

EDUCAÇÃO 4.0 NA ENGENHARIA: PERCEPÇÃO DOS DOCENTES DE 3 UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

Juliana E. Murofushi – juliana.murofushi@usp.br
Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo
Estrada Municipal do Campinho, s/nº
12602-810 – Lorena – SP

Maria A. M. Barreto – maribarreto@usp.br
Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo
Estrada Municipal do Campinho, s/nº
12602-810 – Lorena – SP

Resumo: *Em meio à atual revolução tecnológica, surgiu a Indústria 4.0, que emergiu para criar fábricas inteligentes e modificar as relações entre homem e máquina. Para esse fim, novos conhecimentos passarão a ser necessários e um novo perfil de profissional de engenharia será requerido. Para atender a essa nova demanda, o conceito de Educação 4.0 surgiu para mostrar como o sistema de ensino deve ser mais inovador e colaborativo e como a tecnologia pode ser uma aliada da educação. Nesse contexto, no presente trabalho, foi feito um estudo sobre novas ideias de ensino e novas habilidades e competências que precisam ser trabalhadas nas universidades. Foi feita uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, com aplicação de questionário, com docentes de cursos de engenharia de três universidades públicas de estados diferentes (EEL-USP, UNIFEI e UERJ) em relação à opinião sobre o ensino atual e quais fatores presentes na Educação 4.0 podem ajudar a melhorar o ensino no curso de engenharia. Os dados obtidos foram analisados, demonstrando que ainda há necessidade de maior estrutura tecnológica, bem como uma mudança de mindset dos professores.*

Palavras-chave: Indústria 4.0, Educação 4.0, Ensino de Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

Observa-se uma demanda de um novo perfil do profissional de engenharia e são necessárias novas competências e habilidades, frente às mudanças tecnológicas que estão acontecendo. Dessa forma, são necessárias competências socioemocionais, em que o engenheiro deve atuar em um ambiente colaborativo e multidisciplinar. Então, percebe-se que o modelo linear de ensino já não é mais suficiente e são necessárias inovações, que são propostas pelo modelo de Educação 4.0. Tendo em vista as mudanças na carreira de engenharia e a importância da formação de engenheiros que tenham tanto habilidades técnicas, quanto criativas e sociais, o presente trabalho foi realizado com a finalidade de verificar como a formação em engenharia pode atender a essas demandas na era da Indústria 4.0.

1.1 Indústria 4.0

O conceito de Indústria 4.0, também chamada de Quarta Revolução Industrial, surgiu na Alemanha, em 2011, e foi criada para aumentar a competitividade da indústria alemã na integração entre homem e máquina. É um conceito relativamente novo, que é fruto de novos conhecimentos tecnológicos que vêm sendo cada vez mais aperfeiçoados (KOLESNICHENKO; RADYUKOVA; PAKHOMOV, 2018).

A ideia refere-se à criação de fábricas inteligentes, capazes de se conectar utilizando sistemas ciber-físicos, utilizando conexões entre duas máquinas, duas pessoas ou uma máquina e uma pessoa. Tudo isso só é possível a partir de criações novas de "Internet das Coisas, Internet dos Serviços e Internet das Pessoas" (BENEŠOVÁ; TUPA, 2017).

A Internet das Coisas permite que coisas e objetos possam cooperar entre si, criando componentes inteligentes que podem se comunicar para atingir objetivos pré-estabelecidos. Essa fusão só é possível por conta dos chamados sistemas ciber-físicos (CPS), em que há a integração do computador com sistemas físicos. Nesse caso, são utilizados sensores que captam informação e que são controlados por computadores. Esses sensores geram dados, que são utilizados para melhorar os processos. Essa integração entre a Internet das Coisas e o CPS constitui as fábricas inteligentes citadas acima e são muito importantes para um novo meio de organização do sistema fabril (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

1.2 A evolução dos tipos de Educação

A Educação 1.0 é um tipo de educação baseado nos 3Rs: receber a informação do professor, responder à informação tomando notas e demonstrar resultado fazendo os mesmos exames que os outros alunos. Todos os alunos somente recebem a informação e são iguais perante o professor, mostrando que é uma educação padrão. Nesse caso, os alunos não têm papel ativo, e quem é o detentor de toda a informação é o professor (GERSTEIN, 2014).

A Educação 2.0 já permite uma interatividade maior entre alunos e entre alunos e professores. Com o surgimento da internet, o acesso à informação ficou mais fácil, sendo que os alunos podem comentar, compartilhar e modificar as informações que são procuradas. Nesse caso, há um foco nos três Cs: "comunicação, contribuição e colaboração". A educação se tornou algo mais focado em aprendizagem por projetos, o que estimulou uma maior interação e criatividade dos alunos, em que o professor é o facilitador do aprendizado (GERSTEIN, 2014).

A Educação 3.0 avança deste ponto e é baseada em resolução de problemas, criatividade e inovação, em que os alunos têm um papel importante como criadores do conhecimento. Nesse tipo de educação, não há barreiras entre alunos e professores e o conhecimento é compartilhado. Há também 3Cs, mas são usados de maneira diferente: "conectores, criadores e construtivistas". Assim, o aluno tem o papel de guiar a sua experiência de aprendizado, sem somente fazer o que foi proposto pelo professor, sendo ele um suporte (GERSTEIN, 2014).

As tecnologias utilizadas vão desde redes sociais, até *apps* e ambientes personalizados. O conteúdo, nesse caso, é editável e pode ser dado de diversas formas, sendo que professor e aluno têm coautoria nas novas criações de conhecimento. A avaliação é feita a partir de orientação guiada e *feedbacks*, sendo que há flexibilidade para identificar novos tipos de avaliação. O estudante tem autonomia para o seu aprendizado, de modo a compartilhá-lo com outros estudantes e fazer uma revisão compartilhada, como também dar *feedbacks* a outros alunos (OKADA; BARROS, 2013).

Finalmente, a Educação 4.0 é o modelo de educação que representa a era da inovação pela qual o mundo está passando. Nesse modelo, é necessário fazer com que quem está

aprendendo consiga aprender a aplicar as novas tecnologias, para que possa desenvolver mudanças na sociedade. É um novo modelo de aprendizado no qual o aluno aprende sobre coisas que vão perdurar por toda a sua vida e que vão beneficiar a sociedade como um todo (PUNCREOBUTR, 2016).

De acordo com Kothari e Chatterjee (2014), na Educação 4.0 a produção inovadora é incentivada a partir do aprendizado na prática, podendo ser individual e em equipe. Dessa forma, a ideia é que a tecnologia esteja em constante modificação, pois os alunos estarão sempre inovando em seus conhecimentos e aprendendo coisas diferentes. O ensino é feito a partir da presença de *feedbacks* constantes e fazendo com que os alunos sejam criativos sempre, tanto na sala de aula, como em suas vidas. O papel dos professores, nesse caso, é incentivar que todas as pessoas possam ser capazes de produzir inovações e de colaborar entre si, de modo a aprender e ensinar coisas distintas.

1.3 Ensino de engenharia 4.0

A sugestão do modelo de ensino de engenharia em meio a Educação 4.0 é de combinar as aulas presenciais com um suporte extra *online*. Os materiais estarão nos computadores dos estudantes e podem ser usados simuladores de *performance*, para que esses estudantes possam ter um acesso remoto também. É importante também que o aprendizado seja personalizado, para promover ambientes colaborativos (RAMIREZ-MENDOZA *et al.*, 2018).

Para entender como funciona esse suporte *online*, é importante entender um pouco sobre as ferramentas e sobre os métodos de aprendizado que serão apresentados a seguir e são sugeridos por Ciolacu *et al.* (2017a):

Motivação: aprendizagem baseada em jogos em VLE (VR/AR)

Os VLEs são chamados de *Virtual Learning Environments*, em que professores e alunos se encontram como avatares em um ambiente virtual de aprendizado e será o primeiro passo para a educação de novos funcionários dentro de uma empresa. Nessa parte, o treinamento dos funcionários será realizado a partir de óculos de realidade aumentada. Isso também pode ser implementado em escolas e universidades (BENEŠOVÁ; TUPA, 2017).

Processo de aprendizado

O material desenvolvido é feito para tipos diferentes de aprendizado, pois cada aluno aprende de uma maneira diferente. Dessa forma, um livro interativo é recomendado para alunos que aprendem mais lendo e vídeos são recomendados para alunos que aprendem mais a partir de mídias. O livro contém *links* e perguntas interativas, sendo que no vídeo há uma repetição dos principais pontos citados no livro, para que o aluno fixe o aprendizado (CIOLACU *et al.*, 2017a).

Análise de aprendizado

Para entender como o aluno está aprendendo e como está a relação do aprendizado dele com as avaliações, é importante utilizar um sistema de gerenciamento de aprendizado (LMS), em que os cursos são gerenciados durante o semestre. Para extrair os dados de aprendizado, o curso a ser avaliado deve ser escolhido e os dados devem ser importados em um arquivo. A ferramenta *Microsoft Excel* pode ser utilizada para extrair análises desse arquivo e entender melhor como está o desempenho dos alunos (CIOLACU *et al.*, 2017b).

Outros arquivos também podem ser utilizados para extrair dados e análises, o importante é gerenciar o aprendizado do aluno ao longo do semestre.

Métodos de aprendizagem adaptáveis

Os módulos das matérias se adaptam ao nível de conhecimento que o aluno já tem e também ao comportamento de aprendizado que ele está tendo ao longo do curso. Há um teste introdutório para avaliar os conhecimentos já obtidos, que gera uma recomendação de em qual capítulo o aluno está e qual capítulo deveria ser estudado de novo por conta de alguns gaps de conhecimento (CIOLACU *et al.*, 2017a).

Conselho e Suporte

Há um sistema inteligente de perguntas e respostas, em que o aluno pode perguntar alguma coisa e o computador responde. Um exemplo disso é o Wolfram Alpha, que resolve problemas matemáticos e mostra a resolução. Nesse caso, a tendência é que a inteligência artificial será cada vez mais rápida em reagir e responder aos comandos (CIOLACU *et al.*, 2017a).

Avaliação

A avaliação é feita a partir de *e-assessments*, em que um *Moodle* avalia as respostas dos testes automaticamente. A visão dos computadores também inclui um reconhecimento de face, para garantir e verificar que ninguém está fazendo a prova para o aluno em questão (CIOLACU *et al.*, 2017a).

2 METODOLOGIA

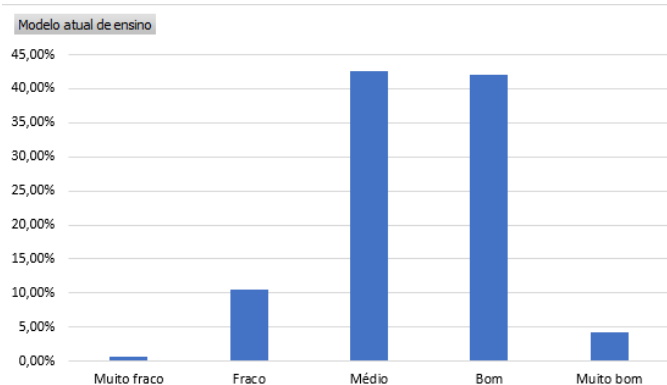
A pesquisa foi feita com docentes de engenharia de três universidades de três estados diferentes: EEL-USP, no estado de São Paulo, UNIFEI, no estado de Minas Gerais e UERJ no estado do Rio de Janeiro.

A coleta dos dados foi feita a partir de formulários *online* contendo 12 perguntas, que foram enviados aos professores dessas três universidades via *e-mail*, sendo que foram enviados 500 questionários e foram obtidas 162 respostas. A margem de erro da pesquisa é de 6,3%.

No presente artigo, serão detalhadas as principais perguntas e será feito um resumo do que foi respondido no questionário como um todo.

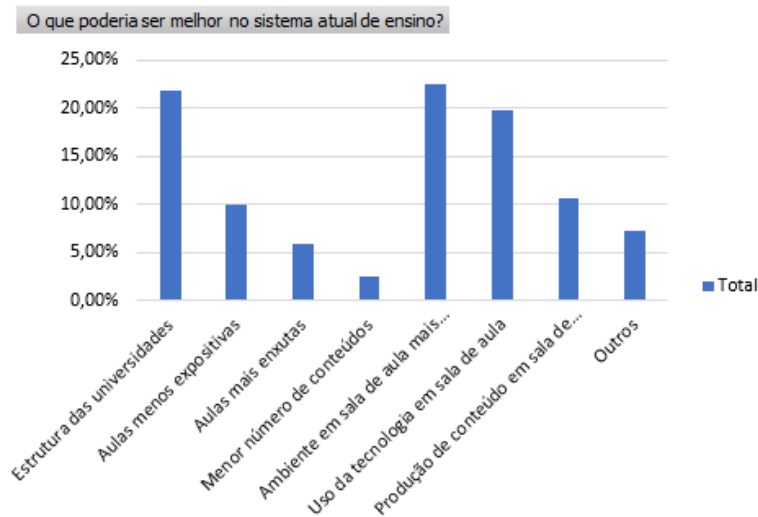
Nas questões 1 e 2, foi perguntado aos docentes o que eles acham do sistema de ensino atual e o que poderia ser melhorado. O objetivo era entender primeiro o panorama atual, para depois abordar o conceito de Educação 4.0.

Figura 1 - Como os docentes enxergam o modelo atual de ensino.



Fonte: arquivo próprio.

Figura 2 - O que poderia ser melhor no sistema atual de ensino.



Fonte: arquivo próprio.

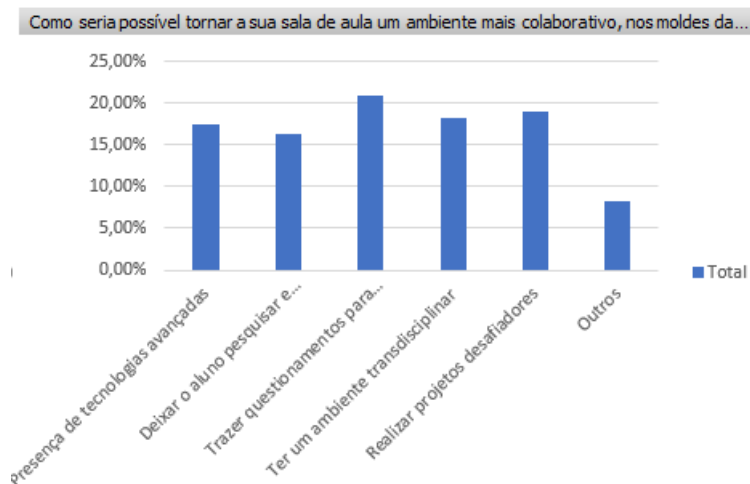
A partir da figura 1, percebe-se que as 2 principais respostas em relação ao que os professores acham do sistema de ensino foram *Médio* e *Bom*, sendo que 42,6% dos professores consideram o modelo atual de ensino médio e 41,98% consideram o modelo atual de ensino bom. A partir da figura 2, percebe-se que as 3 principais respostas em relação ao que poderia ser melhor foram: ambiente em sala de aula mais colaborativo com 22,41%, estrutura das universidades com 21,78% e uso de tecnologia em sala de aula com 19,71%.

Nas questões 3 e 4, foi perguntado aos professores o que eles fazem para aumentar o interesse do aluno em sala de aula e quais são as características atuais do ensino em suas respectivas universidades. Para aumentar o interesse do aluno em sala de aula, as 3 principais respostas em geral foram: trazer exemplos práticos com 27,85%, aprendizagem por projetos/trabalhos com 21,27% e trazer desafios para serem resolvidos pelos alunos com 16,89%. Já em relação às características atuais de ensino, as 3 principais respostas em geral foram: aulas expositivas com 18,17%, uso de Power Point com 16,49% e uso de lousa para explicar conteúdos com 14,08%.

Nas questões 5 e 6, foi perguntado aos professores o quanto eles conhecem sobre a Indústria 4.0 e sobre Educação 4.0. Foi possível perceber que 59,88% dos respondentes têm um conhecimento parcial sobre a Indústria 4.0. Em segundo lugar, vêm os respondentes com desconhecimento pleno, que representam 17,9% do número total de respostas. Há também 12,35% de respondentes com desconhecimento parcial sobre o assunto. Já em relação à Educação 4.0, percebe-se que 46,3% dos respondentes têm um conhecimento parcial sobre a Educação 4.0. Em segundo lugar, vêm os respondentes com desconhecimento pleno, que representam 24,69% do número total de respostas. Há também 16,67% de respondentes com desconhecimento parcial sobre o assunto.

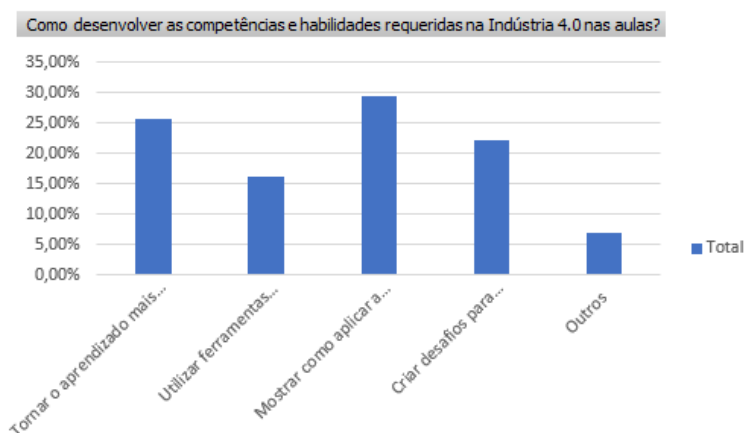
Nas questões 7 e 8, foi perguntado aos professores como tornar a sala de aula um ambiente mais colaborativo e como desenvolver as competências e habilidades requeridas na Indústria 4.0 nas aulas.

Figura 3 - Como tornar a sala de aula um ambiente mais colaborativo.



Fonte: arquivo próprio.

Figura 4 - Como desenvolver as competências e habilidades requeridas na Indústria 4.0.



Fonte: arquivo próprio.

A partir da figura 3, percebe-se que as respostas sobre como tornar o ambiente de sala de aula mais colaborativo ficaram bastante equilibradas. Em primeiro lugar, ficou a resposta de trazer questionamentos para que o aluno resolva de maneira colaborativa, com 20,87%. Em segundo, a resposta de realizar projetos desafiadores com 18,91%. Em terceiro, ter um

ambiente transdisciplinar com 18,26%. As duas últimas ficaram com valores bem próximos, sendo que a resposta presença de tecnologias avançadas ficou com 17,39% e deixar o aluno produzir conhecimento com 16,3%.

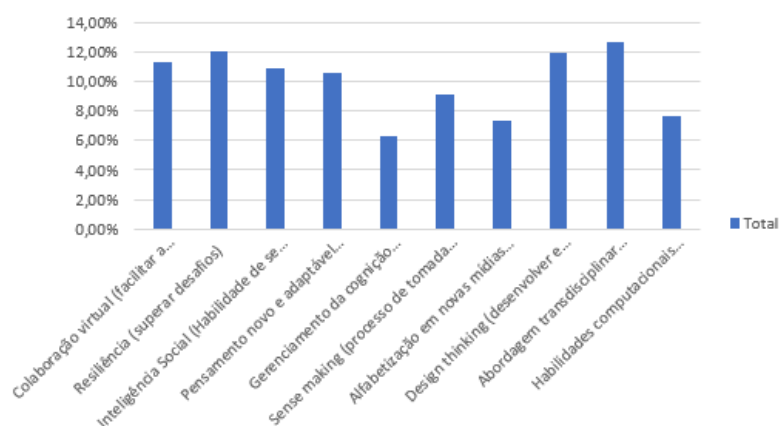
A partir da figura 4, é possível ver que para desenvolver competências e habilidades requeridas na Indústria 4.0, a resposta com maior importância é a de mostrar como aplicar a matéria à engenharia (indústria), com 29,3% das respostas. Depois, em segundo lugar, está a resposta de tornar o aprendizado mais prático, com 25,54%. Em terceiro lugar, vem a resposta de criar desafios para desenvolvimento da resiliência e questionamento, com 22,04%.

Nas questões 9 e 10, foi perguntado aos professores como ter uma sala de aula inteligente poderia ajudar nas aulas e como seria se cada aluno tivesse um material personalizado e pudesse aprender de acordo com as suas limitações. Para entender a importância de uma sala de aula inteligente, foi possível constatar que a resposta com maior importância foi a de conectar alunos com problemas reais, com 27,97%. Depois disso, em segundo lugar, veio a resposta de fazer aulas mais dinâmicas, com 22,69% das respostas. Em terceiro lugar, a resposta de fomentar a interação e o trabalho em grupo teve 22,25% das respostas. No quesito de ter um material personalizado para cada aluno, percebe-se que 32,10% dos professores consideram isso muito bom. Além disso, 28,1% dos professores consideram boa a presença desse material. Outros 26,54% dos professores consideram mediano o fato de ter um material personalizado para cada aluno.

Na questão 11, foi perguntado aos professores se faria sentido ter uma interação entre a sala de aula e a indústria, para que os alunos pudessem desenvolver conhecimentos teóricos na prática, a partir da fábrica de aprendizado. Sabe-se que 47,53% dos respondentes disseram que talvez seja interessante a interação de cada aula com a indústria a partir da fábrica de aprendizado, enquanto 43,21% dos respondentes disseram que essa interação seria sim interessante.

Na questão 12, foi perguntado quais competências dos engenheiros 4.0 os professores poderiam desenvolver a partir do ensino de engenharia 4.0, com sala de aula inteligente, ambiente colaborativo e maior interação com a indústria.

Figura 5 - Competências dos engenheiros 4.0.



Fonte: arquivo próprio.

A partir da figura 5, é possível perceber que as respostas foram muito equilibradas, sendo todas muito próximas. As quatro alternativas mais respondidas foram, na ordem: abordagem transdisciplinar, com 12,68%, resiliência, com 12,07%, *design thinking*, com 11,95% e colaboração virtual com 11,34%.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema de Educação 4.0 é de extrema relevância, visto que as mudanças tecnológicas estão acontecendo de forma cada vez mais rápida e é importante que o profissional de engenharia esteja capacitado para se adequar às mudanças que vão aparecer na indústria, para que ela também se adapte nos moldes da Indústria 4.0.

A partir das respostas do questionário, foi possível perceber que o modelo de educação atual de engenharia ainda está nos moldes da Educação 1.0, em que as estruturas das universidades ainda deixam a desejar e as aulas são muito expositivas, seja por utilização de *Power Point* ou lousa para explicar os conteúdos.

Além disso, foi possível perceber que os respondentes do questionário têm um conhecimento parcial sobre os tópicos de Indústria 4.0 e Educação 4.0, sendo que o primeiro é mais conhecido e mais difundido no meio acadêmico.

Outra percepção do estudo feito foi a respeito de elementos importantes na Educação 4.0. Foram citados elementos de integração da sala de aula com a indústria, ter projetos mais desafiadores e maior colaboração entre os alunos, fatores bastante importantes no conceito de Educação 4.0.

Em resumo, muitos dos principais aspectos de melhoria citados nos moldes da Educação 4.0 foram levantados, mas ainda falta a presença de tecnologia mais avançada nas universidades e mudança de *mindset* por parte dos professores, acompanhados de treinamentos diversos sobre essa nova concepção de ensino.

REFERÊNCIAS

BENEŠOVÁ, A.; TUPA, J. Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 2195–2202, 2017.

CIOLACU, M.; SVASTA, P. M.; BERG, W.; POPP, H. Education 4.0 for tall thin engineer in a data driven society. In: 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging, SIITME 2017 - Proceedings, Constanta. **Anais...** Constanta: IEEE, 2017a.

CIOLACU, M.; TEHRANI, A. F.; BEER, R.; POPP, H. Education 4.0 – Fostering Student’s Performance with Machine Learning Methods. In: 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging, SIITME 2017 - Proceedings, Constanta. **Anais...** Constanta: IEEE, 2017b.

GERSTEIN, J. Moving from Education 1.0 Through Education 2.0 Towards Education 3.0. In: **Experiences in Self-Determined Learning**. [s.l.] CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. p. 83–98.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Koloa. **Anais...** Koloa: IEEE, 2016.

KOLESNICHENKO, E. A.; RADYUKOVA, Y. Y.; PAKHOMOV, N. N. The Role and Importance of Knowledge Economy as a Platform for Formation of Industry 4.0. In: KOLESNICHENKO, E. A.; RADYUKOVA, Y. Y.; PAKHOMOV, N. N. (Ed.). **Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century**. [s.l.] Springer International Publishing, 2018. p. 73–81.

KOTHARI, P.; CHATTERJEE, A. Education 3.0 and beyond: A learner-led experience of education. In: 22nd International Conference on Computers in Education, Nara. **Anais...** Nara: 2014.

OKADA, A.; BARROS, D. Os estilos de coaprendizagem para as novas características da Educação 3.0. In: VIII International Conference on ICT in Education – Challenges 2013, Braga. **Anais...** Braga: 2013.

PUNCREOBUTR, V. Education 4.0: New Challenge of Learning. **St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences**, v. 38, n. 10, p. 1064–1069, 2016.

RAMIREZ-MENDOZA, R. A.; MORALES-MENENDEZ, R.; IQBAL, H.; PARRA-SALDIVAR, R. Engineering Education 4.0: - proposal for a new Curricula. In: IEEE Global Engineering Education Conference, Tenerife. **Anais...** Tenerife: IEEE, 2018.

EDUCATION 4.0 IN ENGINEERING: PERCEPTION OF PROFESSORS FROM 3 BRAZILIAN UNIVERSITIES

Abstract: *In the midst of the current technological revolution, Industry 4.0 emerged, which came to create intelligent factories and modify the relationships between man and machine. Therefore, new knowledge will become necessary and a new profile of an engineering professional will be required. To meet this new demand, the concept of Education 4.0 has emerged to show how the educational system should be more innovative and collaborative and how technology can be an ally of education. In this context, in the present work, a study was made on new teaching ideas and new skills and competences that need to be worked on in Universities. A qualitative-quantitative research was carried out, with a questionnaire application, with professors of engineering courses from three public Universities of different Brazilian States (EEL-USP, UNIFEI and UERJ) regarding their opinion about current teaching and what factors present in Education 4.0 can help improve teaching in the engineering course. The data obtained was analyzed, demonstrating that there is still a need for a greater technological structure, as well as a change in teachers' mindset.*

Key-words: *Industry 4.0; Education 4.0; Engineering Teaching.*