

PREPARANDO ENGENHEIROS PARA A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: CASE DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA EEL-USP

**Marco Antonio Carvalho Pereira (Escola de Engenharia de
Lorena - USP)**

marcopereira@usp.br

Dalton Borges (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ)

dalgarbor@gmail.com

Messias Borges Silva (Escola de Engenharia de Lorena - USP)

messias@dequi.eel.usp.br

**Herlandí de Souza Andrade (Escola de Engenharia de Lorena -
USP)**

herlandi@hotmail.com



O objetivo deste artigo é ressaltar a importância do desenvolvimento de competências transversais, a partir de metodologias ativas de aprendizagem, como fundamento essencial para formação de engenheiros preparados para os desafios advindos da Indústria 4.

Palavras-chave: Educação 4.0 Indústria 4.0 Desenvolvimento de competências

1. Introdução

Uma das poucas certezas que podemos ter sobre o mundo que vivemos é que mudanças são certas. Vivemos numa época de mudanças velozes, algumas vezes até assustadoras. Mudanças estas advindas dos significativos avanços de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) nas últimas décadas. O impacto dessa revolução sobre processos produtivos está apenas no início. A Indústria 4.0 que até uma década atrás era apenas uma ideia embrionária, hoje já é realidade. Qual o impacto disso na Educação? O Fórum Econômico Mundial visando contribuir com essa temática propõe uma análise sobre o futuro dos empregos (WORD ECONOMIC FORUM, 2016). Não há uma única e precisa resposta sobre o impacto da indústria 4.0 na Educação, mas este impacto não parece ser desprezível. Por outro lado, um fato parece certeza: não faz mais sentido continuar formando engenheiros através dos métodos educacionais tradicionais que vem sendo usados a centenas de anos, baseados na transmissão do conhecimento somente por parte dos professores. Isso fazia sentido numa época que o acesso à informação era difícil. Entretanto, os rápidos e consistentes avanços de TIC nestas últimas décadas, em particular com o advento da Internet, fazem com que o acesso fácil, aberto e gratuito aos mais diversos cursos e materiais esteja disponível para qualquer um em qualquer lugar (ALMEIDA; VALENTE, 2012).

Portanto, dentre as poucas certezas que temos, uma delas é as mudanças no mundo estão ocorrendo numa velocidade cada vez maior. A ciência avança a passos largos. Conceitos que há meio século pareciam futurologia, tais como, inteligência artificial, robótica, impressão 3D e internet das coisas já são realidade e serão os pivôs de profundas mudanças no ambiente tecnológico nos próximos anos.

A quarta revolução industrial, caracterizada pela indústria 4.0, exige que profissionais estejam abertos às transformações culturais e tecnológicas que se aproximam. Aprender a aprender passa a ser um "mantra" do profissional do futuro: em especial o profissional de Engenharia, já que ele é um dos principais protagonistas da inovação tecnológica.

Decorrente da indústria 4.0, a Educação 4.0 é voltada para a formação de profissionais que estejam aptos a atuar na quarta revolução industrial. Muitas são as incertezas, mas uma das poucas certezas é que a mudança é algo permanente.

Para uma Educação 4.0 no âmbito da Engenharia é preciso professores que, por um lado, possam entender de tecnologia, cultura, *maker* e pensamento computacional, mas, por outro lado, estejam preparados para a formação integral do futuro profissional. Os professores

precisam estar abertos às mudanças, abertos à reinvenção. Um dos caminhos que se sugere, através da Educação 4.0, é o da adoção de estratégias de aprendizagem ativas, nas quais o aluno é o protagonista de seu processo de aprendizagem.

O objetivo deste artigo é ressaltar a importância da adoção de práticas de metodologias ativas de aprendizagem para formação de Engenheiros que atuarão na Indústria 4.0. De forma complementar, serão apresentados os passos que vêm sendo dados nesse sentido em disciplinas específicas de projeto no curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP).

2. Fundamentação Teórica

Recentemente (abril de 2019), foram instituídas as novas diretrizes curriculares nacionais (DCNs) para cursos de graduação em engenharia (BRASIL, 2019), que no seu artigo 4º trata das competências gerais que devem ser desenvolvidas em egressos desses cursos. Inicialmente, apresenta-se competências técnicas (incisos I a IV), seguido das competências transversais (incisos V a VIII). Destaque-se o inciso VIII, pois dentre todos é o que mais está ligado com os desafios do futuro, com os desafios da Indústria 4.0 e da Educação 4.0:

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e os desafios da Inovação:

a) ser capaz de assumir a atitude investigativa e autônoma, com vistas a aprendizagem contínua, a produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender (BRASIL, 2019)

Há cerca de dez anos atrás, a UNESCO (2010) em um consistente estudo a respeito da Engenharia já apontava caminhos para o futuro, tais como: “*transformar a educação de engenharia, currículos e os métodos de ensino para enfatizar a relevância em uma abordagem de resolução de problemas para engenharia*”. Este estudo já enfatizava a importância de que os currículos de engenharia sejam baseados em atividades relevantes para os alunos, dentre as quais se destacam as atividades baseadas em projetos e problemas, ambas consideradas metodologias ativas de aprendizagem.

Várias são as metodologias ativas de aprendizagem: *Project-Based Learning* (JOLLANDS; JOLLY; MOLYNEAUX, 2012), *ProblemBased Learning* (KOLODNER et al, 2003; YADAV et al, 2011), *PeerInstruction* (NICOL; BOYLE, 2003; FUCHS et al, 1997), *FlippedClassroom* (ABEYSYKERA; DAWSON, 2015; O’FLAHERTY; PHILLIPS, 2015),

Case Method (CHRISTENSEN; CARLILE, 2009; LEVIN, 1995), *Team-Based Learning* (KOLES et al, 2010; PARMELEE et al. 2012), *Case-Based Learning* (FLYNN; KLEIN, 2001; DEMETRIADIS et al., 2008), dentre outras. Cada uma delas possui uma metodologia de aplicação diferente, mas todas tem como fundamento central o fato de que o aluno deve ser o protagonista de sua aprendizagem e o professor o facilitador desse processo (GAROFALO, 2018). Ideia essa que Paulo Freire (2002) já explicitou a muitos anos, a de que as metodologias ativas estão fundamentadas na autonomia do estudante, sendo necessário que professores e instituições contribuam efetivamente para a independência do aluno.

Segundo Garofalo (2018), muitos são os benefícios que as metodologias ativas podem trazer para os alunos, tais como: autonomia, aptidão para resolver problemas, colaboração, senso crítico, protagonismo, confiança, aprendizado envolvente, empatia e responsabilidade, dentre outros. E todos esses benefícios contribuirão para a formação de um profissional preparado para enfrentar os grandes desafios que a quarta revolução industrial apresenta.

Especificamente neste trabalho, o foco está em *Project-Based Learning* (Aprendizagem baseada em Projetos), que consiste numa metodologia de ensino-aprendizagem que visa desenvolver projetos baseados em problemas reais durante um semestre, a fim de desenvolver nos alunos os conhecimentos e as habilidades que são passados na teoria (ECHAVARRIA, 2010; SAMED, CASSOLO, 2013).

A Aprendizagem baseada em Projetos em cursos de engenharia é reconhecida como uma sólida e consistente metodologia na preparação de alunos para a futura carreira profissional (JOLLANDS; MOLYNEAUX, 2012; LITZINGER; LATTUCA; HADGRAFT, 2011) e sua utilização é relevante devido ao efetivo impacto na aprendizagem e engajamento dos alunos (POWELL; WEENK, 2003; GRAAFF; KOLMOS, 2007; EDSTRÖM; KOLMOS, 2014).

3. A Engenharia de Produção da EEL-USP

O curso de Engenharia de Produção da EEL-USP foi implantado em 2012. Desde então, todo ano, o curso recebe 40 novos alunos. Durante o ano de 2012, a coordenação do curso visitou escolas nos Estados Unidos, Portugal e Brasil. Nas universidades norte-americanas visitadas (*Massachusetts Institute of Technology e University of Harvard*) o aprendizado foi sobre a formação de engenheiros a partir da resolução de problemas reais em empresas utilizando metodologias ativas de aprendizagem. Na Universidade do Minho, o aprendizado foi sobre a aplicação de Aprendizagem baseada em Projetos para ingressantes do curso de Engenharia e

Gestão Industrial (MESQUITA et al., 2009). E na Universidade de Brasília, o aprendizado foi sobre a aplicação de Aprendizagem baseada em Projetos no curso de Engenharia de Produção em disciplinas específicas de projeto do quarto ao décimo semestre do curso (LIMA et al., 2012). No final do ano de 2012, a Coordenação do Curso decidiu implantar Aprendizagem baseada em Projetos para a turma de ingressantes de 2013, num formato similar ao utilizado na Universidade do Minho. Nos anos de 2013 e 2014, a Aprendizagem baseada em Projetos foi aplicada na disciplina de “Introdução a Engenharia de Produção”. A partir da experiência bem-sucedida destes dois anos, o curso, a partir de 2015, passou a ter três disciplinas específicas de projeto: Projeto Integrado de Engenharia de Produção I (primeiro semestre), Projeto Integrado de Engenharia de Produção II (quarto semestre) e Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (sétimo semestre).

A sólida formação técnica dos alunos é um fundamento essencial do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP. Para isso, temas centrais da indústria 4.0 (como inteligência artificial, robótica, internet das coisas, dentre outros) são trabalhados em disciplinas do núcleo profissionalizante do curso e vem sendo ano a ano ancorados no desenvolvimento de competências transversais nas três disciplinas específicas de projeto.

O objetivo de Projeto Integrado de Engenharia de Produção I (PIEP I) é introduzir os ingressantes num projeto de engenharia interdisciplinar que seja realizado no próprio *campus* escolar, tendo como foco principal o desenvolvimento de competências transversais. O objetivo de Projeto Integrado de Engenharia de Produção II (PIEP II) é colocar o aluno para trabalhar em projetos específicos propostos por empresas de pequeno e médio porte da região, uma vez que no quarto semestre, os alunos estão mais experientes e possuem maior maturidade pessoal e profissional para desenvolverem projetos de maior robustez. O objetivo de Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (PIEP III) é propor um desafio ainda maior, levando os alunos a trabalhar em problemas desafiadores em empresas de pequeno/médio porte da região.

Vários são os fatores que diferenciam as três disciplinas entre si. Um objetivo pedagógico comum a todos os projetos é o desenvolvimento de competências técnicas, aquelas necessárias para realização do projeto, e de competências transversais, aquelas que preparam o aluno para a vida real do futuro engenheiro no mercado de trabalho. As competências técnicas, normalmente, estão alinhadas com o nível de conhecimento do aluno em função do semestre que ele está no seu curso. O diferencial mais importante entre as três disciplinas está no foco dado: ora no desenvolvimento

de competências técnicas, relacionadas com o resultado técnico pretendido para o projeto em si, ora no desenvolvimento de competências transversais. Em PIEP I, o foco está muito mais no desenvolvimento de competências transversais, uma vez que se trata de um aluno ingressante num curso de engenharia, com idade média de 18 anos. Em PIEP II, busca-se um equilíbrio entre o processo de desenvolvimento de competências técnicas e transversais. E em PIEP III, o foco está mais no processo de desenvolvimento de competências técnicas relacionadas com o projeto realizado do que as competências transversais. A tabela 1 resume um comparativo entre as três disciplinas para vários fatores.

Tabela 1 - Comparativo entre PIEP I, PIEP II e PIEP III na EEL-USP

Fator	PIEP I	PIEP II	PIEP III
Formação das equipes	Aleatória	Alunos escolhem tema	Alunos escolhem tema
Cliente do Projeto	Interno	Interno / Externo	Externo
Tutor da EEL-USP	Aluno Veterano	Professor	Professor ou Profissional
Papel do Tutor da EEL-USP	Motivacional. Orientação	Técnico	Técnico
Tutor na Empresa	Não se aplica	Sim	Sim
Guia Projeto	Mínucioso (cerca de 15 páginas)	Instruções Gerais (2 páginas)	Básico (1 página)
Contrato de Projeto	Não	Sim	Sim
Aulas Presenciais	15	10	5
Foco Maior do Projeto	Processo	Processo/Produto	Produto
Foco em Competências Transversais	Alto	Alto	Médio
Competências Técnicas	Relacionadas com disciplinas do semestre	Necessárias para o projeto	Necessárias para o projeto
Relatórios Parciais	Sim	Não	Não
Apresentações durante o projeto	5	2	2
Avaliação	40% entregas parciais 20% processo 40% entrega final	100% na entrega final (80% professor e 20% empresa)	100% na entrega final (80% professor e 20% empresa)

Fonte: Pereira e Pazeti, 2018

Um modelo para o desenvolvimento de quatro competências transversais foi criado para a disciplina de PIEP I: Gestão de Projetos, Trabalho em Equipe, Comunicação e Desenvolvimento Pessoal. E posteriormente, adotado pelas duas outras disciplinas de projeto (PIEP II e PIEP III). Neste modelo, estas quatro competências são consideradas como de “primeiro nível” e se desdobram em competências de “segundo nível”. Primeiro e segundo nível não significam uma hierarquia de competências e, sim, uma forma prática de definir as principais “características” que compõem a competência de primeiro nível. A tabela 2 apresenta estas quatro competências de primeiro nível e seu desdobramento

Tabela 2 - Modelo de Competências da disciplina de PIEP-I

Gestão de Projetos	Trabalho em Equipe	Desenvolvimento Pessoal	Comunicação
Capacidade de Julgamento	Compreensão	Criatividade	Comunicação escrita Comunicação oral
Tomada de Decisão	Responsabilidade	Iniciativa	
Resolução de Problemas	Cooperação	Pensamento crítico	
Capacidade de organização	Relacionamento interpessoal	Flexibilidade	
Gestão do tempo	Gestão de conflitos	Liderança	
		Ética	
		Visão Humanística	

Fonte: Pereira, Lenco e Rey (2018)

Este modelo tem sido usado nas disciplinas de projetos visando o desenvolvimento de competências transversais. Ele não foi criado com foco na Educação 4.0, mas possui inúmeras das principais características que se deseja para um profissional preparado para os desafios da Indústria 4.0, tais como criatividade, iniciativa, pensamento crítico, cooperação, resolução de problemas, dentre outras.

Acredita-se que a adoção da Educação 4.0 exige uma nova postura de professores e alunos, por isso a ênfase no desenvolvimento de competências transversais que são a base para a postura de aprender a aprender, o que é cada vez mais essencial na quarta revolução industrial.

Um detalhamento maior sobre estas três disciplinas pode ser encontrada numa série de trabalhos que vem apresentados a comunidade científica nestes últimos anos análises foram feitas e foram apresentadas em eventos das áreas de Educação em Engenharia ou Engenharia

de Produção: (i) - COBENGE: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (SANTOS; BORTOTI, PEREIRA, 2013; WATANABE et al, 2016); (ii) - ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (PEREIRA et al, 2017); (iii) - PAEE: *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (BORTOTI; PEREIRA, 2014; PAZETI; PEREIRA, 2015; PEREIRA; BARRETO, 2016; PEREIRA, PAZETI, 2017; PEREIRA, PAZETI, 2018); (iv) - no SEFI: *Conference of Europe Society of Engineering Education* (SANTOS; BORTOTI; PEREIRA, 2014); e (v) - EUROMA: *Conference of European Operations Management Association* (PEREIRA; PAZETI; SUZUKI, 2015).

4. Conclusões

O texto apresentou a forma como a EEL-USP vem desenvolvendo seus alunos a serem agentes construtores da indústria 4.0 a partir da ótica de disciplinas específicas de projeto. Antes mesmo de instruir os alunos nesse novo cenário, o curso de Engenharia de Produção se transformou desde sua criação, e vem se transformando constantemente, já que as mudanças do 4.0 são, e devem ser sentidas e trabalhadas no meio educacional. Para isso, as disciplinas de PIEP I, II e III foram criadas, com diferenças da forma de abordagem entre si, mas que juntas exercem o papel de linha dorsal na formação de novos profissionais. Dentre suas convergências destacam-se a utilização de metodologias ativas, o desenvolvimento de competências transversais, a irradiação de boas práticas às outras disciplinas do curso e a integração de alunos e conteúdo. Tudo isso com foco na Educação 4.0 e no desenvolvimento de competências técnicas e transversais que preparem um Engenheiro de Produção para os desafios da quarta revolução industrial.

REFERÊNCIAS

ABEYSEKERA, Lakmal; DAWSON, Phillip. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. **Higher Education Research & Development**, v. 34, n. 1, p. 1-14, 2015.

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem fronteiras**, 12(3). 57-82, 2012.

BORTOTI, M.; PEREIRA, M. A. C. Estudo de Caso: Efeito da mudança do Líder em um Projeto de Aprendizagem Baseada em Projetos em uma Turma Ingressante de Engenharia. **Proceedings of 6th International Symposium on Project approaches in Engineering Education**. Medellin. Colombia. 2014.

CHRISTENSEN, Clayton M.; CARLILE, Paul R. Course research: Using the case method to build and teach management theory. **Academy of Management Learning & Education**, v. 8, n. 2, p. 240-251, 2009.

DEMETRIADIS, Stavros N. et al. The effect of scaffolding students' context-generating cognitive activity in technology-enhanced case-based learning. **Computers & Education**, v. 51, n. 2, p. 939-954, 2008.

ECHAVARRIA, M. V. Problem-based learning application in engineering. **Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq** [online], n. 14, p. 85-95, 2010

EDSTRÖM, K., & KOLMOS, A. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. **European Journal of Engineering Education**, 39(5), 539-555, 2014. doi:[10.1080/03043797.2014.89570](https://doi.org/10.1080/03043797.2014.89570)

FLYNN, Anna E.; KLEIN, James D. The influence of discussion groups in a case-based learning environment. **Educational Technology Research and Development**, v. 49, n. 3, p. 71-86, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 22ª ed. São Paulo: Paz e Terra; 2002.

FUCHS, Lynn S. et al. Enhancing students' helping behavior during peer-mediated instruction with conceptual mathematical explanations. **The Elementary School Journal**, v. 97, n. 3, p. 223-249, 1997.

GAROFALO, D. Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado. **Nova Escola**. 2018. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado>> Acesso em: 22 junho 2019.

GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Management of change: implementation of problem-based and project-based learning in engineering**. Rotterdam: Sense Publishers. 2007

JOLLANDS, M., JOLLY, L.; MOLYNEAUX, T. Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. **European Journal of Engineering Education**, 37(2), 143-154, 2012

KOLES, Paul G. et al. The impact of team-based learning on medical students' academic performance. **Academic Medicine**, v. 85, n. 11, p. 1739-1745, 2010.

KOLODNER, Janet L. et al. Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 12, n. 4, p. 495-547, 2003.

LEVIN, B. B. Using the case method in teacher education: The role of discussion and experience in teachers' thinking about cases. **Teaching and teacher education**, v. 11, n. 1, p. 63-79, 1995.

LITZINGER, T., LATTUCA, L., HADGRAFT, R.. Engineering Education and the Development of Expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123–150. 2011

NICOL, David J.; BOYLE, James T. Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: A comparison of two interaction methods in the wired classroom. **Studies in Higher Education**, v. 28, n. 4, p. 457-473, 2003.

O'FLAHERTY, Jacqueline; PHILLIPS, Craig. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. **The Internet and Higher Education**, v. 25, p. 85-95, 2015.

PARMELEE, Dean et al. Team-based learning: a practical guide: AMEE guide no. 65. **Medical Teacher**, v. 34, n. 5, p. e275-e287, 2012.

PAZETI, Marina.; PEREIRA, Marco Antonio Carvalho Pereira. Teamwork: analyses of this competence over two years for freshmen Industrial Engineering course. **Proceedings: 7th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education**. San Sebastian. Spain. 2015

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; BARRETO, Maria Auxiliadora; PAZETI, Marina. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production(ABEPRO)**, 27 (1-13). 2017

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho, SILVA, Messias Borges; PAZETI, Marina; CLARO, Stephani Ribeiro. Aprendizagem Baseada em Projetos: O case da Escola de Engenharia de Lorena – USP. **Anais: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Joinville. Brasil. 2017

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; BARRETO, Maria Auxiliadora. PBL in School of Engineering of Lorena at the University of São Paulo: Lessons Learned and Challenges. **Proceedings: 8th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education**. Guimaraes. Portugal. 2016

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho, SILVA, Pazeti, Marina; Susuki, Lucas. Positives Results of Project-Based Learning use in the first year of an Industrial Engineering course in Brazil Proceedings: **22nd EUROMA Conference**, Neuchatel. Switzerland. 2015

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; PAZETI, Marina. Aplicação de disciplinas específicas de Projeto num Curso de Engenharia de Produção. **Proceedings: 9th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education**. Brasília. Brasil. 2017

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; PAZETI, Marina. Aprendizagem baseada em Projetos: Case da Escola de Engenharia de Lorena – USP. **Proceedings: 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education**. Brasília, Brasil. 2018

PEREIRA, Marco Antonio Carvalho; LENCO, Julia; REY, Marcela. modelo de competências de uma disciplina de projeto do primeiro ano de um curso de engenharia de produção. **Anais: XLIIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Salvador. Brasil. 2018

POWELL, P. C., & WEENK, W **Project-led engineering education**. Utrecht: Lemma Publishers. 2003

SAMED, M. M. A.; CASSOLO, A. M. Estudo e Aplicação do Método Aprendizagem Baseada em Problemas com Estratégia Educacional no Ensino da Engenharia de Produção. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador. 2013.

SANTOS, C.; BORTOTI, M.; PEREIRA, M. A. C. Aprendizagem baseada em Projetos: Estudo de caso com ingressantes em Engenharia de Produção **Anais: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Gramado. Brasil. 2013

SANTOS, C.; BORTOTI, M.; PEREIRA, M. A. Project-Based Learning: A Case Study with Industrial Engineering Freshmen. **Proceedings: 42nd Annual Conference of SEFI**. Birmingham. United Kingdom. 2014

UNESCO. **Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for development**. 2010. Disponível em: : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> Acessado em 17 junho 2019

WATANABE, K. N.; BARRETO, M. A. M.; GRILLO, C. C.; PEREIRA, M. A. C. Trabalho em equipe e Aprendizagem Baseada em Projetos: Percepção de alunos ingressantes de Engenharia de Produção. **Anais: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Natal. Brasil. 2016

WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. **Growth Strategies**, (january), 2–3. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1946756712473437>. Acessado em 31 julho 2019

YADAV, Aman et al. Problem- based learning: Influence on students' learning in an electrical engineering course. **Journal of Engineering Education**, v. 100, n. 2, p. 253-280, 2011.