, *ibid.*).

Numa visão retrospectiva da criação humana da cultura dos últimos 50.000 anos, podem-se encontrar coisas maravilhosas e desequilíbrios assustadores. A memória de muitos desses eventos ainda é viva e vivenciada, e sua sucessão foi sendo criada a partir de seus efeitos. A própria possibilidade da revolução da Indústria 4.0 é uma evolução ditada pela insaciável e talvez ilimitada capacidade de criação e aperfeiçoamento.

4 EMPREGOS 4.0 E REALIDADE BRASILEIRA

No Brasil, há a chance de vivermos em um novo regime de Leis Trabalhistas, que mesmo tardio, promete agilizar e melhorar a relação individual entre empregado e empregador. Antes presos aos chamados acordos coletivos, algumas classes profissionais, tais como os laureados com nível superior, poderão negociar diretamente com as empresas determinadas flexibilidades nas regras laborais, que o tempo demonstrará tão necessárias para o exercício do emprego no novo ambiente que se forma, após o advento de modelos de trabalho preconizados pela Indústria 4.0. A quarta revolução industrial pede profissionais com maior destreza social, gente mais criativa e com capacidade de tomada de decisão em ambientes de incerteza. O novo trabalhador deve ser propositivo e não reativo, será mister saber lidar com novas ideias, que não terão alicerces ou jurisprudência consolidada.

Segundo Gabriel Mário Rodrigues: “O maior desafio a ser vencido na quarta revolução industrial será a transformação das mentes dos que, tendo responsabilidade nos vários setores que atuam na educação brasileira, deverão perceber que o mundo mudou e que terão um papel de suma importância, para atender às novas realidades das instituições” (RODRIGUES, 2017). O Brasil aprendeu a ter estabilidade econômica, começou a acreditar em justiça para todos, soube fazer voz quando inconformado e está esforçando-se para retornar aos trilhos e atrair novos investimentos. É momento de ter ambição de aprender a resolver problemas, desejar crescer através do conhecimento profundo das tecnologias disponíveis e da elaboração de soluções em aplicabilidade, desenvolvida no país, sem a necessidade de manter um discurso nacionalista sobre a origem da plataforma a ser usada.

Falta ainda um passo a concretizar, o uso real da capacidade de utilizar o desenvolvimento tecnológico e a sua aplicabilidade na sociedade. Desenvolvimento é a palavra-chave, pois mesmo tecnologias já dominadas e estabelecidas devem ser parte do contexto. É necessário ser capaz de conhecer e reconhecer as melhores práticas já disponíveis no universo do conhecimento humano e trazê-las de modo adaptado para a sociedade. Os profissionais do Brasil precisam ampliar e estender os conhecimentos básicos adquiridos na graduação, de modo a poder influenciar as decisões que definem o caminho para o futuro. Encontrar soluções é o conceito-chave.

Segundo especialistas ouvidos pela BBC Brasil, o país se saiu bem na redução de desigualdade social na última década, mas precisa investir mais em educação e inovação para obter ganhos em produtividade e geração de empregos nesta nova economia. “O grande

desafio à frente é manter os avanços sociais e estimular o aumento da produtividade”, afirmou Alicia Bárcena, secretária-executiva da Cepal (Comissão Econômica para América Latina e Caribe), órgão ligado à ONU. Ainda assim, o Brasil permanece abaixo da média dos países ricos, conforme retrata o Pisa, ranking internacional que avalia a qualificação de estudantes do mundo todo. No levantamento de 2012 foi observado que quase metade dos alunos não apresenta competências básicas de leitura. Além disso, outra análise da mesma organização, mas de 2015, estimou que os estudantes brasileiros são muito fracos na capacidade de navegar sites e compreender leituras na internet, ficando à frente apenas dos estudantes da Colômbia e dos Emirados Árabes em um ranking com 31 países (WENTZEL, 2016).

Ainda assim, é necessário que os alunos aprendam a cultivar as habilidades, capacidades e atributos do século XXI. O treinamento para as habilidades mais importantes nos trabalhos do futuro funcionará bem em ambientes de grande escala em 2026, quando se espera que a educação já esteja evoluindo suficientemente rápido para ser capaz de responder às demandas. No entanto, muitos acreditam que as habilidades mais vitais não são fáceis de ensinar, aprender ou avaliar em qualquer configuração de educação ou treinamento disponível hoje, por isso, a maior parte do foco em todo o mundo será na educação infantil.

Claramente para que se possa usufruir desta nova realidade de modo profícuo, deve-se ter pessoal inteligente, mão de obra educada e disponível. O profissional requerido é aquele capaz de resolver problemas inéditos. Aprender, em modo contínuo, e assim saber aplicar as soluções que surgem constantemente será uma habilidade valiosa. Antes de aventurar-se em criar novos organismos tecnológicos, deve-se ser capaz de aplicar os já disponíveis. O Brasil, por ter uma numerosa população concentrada em grandes cidades, traz ainda um ambiente propenso ao desenvolvimento do trabalho compartilhado e da troca de ideias. O tecido social que se desenvolve em grandes polos urbanos é um elemento natural que proporciona a interação entre as pessoas, centros de concentração de infraestrutura, como o Santo Antônio Valley de Belo Horizonte ou a Ilha Digital em Recife funcionam como aceleradores do processo de inovação.

Mas nada do que foi analisado até agora neste artigo será completo e explorado em sua total plenitude sem a conquista de resultados práticos, reais e alinhados com a necessidade da sociedade brasileira. A quarta revolução industrial é uma realidade, não um ideal futurista. A realidade atual pode ao mesmo tempo apresentar-se como uma oportunidade gigante ou trazer

o risco de deixar o Brasil, e sua indústria, à margem do desenvolvimento mundial. E na alternativa de cenário negativo, a disponibilidade de empregos de valor agregado desaparece.

5 A EDUCAÇÃO NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Sobre essa época de mudanças tão acentuadas em todo o tecido social, Khun (2006) diria que estamos em um contexto de consciência da anomalia, momento de reconhecimento de que o paradigma vigente não mais representa ou explica a própria realidade. É como se este momento antecedesse uma crise para o assentamento de uma nova forma de se ver/fazer as coisas. Claro que aqui não se pretende debater os fundamentos da questão paradigmática mas, pontuar que mediante cenário de tanta transformação não se pode presumir que a educação deva permanecer apoiada em premissas e modelos anteriores.

Em que pese o caráter cumulativo que a ciência apresenta, por vezes, conceitos são eliminados e substituídos por novos. Não se trata exatamente de substituí-los por novas descobertas, mas por alterações mais radicais, que modificariam o paradigma científico em sua essência. Seria a transformação profunda de teorias e a emergência de novas vertentes de estudo, logo, de um novo paradigma (KHUN, 2006).

Seria, então, plausível admitir que, se tudo muda apesar do modelo vigente de educação, a própria educação vai se transformar para que possa fazer frente às mudanças, em uma relação bilateral e multilateral, na qual cada parte fomenta a alteração da outra? Obviamente essa premissa pode ser refutada, e para tanto recorremos a Popper (1999) para quem o ideal de uma objetividade crítica não resulta de tentativas individuais, mas do relacionamento cooperativo e, por vezes, competitivo entre cientistas, e requer uma isenção de valores. Para ele o princípio de que o conhecimento é, em essência, uma expectativa por confirmação, que se constrói a partir de erros e acertos (o que lhe dá um caráter conjectural, já que as observações dos fatos teóricos tenderiam a não apresentar o mesmo resultado, dependendo das circunstâncias), de que toda descoberta encerra um acento de intuição e de que nenhuma teoria poderia ser provada por indução, chega-se à conclusão de que as observações só podem provar a inverdade de uma teoria, ou seja, falseá-la ou então refutá-la.

Assim, apenas a título de ensaio, várias conjecturas e premissas podem ser elaboradas na tentativa de se definir o que será a educação do futuro, em especial no Brasil. Para tanto, como forma preliminar de embasar esta análise, propomos o modelo da Figura 5, que

representa as múltiplas camadas de dimensões de análises, que consideramos em nossas reflexões. Na camada mais externa do modelo está a sociedade e na interna, está o indivíduo que está sendo educado.

Figura 5 – Camadas de discussão da Educação 4.0



Fonte: Autores (2022)

5.1 Sociedade

Como ponto de partida para a reflexão sobre a educação 4.0 no Brasil, podemos nos apoiar no relatório da UNESCO (2015) sobre a educação. O relatório GEM (Global Education Monitoring Report), que acompanhou ao longo de 12 anos o processo de consolidação de metas de educação em múltiplos critérios, apresenta que no Brasil, apesar de existirem investimentos em educação da ordem de 6,6% do PIB, compatíveis em volume, com as recomendações mundiais que estabelecem o piso entre 4 e 6% do PIB, o Brasil continua a falhar na melhora da qualidade dos docentes e na priorização do ensino profissionalizante. O relatório defende a necessidade de acesso, qualidade e equidade na perspectiva de aprendizagem ao longo da vida para todos. A visão da educação para a UNESCO abrange a sustentabilidade, a cidadania global, a educação inclusiva e a educação em saúde.

A competitividade entre as empresas fornecedoras de tecnologia será cada vez mais acirrada. Como já estudado, haverá necessidade de constante revisão dos modelos de negócios nas empresas: “modelos de negócios sendo alterados, ‘pivotados’, no curtíssimo prazo, à medida que produtos são testados e se descobrem novas preferências dos consumidores” (BROWN,

2015). A inovação parte apenas do indivíduo, e continuará sendo uma alta demanda da sociedade e da economia.

A redução dos empregos ocasionada pela substituição de trabalhadores por máquinas dá espaço para a migração ao empreendedorismo. Segundo o relatório da Startup Genome (2015), a geração de empregos das startups se mantém elevada e constante independentemente de crises, em comparação com os empregos gerados pelas corporações tradicionais. A educação do futuro terá um foco no empreendedorismo e na inovação, assim como na formação do indivíduo para o pensar e criar com repertórios diversificados, apoiados em visões técnicas, científicas e filosóficas para a formação criativa e integral do ser humano.

Como já mencionado acima, haverá uma divisão dentro do empreendedorismo: pessoas que criam os modelos de negócios disruptivos e aquelas que aproveitam as tendências já estabelecidas e usufruem dos novos modelos. O vale do Silício foi o berço do Uber. Pessoas com visão inovadora e empreendedora tiveram condição de criar algo novo e empreender. Outras pessoas no Brasil e no mundo que sofrem com a crise trabalham no Uber. Pode-se chamar essa atividade de empreendedorismo ou de um novo modelo de emprego? Outro exemplo disso é o Airbnb, concebido por mentes criativas e inovadoras e que conseguiram estimular a grande massa a tornar suas residências pequenos hotéis: uma forma de empreendedorismo massificado, que vem pronto, mas nem por isso desmerece a iniciativa de quem usufrui do modelo criado por outros.

A necessidade de educação para o empreendedorismo e inovação será cada vez mais requisito nas instituições de ensino. A formação do indivíduo criativo e com características empreendedoras juntamente com a prática, favorecendo a participação do aluno em ecossistemas de inovação será uma experiência necessária no currículo do novo profissional.

Considerando o cenário corrente, é inquietante pensar no período de transição que se apresenta, no qual permanece a coexistência de realidades diferentes, cada qual com sua lógica. Nesta fase de transição, persistem os desafios para o país, em termos de oferta de educação de qualidade, ao mesmo tempo em que se desenvolve uma nova sociedade 4.0, cujas demandas de educação ainda não são claramente compreendidas. Estas camadas sobrepostas de desenvolvimento apresentam o primeiro desafio à nossa sociedade, que é o desafio de como construir um sistema de educação capaz de assegurar um desempenho satisfatório, num cenário onde coexistem duas visões distintas sobre as necessidades sociais.

5.2 Formação do Conhecimento

Este novo contexto, de sociedade 4.0, provê um arcabouço de campos do conhecimento ampliado e mediado pela velocidade com que as informações circulam, aumentando a relevância do conhecimento nesta sociedade que o delineia. Um aspecto a considerar é que o remoto questionamento sobre a validade do conhecimento prático versus o conhecimento científico perde terreno, principalmente em virtude da rapidez da velocidade das mudanças. São muitas frentes sendo alteradas simultaneamente e o isolamento tanto de um como de outro conhecimento torna-se incompatível para a necessária elaboração e assimilação da mudança ela mesma. A ciência se encaminha para que seja cada vez mais aplicada, relacionada às necessidades de mercado. Já o professor será cada vez menos apenas acadêmico, pois precisa mudar o modelo mental para conseguir realizar a ponte entre o conhecimento científico e a prática do mercado, e mostrar a aplicação do saber na vida. Neste caso, a formação assume papel fundamental, seja ela prática teórico-científica, pois ambas serão legítimas e uma dará apoio aos desenvolvimentos da outra.

Neste sentido, pode-se observar que um tripé deve ser estabelecido para que se fale em educação: ele se constitui dos aspectos técnico, comportamental e motivacional. Isto porque não se trata apenas do conhecimento instrumental mas, como apregoeou Delors (2000), a educação é um processo para toda a vida e deve estar assentada em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser, sendo estas, talvez, as indicações sobre os rumos que a educação deve tomar, bastando, em função de época e das circunstâncias, que se definam as melhores estratégias para se alcançar esta educação.

Atualmente tudo está disponível na internet. Se antes eram informações esparsas e desconectadas, hoje amplas bases de conhecimentos são disponibilizadas, não só de forma autônoma por indivíduos, mas por empresas e instituições educacionais.

Se imaginarmos o conhecimento como o assentamento de uma parede de tijolos, ficará concreta a ideia de que a aprendizagem significativa, como define Ausubel (2000), dependerá da base criada, o que nos faz entender que aquilo que não foi apreendido no momento certo da aprendizagem, dificilmente será suprido por conhecimentos reparatórios da deficiência cognitiva pré-existente. O valor que se dá ao conteúdo recebido está intimamente ligado à capacidade individual de relacionar o que se recebe com o conteúdo e bagagem de vida adquirida previamente. A falta de repertório faz com que o novo aluno não consiga valorizar e

significar o que recebe da mesma forma como pessoas que tenham mais valores prévios e mais experiência de vida (PECOTCHE, 2007).

A priorização do fornecimento do conhecimento de aplicação imediata levará possivelmente à criação de fissuras na formação do indivíduo. Precisamos ser apresentados às novas gerações, que estão sendo educadas nesta nova realidade de sociedade 4.0, para saber se se estabelece de fato um conflito, na educação 4.0, entre a formação profunda e a de utilidade imediata.

5.3 Transmissão do conhecimento

Há muito já se trata do ideal do uso de recursos educacionais, seja presencialmente ou na forma online. A literatura em educação é vasta neste sentido, contudo, o tempo passa e, aparentemente, o terreno mais seguro ainda é o uso exclusivo dos métodos convencionais, restritivos e, muitas vezes, punitivos, como reflexo de estruturas educacionais gerenciadas de forma arcaica, com pouca sensibilidade para os efeitos de sua ação no futuro das pessoas e apenas focadas no desenvolvimento técnico dos alunos.

Pollock, Jefferson e Wick (2016) abordam no livro 6D as seis disciplinas que transformam a educação em resultado para o negócio a educação corporativa. Vasconcellos (2009), Brom e Aguiar (2010) e Masetto (2010) questionam as práticas atuais e sugerem maior interação da escola com o mundo da experiência e o mundo real. As mídias sociais passam a ser ferramenta de ensino e aprendizagem, mas também uma vitrine que torna transparente quem as pessoas são. Qualman (2011) fala da morte da esquizofrenia social, na qual as pessoas da geração X ou mais velhas sofriam ao ter duas ou mais personalidades: uma para o trabalho e outra para a vida social. Hoje essa divisão é tênue mais transparente e compartilhado. Sabe-se inclusive quem é o professor, e o que ele pensa e é fora da sala de aula.

A velocidade da mente potencializada pela quantidade gigantesca de estímulos exige que estudos aprofundados sejam feitos na hora de se preparar uma aula, um conteúdo e um formato. A monotonia será substituída pelo humor, experiência e design. A forma estática migra então para recursos dinâmicos com realidade aumentada, gamificação e novos recursos de interação que ainda serão desenvolvidos. Aplicando o conceito de design thinking (BROWN, 2010) na educação, a atenção ao design mais apropriado ao aluno fará com que o que se oferece seja aceito mais rapidamente por quem recebe.

A fixação do conhecimento passa a ser quase tão importante como a transmissão do conhecimento, pois a concorrência de informações e dados torna necessário o resgate do

conhecimento, que deve estar disponível na mente do indivíduo em qualquer oportunidade para uso e aplicação. Relações bilaterais e multilaterais, como já mencionado. O que se propõe é que a transmissão de frações menores de conhecimento para assimilação e fixação, conceito de pílulas de conhecimento, pode ser mais eficiente do que horas de sala de aula em que o aluno tem postura passiva.

Uma proposta para tornar o aluno mais ativo e engajado no processo de aprendizado, visando reforçar a fixação, é o uso do game (SILVA; TRISKA, 2012; NAKAMURA; CAMARA, 2014) com a exploração de Modelo MDA (HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2001), com o uso de mecânica (as regras), dinâmica (formas de interações) e estética (busca de respostas emocionais). Por outro lado, a gamificação, diferentemente do game puro, é mais fácil de ser adaptada a qualquer conteúdo e promove engajamento por seu caráter lúdico, contribuindo nos aspectos comportamental e atitudinal. Além disso, promove a experiência e contribui para aumentar o tempo de concentração. A gamificação pode ser encontrada na barra de percentual de preenchimento do perfil do LinkedIn ou no reconhecimento do anfitrião na categoria “superhost” do Airbnb. Essa forma de aplicar prêmios, desafios e reconhecimento insere a visão de jogo em contextos que não precisam de avatares e aventuras.

Independente da tecnologia, uma das soluções propostas para motivar o aluno dentro ou fora da sala de aula é a de criar pontos de referência a partir dos quais o aluno irá criar uma relação pessoal com o conhecimento. O conteúdo apresentado pelo professor ou recursos na educação à distância (EAD), como os objetos de aprendizagem, recursos digitais ou não, que são reutilizáveis, como videoaulas e tutoriais, por exemplo, ou recursos reutilizáveis na estrutura, mas que apresentam conteúdos criados pelos alunos, como fóruns e wikis, apresentados em forma de experiências e histórias, devem fazer o aluno se sentir parte do contexto. Ferramentas de realidade aumentada, simuladores ou realidade virtual podem chegar a promover isso, mas o princípio importante é o do aluno reconhecer-se na construção deste conhecimento. Essa abordagem requer que o professor ou o elaborador de conteúdo e design tenha experiência ou entenda profundamente a prática e a realidade do que se ensina. Professores teóricos terão mais dificuldade de transformar um conteúdo em produto educacional que vá conseguir se destacar e gerar interesse em quem o recebe.

Por outro lado, pessoas cada vez mais imediatistas e superficiais na aquisição do conhecimento desafiam as metodologias e técnicas de ensino-aprendizagem. Sabemos que o

uso de tecnologias não soluciona o modelo mental apoiado na dinâmica da superficialidade que torna as pessoas cada vez mais planas.

5.4 Agente responsável pela transmissão do conhecimento

Durante toda a história do desenvolvimento da humanidade, o professor tem mantido um papel central, sendo responsável pela criação, sistematização e transmissão do conhecimento. Nesta sociedade 4.0, qual é o papel do professor se as pessoas podem navegar livremente pela web porque todo o conhecimento está lá? A ele ficaria o papel de provedor de reflexões? Ou, diante da dissociação de senso comum e ciência, previamente tratada neste texto, caberá ao professor o papel integrador do conhecimento, responsável por fornecer uma visão holística da realidade? O professor que apenas produz ciência tem um viés isolado na produção do conhecimento. As mudanças têm indicado que existe a necessidade de que a produção do conhecimento por pesquisadores seja mais vinculada ao mercado. Se, o professor que produz ciência não necessariamente contribui com a geração de conhecimento, e se o conhecimento a ser produzido deve priorizar a geração de receita, a capacidade de sistematização do conhecimento tenderá a ser uma característica-chave a ser desenvolvida pelas gerações do futuro? Caberá ao professor ajudar o aluno a desenvolver esta capacidade, ou isto será algo a ser conquistado de forma autônoma pelo aluno?

A automação nos processos produtivos, que substitui mão de obra e amplia o desemprego ou a migração entre profissões, intensifica a necessidade da educação para o empreendedorismo e a criação de negócios inovadores. Todavia, a falta de vivência empreendedora dos professores é um obstáculo real para a educação empreendedora nas escolas. É o professor o modelo de inspiração que irá ensinar o aluno a arriscar e criar variações de modelos de negócios e a ser criativo? Como está a formação do professor? O modelo multicanais e várias plataformas de conhecimento e tecnologias para integração com outros profissionais são suficientes neste sentido?

A automação e a tecnologia têm restringido a capacidade de pensamento e criação de modelos de negócios novos para o mundo. Não se pode correr o risco de um ensino de empreendedorismo massificado e que apenas estimule a replicação de empreendimentos criados por outros, modelos pré-formatados, quando o empreendedor não tem estímulo para a criatividade, gerando cada vez mais concentração desta criatividade nas economias que, efetivamente, investem em inovação. Pelo que se vê, o Brasil ainda carece de incentivos à

inovação que contribuam de forma substancial para a elevação da capacidade de criar alternativas nos empreendimentos. Neste sentido, quanto aos esforços para preparar o professor a desempenhar a função de educador de empreendedorismo, qual grau de efetividade na obtenção de resultados pode ser esperado?

Por tudo já exposto, resta-nos pensar em uma educação exploratória, na qual o professor direciona buscas, promove questionamentos, cria contextos e explora a visão de cenários, fortalecendo o papel de educador que já há um tempo é atribuído a ele, embora com uma definição ainda obscura do ponto de vista prático. Contudo, uma nova questão se apresenta: como iremos retreinar e desenvolver estes professores para a nova realidade, tendo em vista que as regras que regem todo o nosso sistema de ensino foram formuladas para atender às necessidades de uma sociedade que está próxima do seu eclipse?

5.5 Indivíduo

Nesta sociedade 4.0, que se apresenta, quais são aptidões e habilidades do profissional do futuro. O Fórum Econômico Mundial (2016) as apresenta: flexibilidade cognitiva, sensibilidade ao problema, pensamento crítico, inteligência emocional, alfabetização digital, habilidade para gestão de equipes e design da experiência. A Figura 6 mostra mais detalhadamente estas características:

Figura 6 – Habilidades centrais para o trabalho

APTIDÕES	HABILIDADES	HABILIDADES TRANSFUNCIONAIS	
Cognitivas Flexibilidade cognitiva Criatividade Raciocínio lógico Sensibilidade ao problema Raciocínio matemático Visualização	Conteúdo Aprendizado ativo Expressão oral Compreensão de leitura Expressão escrita Alfabetização digital	Sociais Coordenação com outros Inteligência emocional Negociação Persuasão Orientação a serviço Treinamento e ensino dos outros	Processo Escuta ativa Pensamento crítico Automonitoramento e dos outros
Físicas Força física Destreza manual/precisão	Processo Escuta ativa Pensamento crítico Automonitoramento e dos outros	Sistêmicas Julgamento e tomada de decisões Análise sistêmica	Técnicas Manutenção e reparo de equipamentos Operação e controle de equipamentos Programação Controle de qualidade Design da experiência do usuário Resolução de problemas
		Solução de problemas complexos Solução de problemas complexos	

Fonte: World Economic Forum (2016)

David Levy da Universidade de Washington apresenta como “cérebro de pipoca” o distúrbio promovido pelo movimento caótico da realização de várias tarefas simultaneamente (2011,

apud ROSEN, 2012). Alterações químicas cerebrais são causadas e, por isso, ocorre maior dificuldade na concentração e foco em um único assunto, assim como na adaptação do cérebro ao ritmo lento da vida real. Uma característica importante destacada pelo estudo é o analfabetismo emocional, o qual dificulta a identificação de emoções na fisionomia, postura e comportamento dos outros. A superficialidade ocasionada pelo hábito da busca interminável de informações e das mudanças físicas do cérebro ocasionadas por esse comportamento podem gerar dificuldade na assimilação e na valorização de conteúdos relacionados ao comportamento e motivação humanas.

O tempo de concentração do aluno varia ao longo das gerações, em função do condicionamento e treinamento feito desde a primeira infância. Na sala de aula estudos feitos indicaram que a atenção chega, em média, a 20 minutos (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2011). “Segundo a Microsoft, as transformações são fruto da habilidade do cérebro de se adaptar a novas condições. A queda nos níveis de atenção seria então uma consequência da evolução para a internet móvel.” (TEMPO, 2016). Um e (CHRISTAKIS et al., 2004). O número de horas que as crianças assistiam TV nas primeiras idades foi correlacionada positivamente com problemas de atenção aos 7 anos. Convém estimularmos o treino da paciência do estudante para que se dedique a aprofundar algum conhecimento ou atendermos à “onda” da superficialidade direcionando-o para o aprofundamento, quando for sua vontade?

Como falamos anteriormente, aspectos técnicos, motivacionais e comportamentais devem ser considerados. Competirá aos educadores apresentar saberes práticos e acadêmicos de forma indissociável? Em relação à motivação, com vistas à mudança de atitude, como fazer? Considerar a necessidade (nota, cumprimento de carga, etc.) ou o estímulo para a descoberta? Ou ambos? E como avaliar o aluno diante de tanta amplitude de possibilidades?

A partir dos pressupostos acima, são as seguintes abordagens para provimento da aprendizagem: centrada no estudante, ativa, holística, autêntica, expressiva, reflexiva, social, colaborativa, democrática, cognitiva, desenvolvedora, construtivista, desafiadora e divertida (ZEMELMAN, DANIELS; HYDE, 2005 apud TOKUHAMA-ESPINOSA, 2011).

A variação individual na capacidade de concentração pode requerer mudanças personalizadas na educação. Os recursos tecnológicos e o monitoramento da atenção podem ser feitos de maneira automatizada no caso de EAD e outras ferramentas digitais.

A utilização de recursos como games e realidade virtual já foi comprovada como eficiente no contexto de idosos, para ativar a memória e exercitar o cérebro.

As monografias já tem se transformado em trabalhos práticos de solução de problemas e as provas, que geram sensação de fracasso, podem ser substituídas ou complementadas pela gamificação, com atribuição de pontos para reforçar positivamente o acerto do aluno.

É fato que a heurística, a arte de realizar descobertas, que caracteriza estes padrões de navegação, indica que são decisões individuais e, portanto, não se pode esperar uma relação óbvia do usuário com o conteúdo disponível. Diferentes recursos, sejam de conteúdo ou de navegabilidade, devem ser disponibilizados para que o aluno tenha ao seu alcance formas variadas de investigar e explorar o conhecimento.

O conhecimento do aluno do futuro, formatado a partir da metáfora de “cérebro de pipoca”, deverá ser oferecido não apenas em aulas presenciais, mas em dinâmicas, filmes, uso de smartphones dentro e fora da sala de aula, gamificação, além da mencionada EAD. Todavia, devem ser oferecidos de forma integrada em multicanais para atender às demandas individuais em termos de forma, ritmo e profundidade do conhecimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o Banco Mundial “o crescimento, desenvolvimento e redução da pobreza dependem dos conhecimentos e qualificações que as pessoas adquirem, não no número de anos que passaram sentados numa sala de aula.” (2011, p. 3). Desta forma, e determinadas as metas para 2020, o intuito é atuar nos países em todas as fontes geradoras de conhecimento para que novas abordagens sejam criadas, bem como para a definição de critérios de reforma educacional, para a qual os investimentos devem ser imediatos, feitos com inteligência e para todos.

O Banco Mundial (WORLD BANK, 2017) ainda aponta a existência de desvios consideráveis de todas as partes envolvidas com relação à aprendizagem, o que tem reduzido gravemente os níveis educacionais, principalmente em economias menos desenvolvidas, aspecto que compromete o desenvolvimento dos próprios países. Alerta, assim, para o papel da educação para a promoção do crescimento econômico. Reforça também que não há aprendizagem sem preparar aprendizes motivados, que professores devem ter as competências e a motivação necessárias, ressaltando haver uma certa negligência das instituições quanto a esses aspectos e apontando que interesses contraditórios entre as partes envolvidas, desalinhamentos e

incoerências nos objetivos de aprendizagem e responsabilidades, nas informações e métricas, nos aspectos financeiros e de incentivos estão impedindo a aprendizagem.

Como gerar motivação? A inteligência artificial pode aprender mais rapidamente do que o ser humano? O que será feito com o tempo que sobra das funções assumidas pelas máquinas? O que resta para o futuro da educação? Falta o desenvolvimento nos docentes e alunos da parte humana, oferecendo muito mais do que conhecimentos técnicos, mas conhecimentos úteis que servem para a vida, habilidades para melhorar as relações pessoais, valores e princípios éticos. A tecnologia não irá substituir sensações e emoções, pelo menos, no horizonte observado, mas pode ajudar a eliminar a fragmentação dos conteúdos das aulas. Para tanto são necessários valores internalizados de quem aplica essa docência com espaço para o livre pensar (VASCONCELLOS, 2009). A educação 4.0 com olhar humano estimula a exploração das riquezas das experiências e pode ajudar a construir as bases das novas gerações, pois, as tecnologias, se bem utilizadas, podem ajudar a perceber as diferenças individuais e oferecer estímulos certos nas horas certas. Além disso, pode contribuir para a saída do modelo de enxurrada de informações, uma vez que computadores conseguem realizar boa parte dessa demanda, para que sobre tempo para a construção de um novo saber humano, profundo, prático e que integre o homem com as máquinas, para que se extraia o melhor valor dessa parceria.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e todo o seu corpo docente do curso de mestrado em Educação Tecnológica, além da direção e a administração. Agradecemos ainda os organizadores do IX SITRE, pelo apoio ao desenvolvimento do conhecimento e da ciência no mercado de trabalho brasileiro.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge**: A cognitive view. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BANCO MUNDIAL. **Aprendizagem para todos**. Investir nos conhecimentos e competências das pessoas para promover o desenvolvimento. Washington, D.C.: Banco Mundial, 2011. Disponível em:
http://siteresources.worldbank.org/EDUCATION/Resources/ESSU/463292-1306181142935/Portuguese_Exec_Summary_ESS2020_FINAL.pdf Acesso em: 22 out. 2017.

BROM, L. G.; AGUIAR, T. **Educação, mito e ficção**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

BROWN, T. **Design Thinking**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CHRITAKIS, D.A. *et al.* Early Television Exposure and Subsequent Attentional Problems in Children. **Pediatrics**, v. 113, n. 4, Apr. 2004, p. 708-713. Disponível em:
http://pediatrics.aappublications.org/content/113/4/708?sso=1&sso_redirect_count=1&nfstatus=401&nftoken=00000000-0000-0000-0000-000000000000&nfstatusdescription=ERROR%3a+No+local+token Acesso em: 22 set. 2017.

CUNHA, C. Tecnologia: o que é a 4ª revolução industrial? **UOL**, Vestibular, Resumo das disciplinas, Atualidades, 24 abr. 2017. Disponível em: <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/tecnologia-o-que-e-a-4-revolucao-industrial.htm?cmpid=copiaecola> Acesso em: 10 set. 2017.

DELORS, Jacques (Coord.) **Educação: um tesouro a descobrir**: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 4. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO: MEC, 2000. 288 p. ISBN 9788524906732.

FREY, B. C.; OSBORNE, M. A. **The Future of Employment**: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? 17 set. 2013. Disponível em:
http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Acesso em: 10 set. 2017.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. **Proceedings of the AAAI-04 Workshop on Challenges in Game AI**, San Jose, 25-29 July, 2004, p. 1-5. Disponível em:
<http://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2009.

MASETTO, M. T. **O professor na hora da verdade** – a prática docente no ensino superior. São Paulo: Avercamp, 2010.

MASLOW, A. H. **Motivation and personality**. 2ª ed. New York: Harper and Row, 1970.

MIRANDA, J. **O ser humano existe na Terra desde quando?** Site de Curiosidades, Ciência, abr. 2016. Disponível em: <http://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/o-ser-humano-existe-na-terra-desde-quando.html>. Acesso em: 10 set. 2017.

NAKAMURA, R.; CAMARA, P. G. *Design de jogos e a experiência de exploração de espaços*. **OBRA DIGITAL**, ISSN: 2014-503. n.5, Septiembre. 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4945224.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.

PECOTCHE, C. B. G. **O mecanismo da vida consciente**. São Paulo: Logosófica, 2007.

POLLOCK, R.; JEFFERSON, A.; WICK, C. **6 Ds – As seis disciplinas que transformam educação em resultados para o negócio**. São Paulo: Evora, 2016.

POPPER, K. R. **Lógica das ciências sociais**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1999.

QUALMAN, E. **Socialnomics**: como as mídias sociais estão transformando a forma como vivemos e fazemos negócios. São Paulo: Saraiva, 2011.

QUARTA revolução industrial ameaça milhões de empregos (Valor Econômico). **Seteco**, Notícias, 19 jan. 2016. Disponível em: <http://www.seteco.com.br/quarta-revolua-a-o-industrial-ameaa-a-milhaes-de-empregos-valor-econa-mico/>. Acesso em 10 set. 2017.

RODRIGUES, G. M. 2017. A quarta revolução industrial. As coisas mais criativas do mundo, **Criativar**, 19 jul. 2017. Disponível em: <https://ascoisasmaiscriativasdomundo.catracalivre.com.br/%20criativar/quarta-revolucao-industrial/>. Acesso em: 11 set. 2017.

ROSEN, L. D. **iDisorder**: understanding our obsession with technology and overcoming its hold on us. New York: Macmillan, 2012.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. 1ª ed. São Paulo: Editora Edipro, 2016.

SILVA, R. S; TRISKA, R. Discutindo uma terminologia para os videogames: da jogabilidade ao gameplay. **Anais** do 4º Congresso Sulamericano de Design de Interação. São Paulo, 2012.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 10a. ed. São Paulo: Editora Érica, 2002.

STARTUP GENOME. **Global Ecosystem Report**. San Francisco: Startup Genome, set. 2017. Disponível em: <https://startupgenome.com/thank-you-enjoy-reading/>. Acesso em: 26 out. 2017.

TECHNOLOGY and jobs: Coming to an office near you. **The Economist**, Print Edition, Leaders, 18 jan. 2014. Disponível em: <https://www.economist.com/news/leaders/21594298-effect-todays-technology-tomorrows-jobs-will-be-immenseand-no-country-ready>. Acesso em: 10 set. 2017.

TEMPO de concentração das pessoas na era digital é menor que o de um peixe. **O Globo**, Sociedade, Tecnologia, 14 jun. 2016. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/tempo-de-concentracao-das-pessoas-na-era-digital-menor-que-de-um-peixe-16153807>. Acesso em: 22 out. 2017.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The scientifically substantiated art of teaching**. San Francisco de Quito, Ecuador: International Baccalaureate Organisation, 30 out. 2011.

Disponível em:

<http://www.ibo.org/contentassets/477a9bccb5794081a7bb8dd0ec5a4d17/traceytokuhama-espinoza-thescientificallysubstantiatedartofteachinghollandoct2011.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.

UNESCO. **Relatório GEM**. Brasília: UNESCO no Brasil, 20 out. 2017. Disponível em:

http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/about-this-office/single-view/news/report_that_analyses_the_responsability_of_diverse_actors_fo/. Acesso em 27 out. 2017.

VASCONCELLOS, C. S. A atividade humana como princípio educativo. Coleção Cadernos Pedagógicos do Libertad; v.7. São Paulo: Libertad, 2009.

WATERS, R. Falta informação sobre impacto da robótica. Valor Econômico, 17 abr. 2017.

Disponível em: <https://www.pressreader.com/brazil/valor-econ%C3%B4mico/20170417/281990377395404>.

Acesso em: 14 out. 2017.

WENTZEL, M. Quarta revolução industrial': Como o Brasil pode se preparar para a economia do futuro. **BBC Brasil**, Brasília, 22 jan. 2016. Disponível em:

http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160122_quarta_revolucao_industrial_mw_a_b. Acesso em 10 set. 2017.

WORLD BANK. **World development Report 2018**. Learning to realize education promise. Washington, DC: World Bank, out. 2017. Disponível em:

<https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-1096-1>. Acesso em: 22 out. 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM – WEF. **The future of jobs**. Geneva: WEF, Related Reports, Jan. 2016. Disponível em:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf. Acesso em: 10 set. 2017.

O IMPACTO DAS *EDTECHS* NA FORMAÇÃO COMPLEMENTAR DAS HABILIDADES TRANSVERSAIS DOS PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA

doi: 10.47930/1980-685X.2022.1502

CARVALHO, Leonardo Loureiro – leocarvalho@gmail.com
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-
MG Av. Amazonas, 5.253, Nova Suíça
30421-169 – Belo Horizonte – MG – Brasil

TONINI, Adriana Maria – atonini2@hotmail.com
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-
MG Av. Amazonas, 5.253, Nova Suíça
30421-169 – Belo Horizonte – MG – Brasil

Resumo: *Com as mudanças ocorridas no mundo a educação precisa atender às novas demandas surgidas na sociedade. Dentro desta demanda está a necessidade da formação mais completa dos profissionais de engenharia em relação as habilidades transversais. Dessa maneira, é fundamental a promoção da formação integral destes profissionais desenvolvendo estratégias de aprendizagens significativas. Dessa forma surgiram as EdTechs como novo modelo de aprendizagem e preenchendo uma lacuna deixada pelo ensino superior. Desta forma, este artigo pretende analisar quais as formações complementares o mercado tem exigido dos profissionais de engenharia e como as EdTechs podem habilitar os estudantes e profissionais diante deste novo mercado. Para atingirmos os objetivos propostos a seguinte metodologia foi traçada: avaliação das competências exigidas nesse novo mercado e avaliação de como e em qual proporção as EdTechs tem possibilitado esta formação, através de revisão sistemática de literatura. De acordo com a literatura foram listadas 19 competências necessárias para a formação completa do novo profissional de engenharia. Foi percebido também que atualmente existe uma grande disponibilidade de conteúdo que permite que essas novas habilidades requisitadas pelo mercado sejam preenchidas. Foi verificado então que praticamente em todas as competências, pelo menos 50% das EdTechs existentes na região sudeste, focadas em cursos livres, preenchem as lacunas necessárias para esta capacitação.*

Palavras-chave: *Edtechs. Competências. Profissionais de Engenharia*

1 INTRODUÇÃO

A educação é a maneira pela qual a humanidade encontrou para fazer com que o conhecimento seja transmitido de uma geração a outra, mantendo vivas as formas de comportamentos valorizados (ou suprimindo os valores considerados inferiores) e o aperfeiçoamento das atividades responsáveis pela produção da existência. Trata-se de um processo que dura a vida toda e não se restringe à mera continuidade da tradição, pois supõe a possibilidade de rupturas, pelas quais a cultura se renova e o homem faz e refaz a história (RODRIGUES, SOUSA, 2017). BECKER F., 2012, nos remete a três formas distintas sobre a relação de ensino e aprendizagem no ambiente educacional: pedagogia diretiva, não-diretiva e relacional, com base em seus embasamentos epistemológicos. Segundo o autor, na pedagogia diretiva, a sala de aula tem a configuração tradicional, com o professor no centro, monopolizando o processo com a imposição da sua fala. Nesse contexto, o professor acredita na transmissão pura de conhecimento.

Contrapondo-se ao primeiro modelo, a pedagogia não-diretiva, é aquela na qual o professor assume a posição de quem auxilia e procura promover o processo, facilitando a compreensão do estudante. A bagagem hereditária é reconhecida e respeitada, sendo essa “despertada” pelo professor. De acordo com esse pressuposto, o aluno tem a capacidade de interferir no meio físico e social que o envolve.

E em relação ao terceiro modelo, pedagogia relacional, esta propõe a construção do conhecimento, a partir da reflexão. Este modelo abre espaço para a interatividade, a participação e o trabalho em equipe, fundamentais nos dias atuais (RUTZ K. P. *et al.*, 2021).

O cenário da educação superior tem mudado rapidamente e radicalmente nos últimos anos pela implementação do uso de novas tecnologias de informação. Segundo MORÁN, 2015, os processos de organizar o currículo, as metodologias, os tempos e os espaços precisam ser revistos. A percepção é de que não é mais possível lidar com o que o futuro impõe apostando ainda em práticas do passado.

Além disso, novos imperativos sociais e econômicos tornaram a educação para engenheiros cada vez mais importante. Engenheiros têm um papel decisivo no desenvolvimento de tecnologias e inovação. Diante disso, faz-se necessário que as universidades assumam um papel de formar bons profissionais capazes de entrar e prosperar no local de trabalho (TÁKS M.*et al.*, 2014).

O profissional de engenharia que possua somente os conhecimentos técnicos não consegue se destacar no mercado de trabalho, sendo apenas um executor de técnicas conhecidas. Assim, para que este se mantenha relevante e adequado as novas exigências, é necessário que ele se abra para uma nova visão de mundo. Diante disso, escolas de engenharia encontram o desafio de fornecer aos estudantes uma ampla gama de habilidades e conhecimentos além do meramente técnico (SOUZA A. S. *et al.*, 2019), incluindo habilidades transversais variadas. Desta forma é necessário que o engenheiro desenvolva as chamadas habilidades transversais (HT) que são competências não técnicas, mas necessárias no mundo do trabalho. Estas habilidades são questões comportamentais que ajudam o indivíduo a aplicar seus conhecimentos em situações diferentes (MITCHELL, G. W. *et al.*, 2010).

O amplo acesso ao conhecimento e as novas possibilidades de trabalho configuradas a partir de então tem contribuído para um contexto inquietante (MATTASOGLIO NETO, SOSTER, 2017). Em um mundo hiperconectado, a configuração tradicional e centenária de uma sala de aula tem, cada vez mais, perdido espaço para novas formas de pensar a educação aliada a inovações tecnológicas. Esse modo de abordar o ensino tem sido atualmente entregue pelas *EdTechs*, ou seja, empresas que promovem a fusão entre educação e tecnologia. Estas empresas adotam a tecnologia como facilitadora de processos de aprendizagem e melhoria dos sistemas educacionais. Aplicativos, cursos online e novas plataformas parecem ser apenas o começo de uma grande ramificação do ensino (NETO MENDONÇA, VIEIRA, ANTUNES, 2018).

FREITAS, 2017, investigou a influência das *EdTechs* nos modelos tradicionais de ensino, especificamente em relação ao ensino superior e seu processo de inovação no ensino e percebeu que a inovação é um processo que depende de uma gestão envolvida e de professores comprometidos para inovar no ensino. Isso é de suma relevância, pois uma inovação terá sucesso, se houver planejamento da gestão universitária, infraestrutura, mudanças no ensino, formação para os professores, práticas pedagógicas inovadoras e a participação dos estudantes. No mundo atual, as instituições de ensino superior precisam problematizar mais a forma de ensinar, compreendendo que cada estudante tem um modo de aprender e um tempo para concretizar seu processo de aprendizagem. Por não darem a devida atenção a esta situação, acabam tendo um foco concentrado no conhecimento técnico, que pode ser transmitido utilizando a pedagogia diretiva, onde o aluno apenas tem que entender a técnica a ser aplicada e executá-la, gerando sempre um resultado único e comum. E é neste ponto onde as *EdTechs* tem preenchido esta lacuna na formação dos profissionais de engenharia, provendo suporte e conhecimento inovador.

Sendo assim, este artigo pretende analisar quais as formações complementares o mercado tem exigido dos profissionais de engenharia e como as *EdTechs* podem favorecer os estudantes e estes profissionais diante deste novo mercado.

2 METODOLOGIA

Para a construção deste, foi realizada uma revisão integrativa da literatura realizada entre os meses de novembro de 2021 a março de 2022. Neste, foram selecionados artigos que abordavam o tema das competências necessárias aos profissionais da Engenharia, educação na atualidade, tecnologia e *EdTechs*. Portanto, foram utilizadas revistas eletrônicas e artigos publicados nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e sites oficiais. Quanto ao delineamento do estudo, houveram duas etapas que foram divididas em: busca por artigos nacionais e internacionais que foram avaliados por meio de seus títulos e resumos, tendo como base os critérios de inclusão anteriormente estabelecidos. Os artigos que demonstravam relação ao tema, obedecendo aos critérios, foram adicionados ao estudo. A busca pelos artigos foi realizada nos idiomas português e inglês, utilizando as palavras de busca listadas na tabela 1. E na segunda etapa, os textos selecionados para a revisão foram lidos na íntegra, interpretados e elaborou-se uma síntese das informações. Os artigos utilizados foram todos de livre acesso.

Tabela 1. Cruzamento de descritores nas bases de dados

Base de Dados	Descritores
Scielo	<i>“Technology and education”, “EdTechs”, “Engennier”</i>
Google Acadêmico	“Competências dos profissionais de Engenharia”, <i>“EdTechs”</i> , “Industria 4.0”, “Engenharia e tecnologia”
Outros	“Competências dos profissionais de Engenharia”, <i>“EdTechs”</i> , “Engenharia e tecnologia”, <i>“Technology and education”</i> , <i>“Edtechs”</i> , <i>“Engineer”</i>

Fonte: Os Autores

Foram definidos como critérios de inclusão deste estudo: artigos na língua portuguesa e inglesa, publicados sobre os profissionais de engenharia e o mercado de trabalho atual, como as *EdTechs* auxiliam no desenvolvimento de competências e o crescimento destas instituições no Brasil. Foram selecionados apenas artigos entre 2012 a 2022. Os trabalhos de anos anteriores foram excluídos.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Este estudo foi composto inicialmente por uma população de 831 artigos, resultados de uma busca inicial. Considerando os critérios de inclusão e exclusão e a partir das combinações de descritores, foram selecionados uma amostra de 29 artigos. As publicações encontradas em mais de uma base de dados foram consideradas somente uma vez.

3.1 Competências transversais exigidas do profissional de engenharia

Levando-se em consideração que cada revolução industrial teve como base um desenvolvimento tecnológico específico, é lógico afirmar que, como aponta SCHWAB Klaus (2017), a indústria 4.0 irá requerer profissionais com um perfil diferente dos exigidos pela indústria 3.0 e anteriores, destacando que à medida que a digitalização e automação da produção irá tomando espaço haverá um deslocamento dos trabalhadores junto as tecnologias usadas no processo de produção. O autor destaca que no futuro, o talento das forças de trabalho irá se sobressair ao capital representando fator crítico de produção.

Nesta linha, AIRES R. W. A. *et al.*, 2016, defendem que a verdadeira vantagem competitiva está na capacidade e velocidade do aprendizado das pessoas nas organizações. Em sequência, o sistema de educação corporativa passou a ter um papel de destaque na construção de valores distintivos para a competitividade, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Competências descritas por autores

Competências	Autor(es)
Habilidades Cognitivas • Flexibilidade cognitiva • Raciocínio Lógico • Sensibilidade para problemas • Raciocínio matemático • Visualização	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Criatividade	WORLD ECONOMIC FORUM (2016); SORKO, IRSA (2016); VORONINA, MOROZ (2017)
Reproduzir conhecimentos simples	SORKO, IRSA (2016)
Empreendedorismo	CHEN, ZHANG (2015)
Inovação	CHEN, ZHANG (2015); SORKO, IRSA (2016);
Habilidades físicas • Força física • Destreza manual e de precisão	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Físico saudável	CHEN, ZHANG (2015)

Competências de conteúdo • Aprendizagem ativa • Expressão oral • Compreensão de leitura • Expressão escrita • Alfabetização TIC	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Interação com outras áreas do conhecimento	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2016)
Aprendizagem	CHEN, ZHANG (2015)
Comunicação	CHEN, ZHANG (2015); VORONINA, MOROZ (2017)
Competências de processo • Escuta ativa • Pensamento crítico • Monitoramento próprio e dos outros	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Competências sociais • Coordenação de equipe • Inteligência emocional • Negociação • Persuasão • Orientação de serviço • Treinamento de pessoas	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Trabalho em equipe multidisciplinar	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2016)
Responsabilidade social e moral	CHEN, ZHANG (2015)
Independência	CHEN, ZHANG (2015)
Competências sistêmicas • Julgamento e tomada de decisão	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
• Análise sistêmica	
Competência para solucionar problemas complexos • Solução de problemas complexos	WORLD ECONOMIC FORUM (2016); CHEN, ZHANG (2015)
Competências de Gestão de Recursos • Gerenciamento de Recursos Financeiros • Gerenciamento de Recursos Materiais • Gestão de Pessoas • Gestão do tempo	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)
Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	GARBIE (2017)
Competências Técnicas • Reparo e manutenção de equipamentos • Controle e operação de equipamentos • Programação • Controle de qualidade	WORLD ECONOMIC FORUM (2016)

Conhecimentos técnicos	CHEN, ZHANG (2015); CNI (2016); DELOITTE (2016); VORONINA, MOROZ (2017)
------------------------	---

Fonte: Os Autores

Face a isto, a CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (2016) ao definir que um dos pilares para desenvolvimento da Indústria 4.0 é o desenvolvimento de recursos humanos para as novas formas de produção, alerta para a necessidade de profissionais com formação distinta das existentes. A integração de diversas formas de conhecimento, característica desse modo de produção, exigirá equipes multidisciplinares, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.

Dessa forma MITCHELL, G. W. *et al.*, 2010, definiram habilidades transversais (HT) como habilidades interpessoais que também podem ser denominadas soft skills. Analisando a literatura sobre o tema, foram identificadas 19 HT que também são denominadas transferíveis segundo LIMA R. M. *et al.*, 2017, ou habilidades comportamentais de acordo com ROBLES Marcel, 2012; AHMED, F. *et al.*, 2013. Na tabela 3, estão as habilidades e suas descrições.

Tabela 3. Habilidades transversais (HT) descritas na literatura

Habilidade	Descrição	Autor(es)
Atenção ao detalhe	Saber observar os pequenos detalhes	SOUZA A.S., 2019;
Argumentação e Persuasão	Conseguir expressar-se bem, expor aos outros claramente suas ideias, conquistar apoio e convencer a aceitarem suas decisões ou preferências.	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> 2017; SORKO, ISRA, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Capacidade de aprendizagem	Ter capacidade de adotar novos conhecimentos ou capacidade de ser um eterno aprendiz	SOUZA A.S., 2019; VORONINA & MOROZ, 2017; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Comunicação	Ter capacidade de comunicação oral e escrita, além de saber escutar	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017; ROBLES, 2012; CHEN, ZHANG, 2015; VORONINA, MOROZ, 2017;
Criatividade e inovação	Incentivar e apresentar novas ideias	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017; CHEN, ZHANG, 2015; SORKO, ISRA, 2016; VORONINA, MOROZ, 2017; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;

Flexibilidade	Ter capacidade de adaptação, facilidade para mudanças.	SOUZA A.S., 2019; ROBLES, 2012; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Gestão do tempo	Planejar o seu tempo de forma consciente, analisando o tempo gasto com atividades específicas e cumprindo prazos	SOUZA A.S., 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Liderança	Ter capacidade de extrair o melhor dos outros, agindo com sensatez e influenciando pessoas	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Línguas estrangeiras	Ter capacidade de se comunicar em outros idiomas	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017;
Networking	Buscar contato com outras pessoas que trabalhem no mesmo ramo	SOUZA A.S., 2019;
Organização	Manter em ordem seus afazeres e o ambiente de trabalho	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017;
Orientação para objetivos	Ter capacidade de focar em seus objetivos e trabalhar para alcançá-los	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017;
Proatividade e iniciativa	Ter iniciativa e superar as expectativas. Além disso, é tomar atitudes antecipando um trabalho, ou colhendo informações sobre determinado assunto.	SOUZA A.S., 2019; LIMA <i>et al.</i> , 2017; CHEN, ZHANG, 2015;
Resolução de problemas	Ser capaz de resolver problemas o mais prontamente e eficazmente possível, muitas vezes recorrendo à criatividade.	SOUZA A.S., 2019; CHEN, ZHANG, 2015; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Responsabilidade	Responder pelos seus atos e pelas obrigações que lhe foram atribuídas	SOUZA A.S., 2019;
Saber ouvir	Aceitar opiniões alheias, não prejudicar o que está sendo dito e dar atenção à quem fala.	SOUZA A.S., 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Tolerância à pressão	Manter a calma e o foco em situações surpresas e/ou desgastantes.	SOUZA A.S., 2019;
Tomada de decisão	Saber escolher um plano de ação eficaz para uma determinada situação	SOUZA A.S., 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016;
Trabalho em equipe	Saber trabalhar com diferentes tipos de pessoas, expondo suas opiniões e sabendo escutar a dos demais.	SOUZA A.S., 2019; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016;

Fonte: Os Autores

Além das HT já mencionadas segundo o BANCO MUNDIAL, 2018, há ainda três tipos de habilidades que são cada vez mais importantes no ambiente de trabalho, sendo estas: cognitivas avançadas; habilidades sóciocomportamentais e combinações de habilidades que são preditivos de adaptabilidade. A construção dessas habilidades requer base fortalecida do capital humano e aprendizagem ao longo da vida (BANCO MUNDIAL, 2018; PENHAKI, 2019).

Assim, percebe-se que as situações profissionais que um engenheiro precisa enfrentar requisita uma série de comportamentos, tornando desejável que tais HT sejam trabalhadas desde a universidade. Entretanto, há um predomínio do método tradicional no ensino. CAMPOS, L. B.

P. *et al.*, 2018 sugeriram que deve ser repensado e revisado as práticas pedagógicas e processos educativos para que estes possibilitem, não só a absorção de conhecimentos técnicos, mas também das HT que são colocadas como importantes para o exercício da carreira (SOUZA A.S. *et al.*, 2019).

Neste sentido, entende-se que as universidades deverão estar preparadas para formar profissionais que possam atuar tanto nas áreas técnicas quanto naquelas que envolvem a gestão de pessoas, do conhecimento e de processos, bem como possuam competências em liderança, comunicação e empreendedorismo (STURM C.H. *et al.*, 2015). Esta metodologia de formação, que busca desenvolver competências multidisciplinares nos discentes dos cursos de engenharia, conhecida como Educação Tecnológica, proporciona um sistema de produção mais robusto e confiável, suprimindo as necessidades do mercado de trabalho. Isto foi possível devido a este processo envolver a educação, a tecnologia, a ciência, a técnica e a ética para formar cidadãos críticos e capazes de entender o mundo que os cerca, mas não apenas com foco na tecnologia, sendo o principal alvo dessa formação o ser humano (CARVALHO, TONINI, 2017; ZANETTI Micheli *et al.*, 2021).

3.2 Impacto das EdTech na formação das competências transversais dos profissionais de engenharia

TOEBE em 2016, demonstrou que a integração das tecnologias educacionais requer ações, tanto no âmbito da gestão educacional, quanto na atuação docente, e que a fluência tecnológico-pedagógica é de suma importância para a inovação pedagógica. Nessa perspectiva, problematizaram as concepções de inovação pedagógica e tecnológica para os professores e seus resultados promoveram o estudante a protagonista do processo de ensino e de aprendizagem e, para o docente, possibilitaram a autoavaliação, a reflexão e a reconstrução da

prática pedagógica (VIDAL, MERCADO, 2020).

Dentre os fatores determinantes do sucesso acadêmico destacou-se a participação ativa e o engajamento dos estudantes notou-se que quando os estudantes aproveitaram a diversidade de oportunidades que as instituições de ensino ofereceram, envolvendo-se em pesquisa, ensino, extensão e formação estes apresentavam melhor resultado no mercado. No engajamento, também é possível identificar a satisfação dos estudantes com sua formação, o senso de pertencimento, onde sentem-se parte da universidade, responsáveis pelo seu processo formativo e por isso então buscam ter um bom desempenho acadêmico. Nesse sentido, os envolvimento nas atividades institucionais demonstraram a relevância da integração à vida universitária para o sucesso acadêmico (MITCHELL G. W. *et al.*, 2010). Neste mesmo estudo ainda foi possível observar que a educação online, que vem sendo propagada mais recentemente pelas *EdTechs*, se tornará uma forma mais econômica e eficiente de formação dos alunos.

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARTUPS, 2020, a Plataforma de oferta de conteúdo on-line é o tipo de tecnologia que obteve maior crescimento nos últimos tempos. A tabela 4 demonstra o tipo de tecnologia e os produtos ofertados. Essa plataforma expõe cursos, jogos e/ou ODAs (objeto digital autocontido e reutilizável) para venda individual, acesso sob modelo de assinatura, ou acesso livre, que permitem o aprendizado autônomo do aluno.

Tabela 4. *EdTechs* por tipo de tecnologia

Tipo de Tecnologia	Nº	%
Objeto Digital de Aprendizagem (ODA)	21	3,7%
Jogo Educativo	27	4,8%
Curso online	22	3,9%
Ferramenta de apoio à gestão administrativo-financeira	23	4,1%
Ferramenta de apoio à gestão pedagógica	31	5,5%
Ferramenta de avaliação de estudante	53	9,4%
Ferramenta gerenciadora de currículo	2	0,4%
Ferramenta de autoria	6	1,1%
Ferramenta de apoio à aula	5	0,9%
Ferramenta de colaboração	5	0,9%
Ferramenta de tutoria	22	3,9%
Sistema de gestão educacional (SIG SIS)	25	4,4%
Sistema gerenciador de sala de aula	-	-
Ambiente virtual de aprendizagem (AVA)	31	5,5%
Plataforma educacional	24	4,2%
Plataforma educacional adaptativa	17	3%
Plataforma de oferta de conteúdo online	165	29,2%
Repositório digital	3	0,5%
Ferramenta maker	13	2,3%

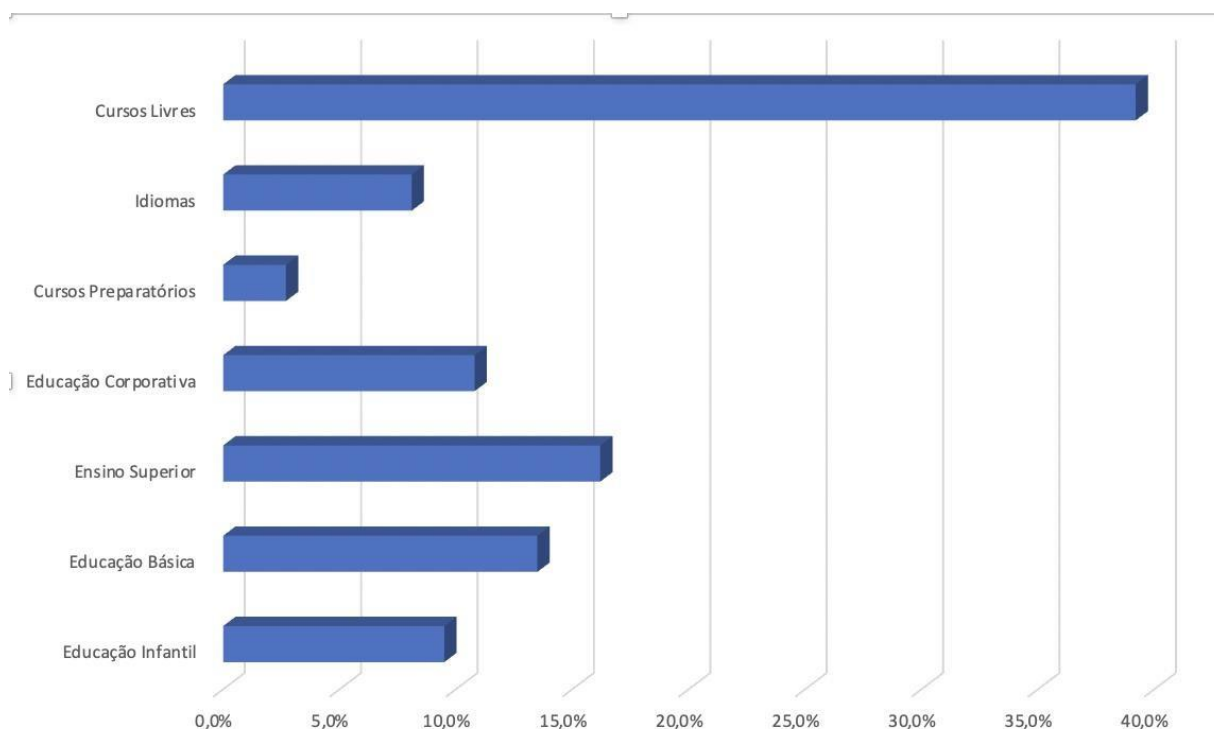
Hardware educacional	3	0,5%
Outros produtos ou serviços	68	12%

Fonte: https://abstartups.com.br/wp-content/uploads/2021/04/M2020_edtechs.pdf

Esse dado demonstra que a grande maioria das *EdTechs* estão focadas em promoção de conhecimento e disponibilização de cursos para formação complementar das pessoas, conforme a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARPUS, 2020.

Essas mesmas *EdTechs* que são focadas em disponibilização de conteúdo para formação complementar dos profissionais, podem ser segmentadas também por atuação e separadas nos tipos de mercado em que as mesmas atuam, conforme observado no gráfico 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARPUS, 2020).

Gráfico 1. *EdTechs* por segmento de atuação



Fonte: https://abstartups.com.br/wp-content/uploads/2021/04/M2020_edtechs.pdf

Esta segmentação demonstrou que a grande maioria das *EdTechs* estão focadas no mercado de Cursos Livres, onde procuram trazer novas competências e habilidade para quem os consome, em pequenos espaços de tempo, permitindo que estas possam ser aplicadas rapidamente no ambiente de trabalho.

Dessa maneira tornou-se relevante avaliar o percentual de *EdTechs* que oferecem cursos que promovem as competências exigidas pelo mercado. Uma vez que a maior concentração de

EdTechs situa-se na região sudeste (58,7%) segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE *STARTUPS*, 2020, os dados representados foram uma análise das *EdTechs* apenas dessa região e estão descritos na tabela 5. Foram analisadas todas as 40 *EdTechs* dos estados Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, listadas pelo estudo.

Tabela 5. Percentual de *EdTechs* que oferecem cursos por competências

Competências	Quantidade de <i>EdTechs</i>
Habilidades Cognitivas • Flexibilidade cognitiva • Raciocínio Lógico • Sensibilidade para problemas • Raciocínio matemático • Visualização	40%
Criatividade	50%
Reproduzir conhecimentos simples	58%
Empreendedorismo	53%
Inovação	50%
Habilidades físicas • Força física • Destreza manual e de precisão	0%
Físico saudável	0%
Competências de conteúdo • Aprendizagem ativa • Expressão oral • Compreensão de leitura • Expressão escrita • Alfabetização TIC	53%
Interação com outras áreas do conhecimento	58%
Aprendizagem	48%
Comunicação	50%
Competências de processo • Escuta ativa • Pensamento crítico • Monitoramento próprio e dos outros	55%
Competências sociais • Coordenação de equipe • Inteligência emocional • Negociação • Persuasão • Orientação de serviço • Treinamento de pessoas	48%
Trabalho em equipe multidisciplinar	50%
Responsabilidade social e moral	38%
Independência	60%

Competências sistêmicas • Julgamento e tomada de decisão • Análise sistêmica	58%
Competência para solucionar problemas complexos • Solução de problemas complexos	55%
Competências de Gestão de Recursos • Gerenciamento de Recursos Financeiros • Gerenciamento de Recursos Materiais • Gestão de Pessoas • Gestão do tempo	58%
Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade	38%
Competências Técnicas • Reparo e manutenção de equipamentos • Controle e operação de equipamentos • Programação • Controle de qualidade	100%
Conhecimentos técnicos	100%

Fonte: Os Autores

Estes dados demonstraram que atualmente as *EdTechs* conseguem suprir, em sua grande maioria, a lacuna existente no desenvolvimento das habilidades transversais exigidas pelo mercado. Destaca-se que em praticamente todas as competências, pelo menos 50% das *EdTechs* da região analisada fornecem cursos para seu desenvolvimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados analisados neste artigo sugerem que atualmente existe uma grande disponibilidade de conteúdos que podem suprir a necessidade do desenvolvimento das habilidades transversais exigidas atualmente pelo mercado. Esta alta disponibilidade permite que os profissionais de engenharia em seus mais diversos níveis de senioridade possam continuamente dar andamento em suas formação e desenvolvimento, permitindo assim que o mercado tenha um maior número de profissionais mais preparados para execução das funções exigidas. De toda forma, isto não exime a responsabilidade das universidades em se desenvolverem, atualizarem e se transformarem para promover uma formação cada vez mais completa dos profissionais de engenharia.

Devido a alta demanda dos profissionais em se tornarem mais relevantes e se adequarem as novas necessidades exigidas, o mercado se movimentou mais rápido que as universidades para que esta lacuna fosse preenchida permitindo desenvolvimento econômico e principalmente uma

capacitação maior dos profissionais que promovem a inovação a maior desenvolvimento da área da engenharia.

REFERÊNCIAS

AIRES, R. W. A. *et al.* Educação Corporativa como ferramenta para estimular a inovação nas organizações: uma revisão de literatura. *In: 13º Congresso Brasileiro de Gestão Do Conhecimento*: São Paulo., 2016.

AHMED, F. *et al.*, Soft Skills and Software Development: A Reflection from Software Industry. **International Journal of Information Processing and Management (IJIPM)**, 4 (3),171-191, 2013.

BANCO MUNDIAL. Competências e Empregos: uma agenda para a juventude. Brazil, p. 39, 2018. Disponível em:
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/953891520403854615/pdf/123968-WP-PUBLIC-PORTUGUESE-P156683-CompetenciaseEmpregosUmaAgendaparaaJuventude.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2022.

BECKER Fernando. Educação e construção do conhecimento. 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

CAMPOS L. B. P. *et al.* Entrepreneurial and Engineering Education - a twofer proposal. *In: 9th International Symposium on Project Approaches in Engineering*.

EDUCATION (PAEE) 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE), 2018, Brasília. **Anais**. Brasília, 2018.

CARVALHO, Tatiane Augusta Godinho; TONINI, Adriana Maria. Desenvolvimento tecnológico e formação de competências na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, p. 85–9, 2017.

CHEN, **Guojin.**, ZHAN, J **Jianhui**. Study on training system and continuous improving mechanism for mechanical engineering. **The Open Mechanical Engineering Journal**, 9, 7-14, 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Distrito Federal: Brasília. Disponível em
<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

EDTECHS. **Associação Brasileira de Starpus**. Disponível em:https://abstartups.com.br/wp-content/uploads/2021/04/M2020_edtechs.pdf. Acesso em: 23 de mar 2022.

FREITAS, Ellen Camila de. **Inovação em educação e sua influência nos modelos tradicionais de ensino superior**. 2017. 111 f. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas – Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18565>. Acesso em: 02 jul. 2021.

GARBIE Ibrahim H. Incorporating Sustainability/Sustainable Development **Concepts in Teaching Industrial Systems Design Courses. *Procedia Manufacturing*, 8, 417-423, 2017.**

LIMA, R. M. *et al.* Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job offers. ***Production Journal***,27. doi: 10.1590/0103-6513.229916, 2017.

MORÁN José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em 03 mar. 2022.

MATTASOGLIO NETO Octavio, SOSTER Tatiana Sansone. Inovação Acadêmica e Aprendizagem Ativa. Disponível em <https://blog.lyceum.com.br/livro-inovacao-academica-e-aprendizagem-ativa/>. Acesso em 20 de fev de 2022.

MITCHELL, G. W. *et al.* Essential Soft Skills for success in the twenty-first century workforce as perceived by business educators. ***Delta Pi Epsilon Journal***, 52 (1), 43-53, 2010.

NETO MENDONÇA O. R. de, VIEIRA A.M., ANTUNES M. T. P. Industrialização da educação, edtech e prática docente. ***EccoS – Rev. Cient.***, São Paulo, n. 47, set./dez.; p. 149-170, 2018.

PENHAKI, Juliana de Rezende. **Soft skills na indústria 4.0**. 2019, 115f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Sociedade. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

RODRIGUES Adenir Carvalho, SOUSA Nilcélio Sacramento. Escola, passado e presente: mudanças sociais e novas exigências para os professores. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/23919_12915.pdf. Acesso em: 25 fev. 2022.

RUTZ K. P. *et al.* Avaliação da aprendizagem: pressupostos teóricos e problematizações. ***Revista Cocar***. ISSN: 2237-0315; V.15 N.31/ p.1-20, 2021.

ROBLES Marcel. M. Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. ***Business Communication Quarterly***, 75(4),453-465., 2012.

SCHWAB Klaus. **The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond**. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>. Acesso em: 10 de mar 2022.

SORKO Sabrina Romina, IRSA W Wolfram. Engineering education - Status quo in Austria in comparison with the academic field of business education. ***Turkish Online Journal of Educational Technology***, 890-894, 2016.

SOUZA A. S. *et al.*, Forjando empreendedores: o papel dos engenheiros sem fronteiras. In: **XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: “Os desafios da Engenharia de Produção para uma gestão inovadora da logística e operações.”** Santos, São Paulo, Brasil, 2019.

STURM C.H., *et al.* Mapeamento e análise de desempenho da graduação e da pós-graduação em engenharia de produção no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 149–163, 2015.

TÄKS M.*et al.* Engineering Students' Experiences in Studying Entrepreneurship. **Journal of Engineering Education**, 4 (103), 573-598, 2014.

TOEBE, Iris Cristina Datsch. **Políticas públicas para integração de tecnologias educacionais na formação inicial de professores**. 2016. 170f. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

VIDAL Odaléa Feitosa, MERCADO Luís Paulo Leopoldo. Integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação em Práticas Pedagógicas Inovadoras no Ensino Superior. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 20, n. 65, p. 722-749, 2020.

VORONINA, Mariana. V., MOROZ, Olga. N. A Substantiation of foresight research of development strategy of descriptive geometry, engineering geometry and computer graphics departments on the basis of industrial 4.0 ideology. **Man In India**, 97(3), 375-389, 2017.

ZANETTI Micheli *et al.*, Facelera: desenvolvendo habilidades corporativas, sociais e tecnológicas em discentes dos cursos de engenharias. **Repae**, São Paulo, ISSN: 2447-6129. v. 7, n.3, p. 28-50, 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM. The future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth revolution. Global Challenge Insight Report, 2016.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS FATORES QUE AFETAM O RENDIMENTO DOS ESTUDANTES NO ENADE DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DO BRASIL

doi: 10.47930/1980-685X.2022.1503

REIS, Yves Clemente Dantas – yves.reis@ee.ufcg.edu.br
Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande
Rua Aprígio Veloso, 882
58428800 – Campina Grande – Paraíba – Brasil

ARAÚJO, Jalberth Fernandes – jalberth@dee.ufcg.edu.br

Resumo: *Este trabalho realiza uma análise comparativa de dados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes para Cursos de Graduação em Engenharia Elétrica do Brasil, a fim de investigar os principais fatores que afetam o rendimento dos estudantes no Exame, bem como o processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Engenharia Elétrica em diferentes localidades do Brasil. Os anos considerados na investigação foram 2011, 2014 e 2017. A partir dos resultados obtidos, foi possível constatar que fatores como motivação e abordagem dos conteúdos impactam diretamente nos rendimentos dos estudantes do exame. Uma análise comparativa, como a proposta neste trabalho, permite que seja possível propor soluções com o intuito de melhorar a experiência de aprendizagem fornecida nos cursos e, conseqüentemente, melhorar o desempenho dos estudantes no Exame, aprimorar sua formação e impactar positivamente nos indicadores de qualidade dos cursos de Engenharia Elétrica de todo o Brasil.*

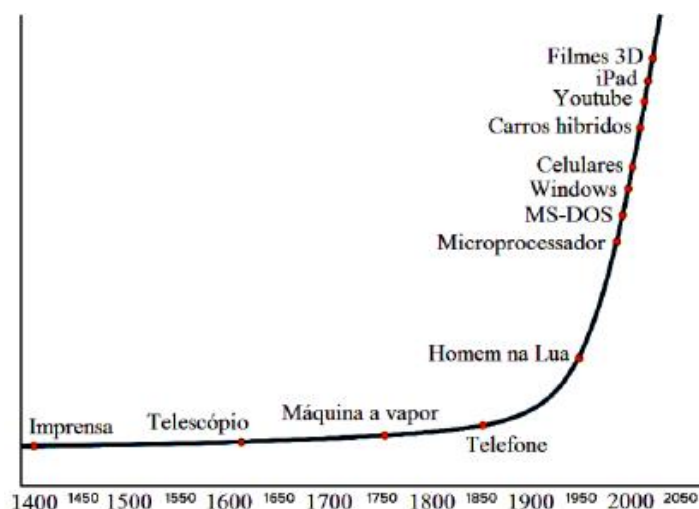
Palavras-chave: *Enade. Diretrizes Curriculares Nacionais. Engenharia. Processo de Ensino e Aprendizagem. Educação.*

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o rápido desenvolvimento econômico e social acelerou exponencialmente os avanços tecnológicos como mostrado na Figura 1. Vários fatores tornaram a sociedade complexa, acarretando desafios para o setor tecnológico. Por exemplo, em 2020 ocorreu uma ruptura em vários setores da economia devido à pandemia da COVID-19. Muitos países fecharam escolas, universidades e o comércio (KIM, 2020). A fim de

minimizar as perdas por conta do isolamento social, os avanços tecnológicos aceleraram ainda mais e foram desenvolvidas novas maneiras de se comunicar e se relacionar.

Figura 1 – Curva de Aceleração da Tecnologia.



Fonte: Adaptado de MILFORD (2017).

Por isso, os profissionais que atuam nas Instituições de Ensino Superior (IES) enfrentaram um verdadeiro desafio de desenvolver um ensino online, em uma escala não testada e sem precedentes (BUERGESS, 2020). Desse modo, avaliar os cursos de graduação do país é uma alternativa para metrificar os impactos e propor soluções para a qualificação profissional dos estudantes.

Uma das formas do Ministério da Educação e Cultura (MEC) mensurar esses impactos é por meio do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). Ele é considerado o atual indicador de qualidade para o ensino superior, uma vez que a avaliação é baseada de acordo com os conteúdos programáticos previstos nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) que indicam qual a organização curricular dos cursos de graduação. Nesse contexto, a avaliação consiste em questões de múltipla escolha de conhecimentos gerais e específicos da formação de estudantes, sendo realizada de forma trienal tendo sua primeira edição no ano de 2004.

Os resultados das avaliações se baseiam em duas componentes: o primeiro, denominado de Componente Geral de Formação, é configurado com questões de Conhecimentos Gerais; e o segundo, chamado de Componente de Conhecimentos Específicos, contempla perguntas técnicas de cada área de atuação. O desempenho dos estudantes de cada curso é expresso por conceitos, elencados em uma escala de cinco níveis, denominada de Conceito Enade. Além

disso, antes da realização da prova, os participantes respondem a um questionário *online* (questionário do estudante) que tem por objetivo entender quais fatores afetam a experiência de aprendizagem dos estudantes na IES (CARDOSO, 2019).

Avaliar esses fatores é primordial para avaliar o rendimento dos estudantes no exame e poder buscar soluções para melhorar o processo de ensino e aprendizagem nos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil.

Diante do exposto, este trabalho é uma análise comparativa de dados do Enade para os cursos de graduação em Engenharia Elétrica do Brasil para que seja possível propor soluções com o intuito de melhorar a experiência de ensino e aprendizagem fornecida nos cursos e, consequentemente, o melhoramento do desempenho dos estudantes no Exame. Assim, será possível aprimorar a formação dos estudantes e impactar positivamente nos indicadores de qualidade dos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos necessários para a realização da análise de dados do Enade para comparação das IES e verificar os fatores que afetam o desempenho dos estudantes no Exame.

2.1 Nota dos Concluintes no Enade

A Nota dos Concluintes no Enade (NC) do curso de graduação é o valor final que caracteriza o desempenho do estudante no respectivo curso de graduação. Essa nota é calculada com base em uma média ponderada, sendo 25% do peso da nota da Formação Geral (FG) e 75% do peso do Componente Específico (CE) (INEP, 2018). Esta nota é a principal variável para determinação do conceito Enade do curso. A equação para o cálculo da nota está apresentada em (1):

$$NC = 0,25*FG+0,75*CE \quad (1)$$

2.2 Conceito Enade

O conceito Enade é uma variável discreta que assume valores de 1 à 5, resultado da conversão da Nota dos Concluintes no Enade (NC) do curso de graduação como indicado na Tabela 1, em que X indica o valor contínuo atingido ao final da avaliação (INEP, 2018).

Tabela 1 – Conversão do Conceito Enade.

Conceito Enade	Valor Contínuo
1	$0,000 \leq X < 0,945$
2	$0,945 \leq X < 1,945$
3	$1,945 \leq X < 2,945$
4	$2,945 \leq X < 3,945$
5	$3,945 \leq X \leq 5,000$

Fonte: INEP, 2018.

Esse conceito é essencial para que possa ser feita uma parametrização dos cursos de acordo com a nota dos estudantes que realizam a avaliação do Enade. Instituições que possuem conceito 5 são aquelas que atingem níveis de excelência em seus cursos tanto na formação geral como no conteúdo específicos. Segundo TOZZI (2020), as instituições que possuem os melhores conceitos são também as que aprovaram mais de 50% dos seus concluintes, no período de 2016 a 2018, ou seja, analisar esses dados e compará-los permite que seja possível verificar a formação dos concluintes e propor soluções com o intuito de melhorar a experiência de aprendizagem fornecida nos cursos.

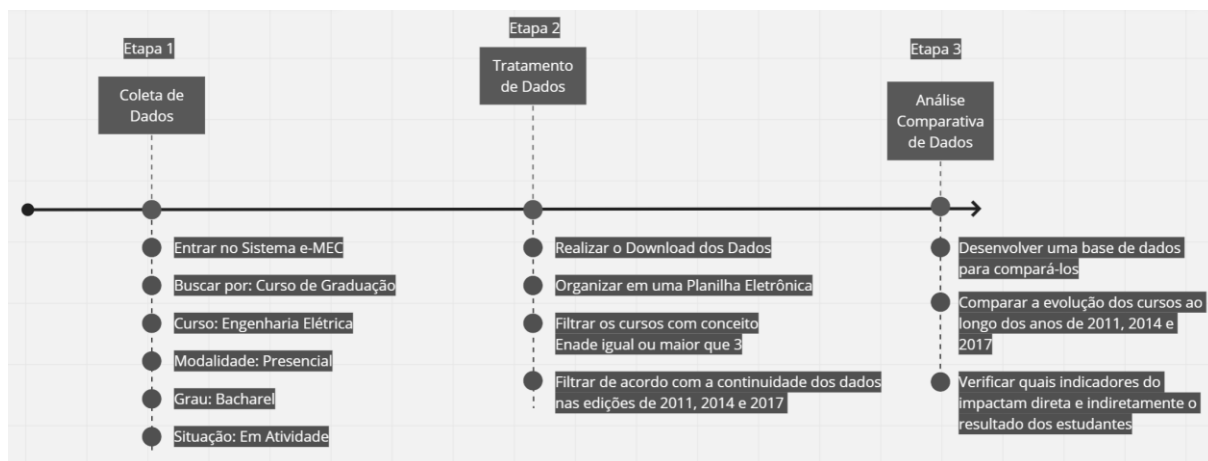
Além disso, com esse conceito o MEC consegue avaliar o nível do ensino e aprendizagem das Instituições de Ensino Superior (IES). Esses dados ficam armazenados no Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior (EMEC, 2022) que é uma base de dados oficial dos cursos e IES.

A partir de uma consulta avançada nesse sistema é possível segmentar o curso, neste caso Engenharia Elétrica, bem como a modalidade, grau e o índice de classificação a ser avaliado. Nesse sentido, o próprio sistema permite que seja feita uma seleção dos dados, excluindo assim a necessidade de procurar individualmente esses resultados nos sites das universidades. Facilitando assim o processo de coleta de dados e sua posterior análise comparativa.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos necessários para a análise comparativa dos fatores que afetam o rendimento dos estudantes no Enade para os cursos de Engenharia Elétrica do Brasil. O fluxograma da metodologia está apresentado na Figura 3 e os detalhes de cada uma das etapas estão explicados nas subseções a seguir.

Figura 2 – Fluxograma das principais etapas realizadas.



Fonte: Própria Autoria.

3.1 Coleta de Dados

Inicialmente foram coletados dados do sistema e-MEC buscando por cursos de graduação em Engenharia Elétrica (Bacharelado) na modalidade presencial e que estivessem em situação de atividade. A modalidade presencial foi escolhida, pois nos anos coletados o Brasil possuía apenas 3,4% na forma de Ensino a Distância (EAD) (INEP, 2018).

A partir desses parâmetros foram coletados os dados de 574 cursos. Dentre os dados disponíveis encontram-se:

- Nota da Formação Geral (FG);
- Nota da Formação de Conteúdo Específicos (CE);
- Conceito Enade;
- Falta de Motivação;
- Abordagem Diferente do Conteúdo.

Esses dois últimos são preenchidos pelos estudantes no questionário de percepção da prova, onde é possível fazer uma análise do processo de ensino e aprendizagem visto nos cursos. Esses dados foram colocados em forma de porcentagem de acordo com o número de estudantes inscritos na avaliação a fim de avaliar quais dos indicadores impactam direta e indiretamente o desempenho dos estudantes.

3.2 Tratamento de Dados

Posteriormente foi realizado o tratamento dos dados provenientes das 574 instituições. Eles foram organizados em uma planilha eletrônica para uma melhor visualização e comparação dos dados. No momento deste artigo os últimos dados do sistema e-MEC disponíveis são dos

anos de 2011, 2014 e 2017. Mediante a grande quantidade de cursos, foi necessário realizar um processo de seleção desses dados com o objetivo de facilitar a comparação entre as instituições e poder avaliar os indicadores que impactam o desempenho dos estudantes na avaliação, os parâmetros de seleção estão mencionados abaixo:

- Continuidade dos dados: faz-se necessário possuir dados completos das edições de 2011, 2014 e 2017 para que fosse possível realizar a análise comparativa.
- Conceito Enade (CE): foram selecionadas as instituições com conceito Enade 5 no qual possuem Conceito Preliminar do Curso (CPC) Muito Bons (TOZZI, 2020).

Esse tratamento de dados resultou em 5 cursos de Engenharia Elétrica do Brasil, os quais estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Cursos que atingiram em um dos anos Conceito Enade 5.

INSTITUIÇÃO/SIGLA	UF	CE (2011)	CE (2014)	CE (2017)
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE/IFRSul	RS	5	5	4
CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL INACIANA PE SABÓIA DE MEDEIROS/FEI	SP	5	4	4
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS/UFMG	MG	3	5	5
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA/UNB	DF	5	4	4
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ/UTFPR	PR	5	3	4

Fonte: Própria Autoria.

Com isso é possível verificar a evolução das IES e a partir disso verificar quais os fatores interferem o desempenho dos estudantes.

3.3 Análise de Dados

Dentre diversas informações disponíveis na base de dados do sistema e-MEC, a fim de melhorar caracterizar o comparativo das universidades, foram coletados, além do conceito Enade, outros indicadores, os quais estão mencionados abaixo:

- Nota de Formação Geral: indica os resultados dos estudantes em conteúdos básicos como interpretação de texto, gráficos e tabelas.
- Nota de Formação Específica: indica como está o rendimento dos conteúdos técnicos, no caso da Engenharia Elétrica são os conteúdos de Circuitos elétricos,

Eletromagnetismo, Análise de Sinais e Sistemas, Conversão Eletromecânica, Controle Analógico, entre outros.

- **Abordagem Diferente do Conteúdo:** representa a porcentagem de estudantes que julgaram os itens da prova do Enade com uma abordagem diferente da vista na formação acadêmica.
- **Falta de Motivação:** representa a porcentagem de estudantes que estavam desmotivados ao realizarem o exame. Analisar esse indicador é primordial para verificar se há ou não influência nos resultados das provas.

Essas variáveis correlacionadas poderão mostrar quais os principais fatores que influenciam no desempenho dos estudantes. Para verificar esses fatores e realizar uma análise comparativa dos anos de 2011, 2014 e 2017 foram feitos gráficos de cada um dos indicadores observando a variação ao longo das edições.

Para unificar esses dados e promover resultados foram desenvolvidos gráficos a partir de um *software* que une linguagem de programação (*Python*) com os dados das planilhas eletrônicas. Com esse *software* foi possível realizar as comparações de forma mais rápida e eficaz, tendo em vista que toda a base de dados foi unificada em um único lugar.

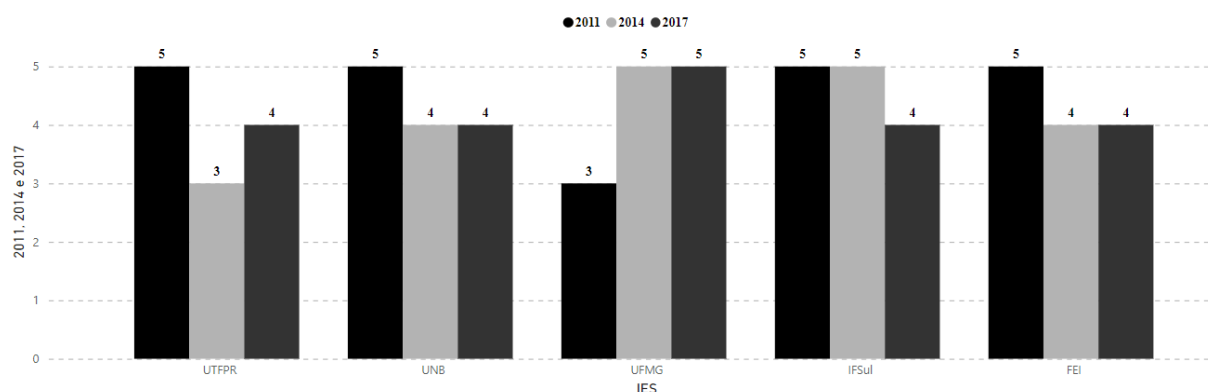
Para o desenvolvimento dessa base de dados unificada e integrada, mantendo a precisão e a consistência foi utilizado o *software Microsoft Power BI* da empresa Microsoft. Essa ferramenta é um conjunto de ferramentas que juntos transformam seus dados não relacionados em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas.

4 RESULTADOS

A fim de investigar o crescimento do conceito Enade de 5 cursos de Engenharia Elétrica do Brasil e verificar quais os indicadores influenciaram no desempenho dos estudantes na prova. Como o objetivo é realizar uma análise comparativa e verificar quais indicadores influenciam nos resultados dos estudantes foram selecionadas as universidades que obtiveram conceito 5 em pelo menos uma das edições, as quais estão apresentadas nas Figura 3.

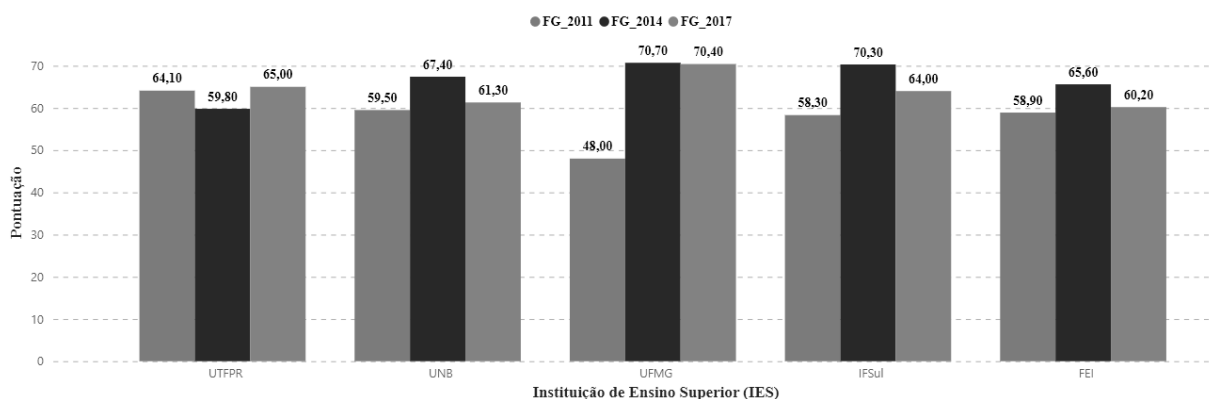
Na figura 3 é possível observar que a UFMG foi a instituição que mais cresceu o seu coeficiente em 2 unidades saindo do conceito 3 no ano de 2011 para conceito 5 nas edições consecutivas. Isso se deve, principalmente, ao crescimento das notas de Formação Geral (FG) dos concluintes do curso, as quais estão mostradas na Figura 4.

Figura 3 – Universidades Conceito Enade 5.



Fonte: Própria Autoria.

Figura 4 – Notas de Formação Geral.



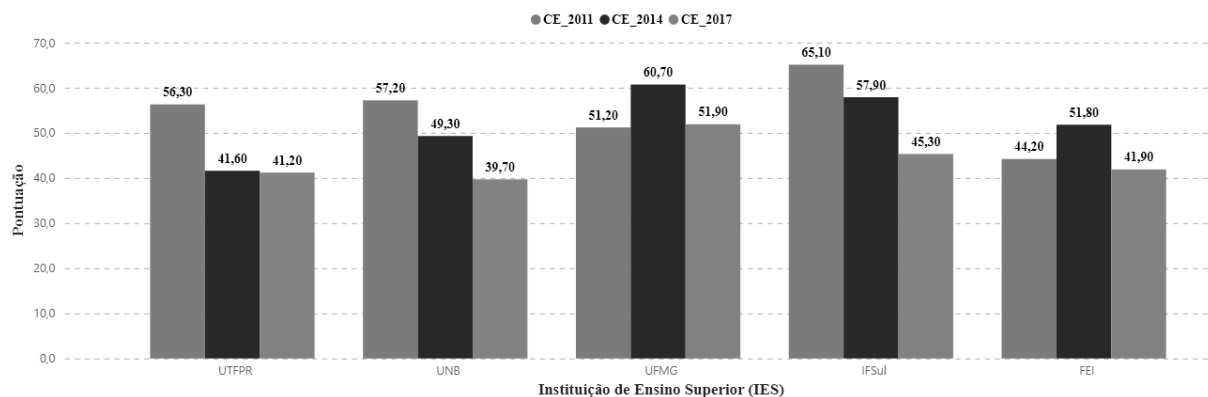
Fonte: Própria Autoria.

Na figura 5 é possível observar que a UFMG saiu de 48,00 pontos no ano de 2011 para 70,70 em 2017 o que implica um crescimento percentual de 47,29% que corresponde a um desvio padrão de 13,02. Isso demonstra que os alunos cresceram suas habilidades de interpretação de texto, gráficos e tabelas, bem como outros conteúdos abordados na Formação Geral. As demais instituições tiveram uma variação menor que 20% com um desvio padrão menor do que 6,002 entre as notas. Isso indica que ao longo das edições a UTFPR, UNB, IFSul e FEI mantiveram um padrão entre as notas de Formação Geral.

Entretanto, percebe-se que as instituições elencadas que mantiveram suas notas tiveram redução em seu conceito Enade, conforme apresentado na Figura 3, apesar de manterem notas próximas na Formação Geral com uma variação menor que 20%. Na seção de fundamentação mostrou-se que essa componente representa apenas 25% da nota do estudante. Nesse sentido, o indicador de Formação Geral não pode ser analisado de forma isolada como um fator que

que afeta o rendimento dos estudantes. Sabendo disso, analisou-se os Conteúdos Específicos (CE) que correspondem a 75% da nota, os quais estão mostrados na Figura 5.

Figura 5 – Notas em Conteúdo Específico.



Fonte: Própria Autoria.

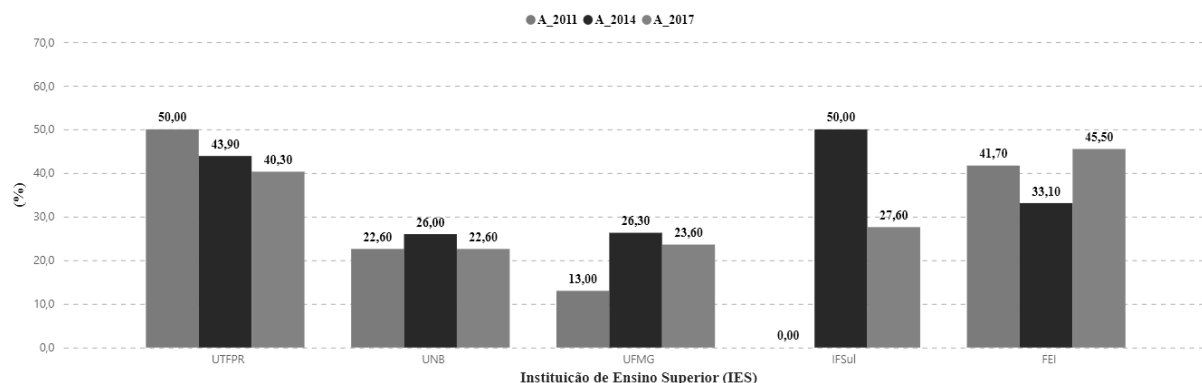
Na Figura 5, é possível observar que a instituição que obteve maior queda na nota de conteúdo específico foi da IFSul. Na edição de 2011, ela obteve 65,10 pontos, enquanto que no ano de 2017, ela obteve 45,30 pontos, correspondendo a uma diminuição de 30,41%. Uma redução nesse indicador influencia diretamente no conceito Enade da instituição devido ao seu peso de 75% na nota do estudante. Observa-se uma mesma redução nas notas da UTFPR, UNB. Enquanto a UFMG e a FEI oscilaram ao longo das edições possuindo os melhores desempenhos no ano de 2014.

Os itens dessa parte da prova correspondem às formações técnico-científicas dos estudantes, buscando contextualizar aplicações do dia a dia que serão praticadas pelos futuros engenheiros. Os conteúdos técnicos abordados nos cursos de Engenharia Elétrica possuem as mesmas competências e habilidades exigidas de um estudante concluinte da graduação.

Essas notas interferem no conceito Enade do curso, mas não deve ser analisada de forma isolada. Tendo em vista que outros indicadores afetam no desempenho dos estudantes e, consequentemente, impactam nas notas de Formação Geral (FG) e Conteúdo Específicos (CE).

Um outro indicador importante é abordagem do conteúdo cobrado na prova em paralelo com os conceitos vistos em sala de aula durante a formação acadêmica, os quais estão mostrados na Figura 6.

Figura 6 – Abordagem dos Conteúdos na Sala de Aula comparados com as Questões do Exame.



Fonte: Própria Autoria.

Na Figura 6, pode ser observado o percentual de alunos que jugaram os itens da prova de forma diferente ao visto na sua formação. A UFMG possui os menores valores desse indicador o que impacta diretamente no conceito Enade.

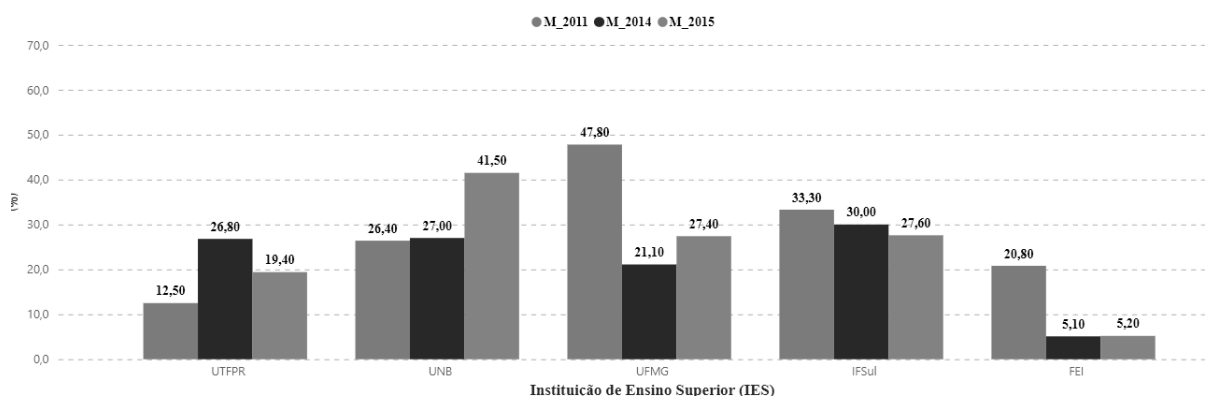
Esse dado mostra que os assuntos vistos em sala de aula estão alinhados com os itens apresentados na avaliação do Enade, e consequentemente, com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) propostas para a execução curricular do curso de Engenharia Elétrica.

Os dados entre as instituições são bem discrepantes, isso se deve às formas como os conteúdos são ministrados e como ocorre a experiência de aprendizagem das disciplinas. Segundo LIMA (2020), um dos fatores institucionais que influencia diretamente o desempenho do estudante é a didática, ou seja, a formação implica diretamente nesse coeficiente. Na Figura 6, pode ser observado que a IFSul obteve 0% dos seus estudantes afirmando que os itens da prova estavam diferentes dos vistos em sala de aula. Nesse mesmo ano a IFSul obteve a maior nota nos Conteúdos Específicos de 65,10 pontos como observado na Figura 5. É possível observar o mesmo comportamento da IFSul com a FEI. A medida que a abordagem diferente do conteúdo caiu de 41,70% para 33,10% nos anos de 2011 e 2014, respectivamente, a nota de conteúdo específico subiu de 44,20 pontos para 51,80 pontos.

Portanto, essas duas últimas instituições tiveram seus indicadores afetados por conta da abordagem diferente do conteúdo, principalmente.

Um outro indicador que precisou ser validado foi a falta de motivação dos estudantes (FM). Esse dado foi mensurado em formato de porcentagem pelos estudantes que realizam a prova do Enade, os quais estão mostrados na Figura 7.

Figura 7 – Falta de Motivação dos Estudantes em termos Percentuais.



Fonte: Própria Autoria.

É possível observar na Figura 7 a queda de 42,68% desse indicador na UFMG entre os anos de 2011 e 2017. Enquanto que na UNB houve um crescimento de 57,20% na falta de motivação dos estudantes. Nesse mesmo período, a UFMG obteve o crescimento do seu conceito Enade, enquanto a UNB ocorreu uma queda. Para melhor visualização da relação entre falta de motivação e o conceito Enade os dados foram comparados e classificados, os quais estão mostrados na Tabela 3 e em seguida mostrados no formato de gráficos correlacionados.

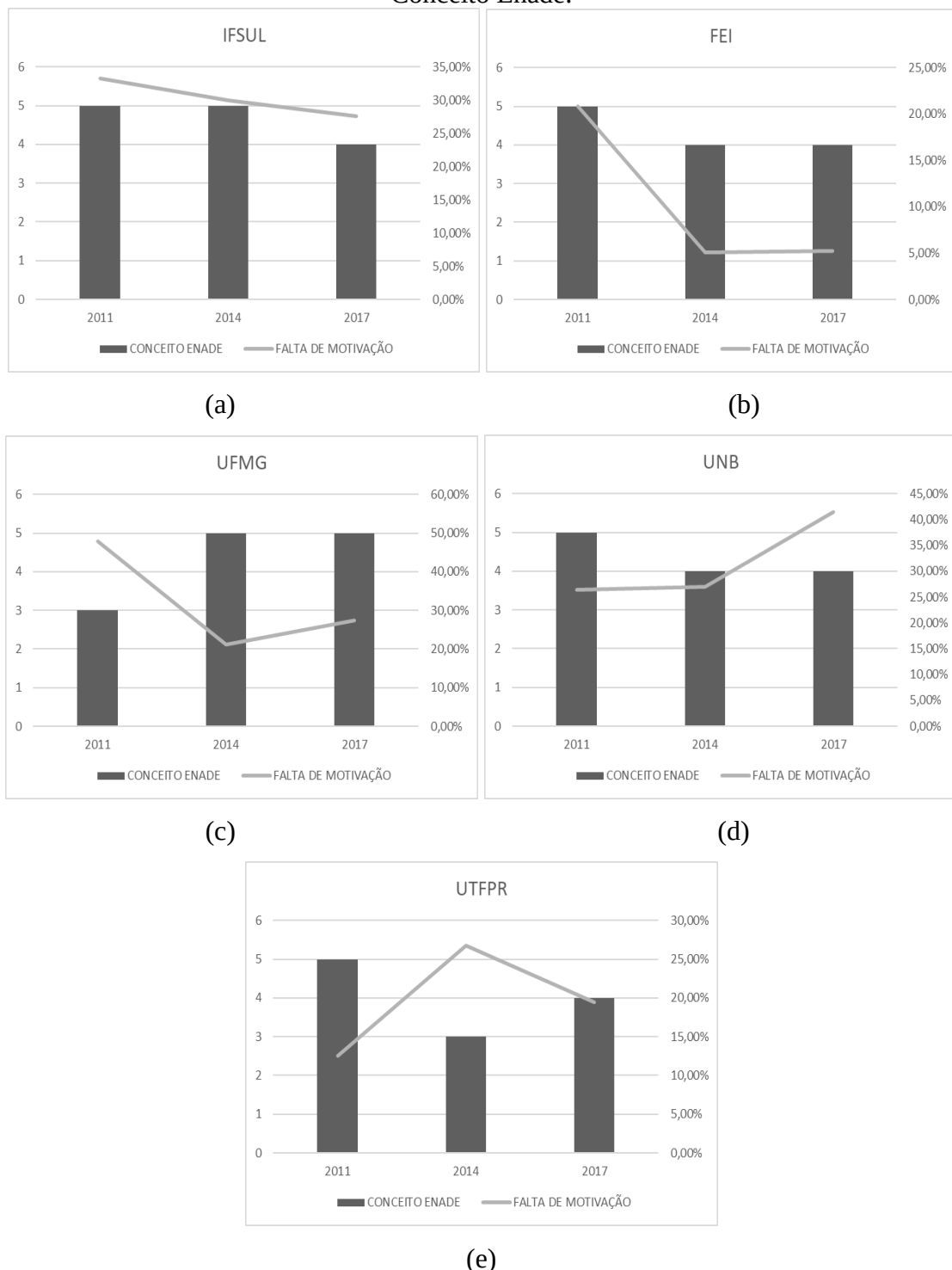
Tabela 3 – Cursos que atingiram em um dos anos Conceito Enade 5.

IES	CE (2011)	FM (2011)	CE (2014)	FM (2014)	CE (2017)	FM (2017)
IFSul	5	33,3%	5	30%	4	27,6%
FEI	5	20,8%	4	5,1%	4	5,2%
UFMG	3	47,8%	5	21,1%	5	27,4%
UNB	5	26,4%	4	27%	4	41,5%
UTFPR	5	12,5%	3	26,8%	4	19,4%

Fonte: Própria Autoria.

Observe na Tabela 3 que na UTFPR é possível verificar a relação entre esses fatores, quando a falta de motivação aumentou do ano de 2011 para 2014 o conceito Enade reduziu de 5 para 3, respectivamente. Já quando a falta de motivação reduziu do ano de 2014 para 2017 o conceito Enade cresceu de 3 para 4, respectivamente. Não é possível notar a relação da falta de motivação na IFSul e com a FEI, tendo em vista que eles foram afetados pelo fator abordagem diferente do conteúdo, mostrados nessa seção. Na Figura 8 é apresentado a correlação entre a falta de motivação em termos percentuais e o conceito Enade, os quais estão mostrados abaixo:

Figura 8 – Relação da Falta de Motivação dos Estudantes em termos Percentuais com o Conceito Enade.



Fonte: Própria Autoria.

Na Figura 8, é possível observar a relação entre a falta de motivação e o conceito Enade. Isso, é perceptível na UFMG, UNB e UTFPR, nos quais os dados foram mencionados anteriormente. Quando a falta de motivação diminui o conceito Enade aumenta. Essa informação está alinhada com o que foi apresentado no trabalho de ARAÚJO (2021), em que

a falta de motivação dos estudantes está conectada ao fator de que muitas vezes os estudantes não sabem o que o motiva e o porquê estudar determinado conteúdo, uma vez que o porquê inspira as pessoas a agir (SINEK, 2018). Se eles souberem o porquê, aumenta a sua motivação e o engajamento na experiência de aprendizagem (ARAÚJO, 2021) podendo impactar positivamente nos indicadores de qualidade dos cursos de Engenharia Elétrica de todo o Brasil.

Com a análise destes dados, é possível verificar a relação da falta de motivação e conceito Enade, bem como a abordagem diferente de conteúdo com o conceito Enade. Esses fatores interferem diretamente nos resultados dos estudantes e, conseqüentemente, afetando os indicadores nacionais de qualidade dos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentadas as análises de dados do Enade 2011, 2014 e 2017 para o Curso de Engenharia Elétrica do Brasil. Foram investigados a formação de conteúdo geral, formação de conteúdo específico, a abordagem de conteúdo e falta de motivação dos estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica de 5 universidades com pelo menos conceito Enade 5 em uma das edições. Buscou-se identificar os pontos que vem afetando diretamente e indiretamente o processo de ensino e aprendizagem nos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil, tais como falta de motivação e abordagens dos conteúdos. Os resultados apresentados mostraram a relação entre falta de motivação e o conceito Enade, bem como a abordagem diferente do conteúdo com o conceito Enade. Chegou-se à conclusão, que as instituições que possuíam estudantes mais motivados obtiveram um crescimento dos indicadores de qualidade dos cursos. Além disso, a abordagem dos conteúdos implica diretamente no processo de ensino e aprendizagem, e, por isso, faz-se necessário fornecer aos estudantes experiências significativas e memoráveis a fim de desenvolver suas habilidades profissionais e impactar positivamente nos indicadores de qualidade dos cursos de Engenharia Elétrica do Brasil. Essa análise comparativa contribui para um melhor entendimento do contexto do ensino das instituições de ensino superior e futuramente propor soluções que aprimorem a formação dos estudantes e melhore seu desempenho na avaliação.

Agradecimentos

Agradecemos ao Ministério da Educação (MEC) e os desenvolvedores do Sistema *e-MEC*, pela disponibilidade dos dados utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Jalberth Fernandes de. **Um bom professor faz toda a diferença**: cinco passos para criar experiências de aprendizagem criativas, memoráveis e significativas. Campina Grande: [s.n.], 2021.

BURGESS, Simon; SIEVERTSEN, Hans Henrik. Schools, skills, and learning: The impact of COVID-19 on education. **VoxEu. org**, v. 1, n. 2, 2020.

CARDOSO, Izadora Soares *et al.* Análise do processo de ensino e aprendizagem do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. 2019.

EMEC. **Cadastro Nacional de Cursos e instituições de Educação Superior**. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/emec/nova#>. Acesso em 22 fev. 2022.

GUARDIA, E. R. *et al.* Aspectos Fiscais da Educação no Brasil. **SdT Nacional, editor. Tesouro Nacional**, 2018. Disponível em: https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2501:9::::9:P9_ID_PUBLICACAO:28264. Acesso em 22 fev. 2022.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília - Brasil. **“Nota Técnica Daes/Inep nº 16/2018/CGCQES/DAES, sobre o Cálculo do Conceito Enade de 2017”**. 2018.

KIM, Usher; BHULLAR, N.; DEBRA, Jackson. Life in the pandemic: Social isolation and mental health, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/jocn.15290>. Acesso em 22 fev. 2022.

LIMA, Gabriel Villas Boas de Amorim Lima; DE CARVALHO, Ana Catarina Gandra de Carvalho; DAS NEVES, Renato Martins. O que influencia a performance estudantil no Enade? Investigação quantitativa dos cursos públicos de Engenharia Civil no Brasil *In*: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020. **Anais [COBEENGE 2020]**.

MILFORD. Accelerating growth in technology 2017. Disponível em: <https://milfordasset.com/insights/missing-xeros/accelerating-growth-in-technology-2017>. Acesso em: 22 fev. 2019.

NOGUEIRA, Makeliny Oliveira Gomes; LEAL, Daniela. Teorias da aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico. **Curitiba: Intersaberes**, 2018. cap. 7. p. 213-214.

SINEK, Simon. **Comece pelo porquê: Como grandes líderes inspiram pessoas e equipes a agir**. Sextante, 2018.

TOZZI, Marcos José; TOZZI, Adriana Regina Tozzi; TOZZI, Rafael Fernando. Como fazer para que o Enade se torne de fundamental importância para os estudantes? *In*: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020. **Anais [COBEENGE 2020]**.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING STUDENT PERFORMANCE IN THE ENADE OF UNDERGRADUATE ELECTRICAL ENGINEERING COURSES IN BRAZIL

Abstract: *This paper performs a comparative analysis of data from the Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) for Undergraduate Courses in Electrical Engineering in Brazil, in order to investigate the main factors affecting student performance in the Examination, as well as the teaching and learning process of Electrical Engineering courses in different locations in Brazil. The years considered in the investigation were 2011, 2014 and 2017. From the results obtained, it was possible to see those factors such as motivation and approach to content directly impact student performance in the exam. A comparative analysis, such as the one proposed in this work, allows it to be possible to propose solutions in order to improve the learning experience provided in the courses and, consequently, improve the performance of students in the Exam, improve their education and positively impact the quality indicators of Electrical Engineering courses throughout Brazil.*

Keywords: *Enade. National Curriculum. Engineering. Learning Experience. Education*
