



**VIII SINGEP**

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



## **ENSINO DE ENGENHARIA BASEADO EM COMPETÊNCIAS NA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

*COMPETENCE-BASED ENGINEERING TEACHING IN INDUSTRY 4.0: A LITERATURE  
REVIEW*

**THIAGO ESPINOSSI FONTANELLO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

**VANDERLI CORREIA PRIETO**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

**Nota de esclarecimento:**

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



**VIII SINGEP**

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



## **ENSINO DE ENGENHARIA BASEADO EM COMPETÊNCIAS NA INDÚSTRIA 4.0: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

### **Objetivo do estudo**

Mapear a evolução e limitações do conhecimento sobre o ensino baseado em competências nas escolas de ensino superior de engenharias no contexto da indústria 4.0.

### **Relevância/originalidade**

A forma como as escolas de engenharia formam seus alunos pode não estar mais adequada visto às mudanças que a revolução 4.0 incorreu na sociedade, e o ensino baseado em competências pode ajudar a mapear os conhecimentos, habilidades e atitudes que um bom profissional precisa para se destacar nesse contexto.

### **Metodologia/abordagem**

Foi feita uma revisão de literatura a partir das palavras chaves definidas. Elencou-se uma grande quantidade de artigos pertinentes sobre o tema utilizando plataforma Scopus e mapeou-se os principais conceitos dos artigos mais relevantes, fazendo assim um paralelo com o objeto do trabalho em questão.

### **Principais resultados**

Foram identificados deficiências na utilização do ensino baseados em competências no ensino superior, o que dificulta o desenvolvimento de grades curriculares mais bem elaboradas e de acordo com a indústria 4.0. As rápidas mudanças causadas por essa revolução foi outro empecilho identificado para a total compreensão de processos atuais por parte dos alunos.

### **Contribuições teóricas/metodológicas**

Mapeamento do estado onde encontra-se o conhecimento sobre o tema e sugestões para próximos passos

### **Contribuições sociais/para a gestão**

Foram feitas sugestões sobre como as habilidades, conhecimento e atitudes necessárias dos alunos de engenharia no contexto da indústria 4.0 podem ser trabalhadas e melhor identificadas.

**Palavras-chave:** Ensino Baseado em Competências, Currículo, Ensino Superior, Engenharia, Indústria 4.0



**VIII SINGEP**

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



## *COMPETENCE-BASED ENGINEERING TEACHING IN INDUSTRY 4.0: A LITERATURE REVIEW*

### **Study purpose**

Map the evolution and limitations of knowledge about competency-based teaching in engineering schools in the context of industry 4.0.

### **Relevance / originality**

The way that engineering schools train their students may not be more appropriate given the changes that the 4.0 revolution has undergone in society, and competency-based teaching can help map the knowledge, skills and attitudes that a good professional needs to stand out in that context.

### **Methodology / approach**

A literature review was made based on the defined keywords. A large number of pertinent articles on the topic were listed using the Scopus platform and the main concepts of the most relevant articles were mapped, thus making a parallel with the object of the work in question.

### **Main results**

Shortcomings in the use of competency-based teaching in higher education have been identified, which makes it difficult to develop better elaborated curricula and according to industry 4.0. The rapid changes caused by this revolution were another obstacle identified for students to fully understand current processes.

### **Theoretical / methodological contributions**

Mapping the state of the knowledge on the topic and suggestions for next steps

### **Social / management contributions**

Suggestions were made on how the skills, knowledge and attitudes needed by engineering students in the context of industry 4.0 can be worked on and better identified.

**Keywords:** Competency Based Education, Curricula, Higher Education, Engineering, Industry 4.0



### 1 Introdução

O ensino baseado em competências (EBC) é considerado tema relevante na pesquisa e prática educacional em âmbito mundial. Esse conceito cresce, principalmente, na União Europeia e nos Estados Unidos (BRISTOW; PATRICK, 2014). Ademais, ao considerar metodologia de ensino, é uma opção mais adequada perante as mudanças causadas pela Indústria 4.0 (BRISTOW; PATRICK, 2014).

A educação baseada em competências visa a ser uma alternativa ao método tradicional de ensino fundamentado em um perfil conteudista. Seu foco é promover habilidades profissionais e de trabalho, capacitando o indivíduo a lidar com os desafios da indústria 4.0. As tecnologias digitais atuais transformam cada vez mais o processo industrial, o que intensifica e reforça os desafios gerados por essa revolução. Tais ferramentas transformam também a o ambiente colaborativo, tornando-o mais conectado e confiável, o que auxilia a precisão do processo decisório. Além disso, a articulação de diversas competências altera a forma como as habilidades são aprendidas, desenvolvidas e aplicadas. Em um curto espaço de tempo a inteligência emocional se tornará uma das habilidades críticas necessárias para profissionais de diversas áreas (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016)

Nesse contexto, pesquisadores buscam compreender mais claramente essas mudanças a fim de atuarem como agentes ativos no desenvolvimento de competências para a Indústria 4.0. No Brasil, a Associação Brasileira de Educação de Engenharia (ABENGE) e a Confederação Nacional da Indústria (CNI) vêm discutindo quais mudanças são necessárias para o ensino superior ao considerar as novas demandas. Além disso, o Ministério da Educação e Cultura publicou novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia e administração. Ainda, de maneira geral, os destaques enfocam as mudanças tecnológicas.

Apesar da relevância da inovação nos cursos da educação superior, há uma falta de conhecimento sobre a melhor maneira de desenvolver um currículo capaz de cultivar nos estudantes as competências necessárias para torná-los os principais atores do processo, pesquisadores e inovadores em um mundo complexo (TASSONE et al., 2018). Dessa forma, o problema de pesquisa desse trabalho baseia-se na revisão de literatura em relação à educação baseada em competências no contexto atual da indústria 4.0. Objetiva-se, assim, mapear a evolução e limitações do conhecimento e de pesquisas na área.

### 2 Referencial Teórico

O conceito de educação baseada em competências refere-se a uma pedagogia de ensino baseada em resultados que se popularizou na década de setenta (SPADY, 1977). A principal diferença do EBC em relação a outras estruturas de ensino, como aquele baseado em conteúdo e processo, por exemplo, é o foco em resultados comportamentais. Essa metodologia removeu os tradicionais limites de tempo onde se aprende uma determinada quantidade de conteúdo, permitindo que os estudantes progridam conforme suas necessidades individuais. Dessa forma, o objetivo principal torna-se que o aluno demonstre competências específicas antes de avançar para o próximo tópico ao invés de aumentar a quantidade de informação a ser transmitida para o estudante em um espaço de tempo pré-estabelecido (BURKE, 1966, PRIETO, 2019)

Outro diferencial que o EBC apresenta é a presença de critérios rigorosos para definir a partir de que momento uma competência foi dominada. Isso significa que a compreensão total de uma competência não se baseia apenas na assimilação teórica ou conceitual do tema, mas na capacidade de aplicação do conhecimento adquirido em contextos práticos, utilizando exemplos reais. Nesse contexto, espera-se que determinado nível de performance seja alcançado para que o aluno tenha acesso ao próximo estágio de aprendizado (HENRI; JOHNSON; NEPAL, 2017).



Um comparativo entre o modelo de ensino tradicional e o baseado em competências pode ser visto no quadro 1.

**Quadro 1:** Ensino Baseado em Competências EBC e Ensino Baseado em Conteúdo

Variável	Programa Educacional	
	Ensino Baseado em Conteúdo e Processo	Ensino Baseado em Competências
Força motriz para o currículo	Conteúdo: Aquisição de conhecimento	Resultado: Aplicação do conhecimento
Força motriz para o processo	Professor	Aprendiz
Caminho de aprendizagem	Hierárquica (professor ⇒ estudante)	Não-hierárquica (professor ⇔ estudante)
Responsabilidade pelo conteúdo	Professor	Estudante e professor
Objetivo do encontro educacional	Aquisição de conhecimento	Aplicação do conhecimento
Ferramenta de avaliação típica	Medida subjetiva única	Medidas objetivas múltiplas (“portfólio de avaliação”)
Ferramenta de avaliação	Procuração	Autêntico (Imita tarefa real da profissão)
Definições para avaliação	Removido	“Nas trincheiras” (observação direta)
Avaliação	Norma Referenciada	Critério Referenciado
Tempo de avaliação	Ênfase no sumário	Ênfase na formação
Conclusão do programa	Tempo Fixo	Tempo variável

Fonte:(CARRACCIO et al., 2002)

### 3 Metodologia

Uma vez estabelecido o tema e as motivações para realizar a presente pesquisa, definiu-se as palavras-chave a serem utilizadas na revisão de literatura, *Competency Based Education, Curricula, Higher Education, Engineering e Industry 4.0*. A partir dos termos previamente mencionados, a plataforma Scopus foi empregada para o levantamento dos artigos que embasaram esse estudo. Compreende-se que diferentes combinações desses conceitos geram distintos resultados. Por tal razão, manipulou-se diferentes combinações e, conforme observado na Tabela 1:

Tabela 1: Palavras-Chave e Resultados da Base de Dados de Artigos

Palavra Chave	Resultado Inicial	Filtro	Resultado Final
---------------	-------------------	--------	-----------------



Competency Based Education	4.359	Artigos; Engenharia	21
Competency Based Education e Higher Education	1.385	Artigos; Engenharia	39
Competency Based Education e Higher Education e Engineering	755	Artigos; Engenharia	88
Competency Based e Curricula e Higher Education	2.990	Artigos; Engenharia	108
Industry 4.0 e Higher Education e Engineering	431	Artigos; Engenharia	83
Competency Based e Curricula Higher Education Engineering Industry 4.0	8	Artigos; Engenharia	1
Case Study e Education	554.611	Artigos; Engenharia	117.642
Case Study e Competency Based Education	821	Artigos, Conferências, Engenharia	48
Industry 4.0	12.649	Artigos; Engenharia	3.039
Industry 4.0 e Education	2.200	Artigos; Engenharia	435

Em complemento à aplicação de filtros para limitar os resultados à artigos da área da engenharia, também foi aplicado o filtro para ordenar os artigos mais citados e os mais recentes, respectivamente. Conjuntamente, o método da bola de neve foi empregado. Dessa maneira, buscou-se identificar novos estudos ao aceder às referências daqueles artigos que apresentaram maior relevância na pesquisa inicial. Observou-se, nesse cenário, autores seminais do tema, como Burke (1960), J.; Spady (1970) e os mais citados como Carraccio (2002) e Henry (2017).

Para a identificação das revistas realizaram o maior número de publicações sobre o tema, considerando em conjunto sua relevância, foi manipulada a opção “*Analyze Results*”. Dessa maneira, limitou-se os resultados das publicações entre os últimos 10 anos. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nesse processo.

Tabela 2: Top 10 jornais com maior número de publicações utilizando as palavras-chave

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
International Journal Of Engineering Education	1	2	2	1	1	2	3	-	1	1	-	14
International Journal Of Continuing Engineering Education And Life Long Learning	-	2								2	1	5
International Journal Of Technology And Design Education	-	-	1	1	1	-	-	-	1	-	1	5
Journal Of Professional Issues In Engineering Education And Practice	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	4
IEEE Transactions On Learning Technologies	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	3



## VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



International Journal Of Innovative Technology And Exploring Engineering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
International Journal Of Recent Technology And Engineering	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Journal Of Cleaner Production	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	3
Computer Applications In Engineering Education	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>42</b>

Dentre as revistas que mais publicam, vale ressaltar a *International Journal Of Engineering Education* que possui uma classificação B1 no Qualis Capes da área de Engenharias III, período 2013-2016. Além dessa, algumas das revistas mais bem conceituadas em engenharias III podem ser verificadas na Tabela 3.

Tabela 3: Top 10 periódicos mais relevantes Engenharias III

<b>Título do Journal</b>	<b>Classificação Qualis Capes</b>
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE	A1
INTERNATIONAL JOURNAL OF IMPACT ENGINEERING	A1
EDUCATIONAL TECHNOLOGY RESEARCH AND DEVELOPMENT	A2
INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABILITY IN HIGHER EDUCATION	A2
INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION	B1
JOURNAL OF MATERIALS EDUCATION	B1
SCIENCE & EDUCATION (DORDRECHT)	B1
CULTURAL STUDIES OF SCIENCE EDUCATION (PRINT)	B3
INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL MANAGEMENT	B3
QSE. INTERNATIONAL JOURNAL OF QUALITATIVE STUDIES IN EDUCATION (PRINT)	B3
TECHNICS TECHNOLOGIES EDUCATION MANAGEMENT	B3
THE NEW EDUCATIONAL REVIEW	B3
INDUSTRY & HIGHER EDUCATION	B4
INTERNATIONAL JOURNAL OF E-EDUCATION, E-BUSINESS, E-MANAGEMENT AND E-LEARNING (IJEEEE)	B4
INTERNATIONAL JOURNAL OF HIGHER EDUCATION	B4



#### 4 Análise dos Resultados

Uma vez recolhida a totalidade dos dados, foi possível analisar e comparar as diferentes visões dos autores sobre o tema. A maneira com que se formam os engenheiros nas escolas tradicionais torna esses profissionais altamente especializados em um único tema, o que não é suficiente para suprir as demandas atuais do mercado (BALSIGER, 2015). Para que o profissional seja bem-sucedido, é necessária uma abordagem multidisciplinar, que permita ao engenheiro não apenas trabalhar com profissionais de diferentes áreas, mas também compreender conceitos que não fazem parte da sua área de expertise. Mais do que isso, deve-se considerar competências fundamentais para o futuro desses indivíduos, como os conhecimentos, habilidades e atitudes que pavimentarão seus trajetos profissionais. (RAMIREZ-MENDOZA, 2018)

Entretanto, observa-se que os currículos dos cursos não apresentam, necessariamente, atualizações condizentes com essa realidade. Grande parte das grades curriculares propostas ainda são baseadas em conteúdo. Dessa forma, não consideram as competências individuais dos alunos. Ainda, baseiam-se totalmente em habilidades fundamentais, mas que isoladas não são capazes de atender todos os requisitos que um profissional de excelência necessita.

Tradicionalmente, a estrutura do curso de engenharia é elaborada com objetivo de que o aluno egresso seja capaz de preencher certos requisitos, como ter a competência para aplicação de conhecimento de ciência, engenharia e matemática; capacidade de desenhar, conduzir experimentos e interpretar dados obtidos; ampla compreensão de ética e responsabilidade profissional; habilidade de comunicação; reconhecimento da necessidade de engajamento em um aprendizado contínuo (ABET, 2017).

Apesar de abrangentes, esses conceitos, alicerces para a grade curricular dos cursos de engenharia, distanciam-se da visão atual do mercado. Segundo Irigoien (2018), repetição e memorização não permitem que os estudantes compreendam os desafios deste século. Por essa razão, torna-se progressivamente mais relevância o ensino através de experiências que os estimulem no desenvolvimento de habilidades pertinentes ao mercado.

É precisamente na educação do ensino superior onde ocorre o cruzamento entre as possíveis trajetórias que serão trilhadas pelos alunos e o conseqüente processo decisório. O caminho tradicional enfatiza o bem-estar econômico, enquanto a trajetória de inovação socioecológica valoriza o compartilhamento de informação através de processos de pesquisa colaborativa, contribuindo para o bem-estar social (WALLS et al, 2016).

A reestruturação de currículos no ensino superior de engenharia deve considerar, de maneira consciente e responsável, os conceitos de pesquisa e inovação, de forma a refletir conceitos de multidisciplinaridade, engajamento, ética, pensamento crítico e inovação (TASSONE, 2018). Para tornar esse processo viável, a grade curricular não pode ser fundamentada apenas em disciplinas, mas nos desafios e situações enfrentados pelos profissionais em suas rotinas de trabalho (SAVIN-BADEN, 2000). Esse modelo pedagógico é uma das estratégias que geram estímulos a novas formas de educação que convergem com as necessidades observadas dentro do corpo social (BRUNDIERS, 2010).

É importante porém que essa convergência seja feita em sinergia com as necessidades socioeconômicas da sociedade. Mais do que adquirir conhecimentos, a formação de um engenheiro exige fortes habilidades nas relações humanas, que devem estar associadas ao conhecimento das ciências da engenharia (MALE, 2010).

Além da reestruturação de currículos, deve-se levar em conta a interação dos alunos com as novas ferramentas de trabalho de surgem junto da indústria 4.0 como realidade aumentada, impressão 3D e produção inteligente. Segundo MOTYL et al., (2017), é clara a





necessidade de criação de um conhecimento com uma amplitude maior e melhor estruturado de todos os conceitos considerados básicos que estão direta ou indiretamente relacionados com a indústria 4.0. Uma vez estabelecida essa etapa, o conhecimento deve ser trabalho, aprimorado e integrado entre si, levando em conta a importância da revisão do conteúdo da grade curricular dos cursos, principalmente nos temas considerados técnicos. A autora cita também uma possibilidade interessante para a reestruturação desse modelo, que é representada pela introdução e utilização de novidades nos métodos de ensino e aprendizagem que incentivem de forma ativa e direta a digitalização e introduza uma interação inteligente entre os participantes envolvidos, sejam alunos ou professores.

## 5 Conclusões

A partir dos objetivos delineados pelo presente trabalho, que consistem em mapear a evolução e limitações do conhecimento e de pesquisas na área da educação baseada em competências no contexto atual da indústria 4.0, destacam-se algumas particularidades dessa temática.

No que diz respeito à adoção do EBC, identificou-se algumas deficiências principais, como a definição do próprio conceito, que muitas vezes não é claro; o local do conhecimento dentro da educação baseada em competências; a maneira pela qual a filosofia de desenvolvimento de competências é integrada ao currículo; e as consequências para a criação e aperfeiçoamento das estratégias de ensino e de avaliações por competência.

Como consequência, é indispensável que as ferramentas de avaliação estejam perfeitamente alinhadas com as competências desejadas, caso contrário os resultados podem não ser analisados de forma coerente. A metodologia de educação no ensino superior deve ser analisada de maneira criteriosa, dado sua função fundamental de orientar os estudantes em suas escolhas, que se tornam gradativamente mais complexas frente à crescente demanda por decisões imediatas em um contexto cada vez mais competitivo. Assim, o ensino baseado em competências consiste em esquemas mentais que possibilitam a aplicação do conhecimento em situações reais, o que amplia o repertório do aluno.

Para acompanhar as constantes mudanças que a estrutura da sociedade da indústria 4.0 exige, a literatura aponta que é importante que a grade curricular seja convergente com aquela sugerida por Tassone et al. (2018). O autor reitera a importância de um currículo relevante (conectado com problemas atuais que o mundo enfrenta), responsivo (acompanhando as mudanças), reflexivo (considerando e questionando o que já foi assumido), e que promova a ética do cuidado (considerando as perspectivas e necessidades dos outros).

Há, contudo, limitações pertinentes à presente pesquisa. Dessa maneira, sugere-se que sejam realizados estudos na área de transição entre modelos de educação, visto que eles requerem mudanças delicadas e graduais nos sistemas educacionais e de comportamento. A adaptação dos professores ao novo modelo também é um tópico pertinente a pesquisas futuras, visto o papel fundamental que esses agentes possuem na disseminação e aplicação do modelo de ensino com os alunos.

## Referências

ABENGE, Comissão de Diretrizes da Abenge. **Inovação na educação em engenharia: Proposta de Diretrizes para o Curso de Engenharia**. Brasília. 2018, 22p.



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



ABET Accreditation. **Criteria for Accrediting Engineering Programs**, 2017 – 2018.  
Disponível em: [www.abet.org](http://www.abet.org). Acesso em 23/01/2020.

BALSIGER, J. **Transdisciplinarity in the Class Room? Simulating the Co-Production of Sustainability Knowledge**. *Futures*, 65 (2015) pp: 185–194.

BRISTOW, S.F., PATRICK, S., **An International Study in Competency Education: Postcards from Abroad, International Association for K–12 Online Learning**, 2014. International license.

BURKE, J. W. **Competency Based Education and Training**. [s.l: s.n.]. v. 112

CARRACCIO, C. et al. Shifting paradigms: From flexner to competencies. **Academic Medicine**, v. 77, n. 5, p. 361–367, 2002.

HENRI, M.; JOHNSON, M. D.; NEPAL, B. A Review of Competency-Based Learning: Tools, Assessments, and Recommendations. **Journal of Engineering Education**, v. 106, n. 4, p. 607–638, 2017.

MALE, SA, BUSH, M & CHAPMAN, E 2010, **Perceptions of competency deficiencies in engineering graduates' Australasian Journal of Engineering Education**, vol. 16, no. 1, pp. 55-67.

MOTYL, B. et al. How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 1501–1509, 2017.

SPADY, W. G. Competency Based Education: A Bandwagon in Search of a Definition. **Educational Researcher**, v. 6, n. 1, p. 9–14, 1977.

TASSONE, V. C. et al. (Re-)designing higher education curricula in times of systemic dysfunction: a responsible research and innovation perspective. **Higher Education**, v. 76, n. 2, p. 337–352, 2018.



## VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability  
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



WALS, A. E. J., TASSONE, V. C., HAMPSON, G. P., & REAMS, J. **Learning for walking the change: eco-social innovation through sustainability-oriented higher education**, 2016. WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs Report. Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf). Acesso em 19/12/2019.

SAVIN-BADEN, M. **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Buckingham: Society for Research in Higher Education (2000).