

O uso de metodologias ativas de aprendizagem na disciplina Higiene e Segurança Industrial e o desenvolvimento de competências

Carmen Silvia Gonçalves Lopes^[1], Edson Walimir Cazarini^[2], Dyjalma Antonio Bassoli^[3], Alessandra Fracaroli Perez^[4]

[1] clopes@unaerp.br. Universidade de Ribeirão Preto. [2] cazarini@sc.usp.br. Universidade de São Paulo. [3] dbassoli@gmail.com. Centro Universitário Barão de Mauá. [4] aperez@unaerp.br. Universidade de Ribeirão Preto

RESUMO

A educação em Engenharia, área do conhecimento que está em permanente evolução, requer cada vez mais a implantação e a gestão de processos educativos adequados a esse contexto de constantes transformações. A formação de indivíduos criativos e empreendedores depende de intervenções pedagógicas que renovem as formas de ensinar e de aprender. Assim, o presente trabalho apresenta os resultados de uma investigação sobre o desenvolvimento de competências com o uso de uma metodologia ativa de aprendizagem. A pesquisa foi desenvolvida com um grupo de alunos matriculados na disciplina Higiene e Segurança Industrial de um curso de Engenharia e os resultados são apresentados neste trabalho. É necessário rever as práticas pedagógicas e ao mesmo tempo, utilizar os recursos tecnológicos disponíveis, no intuito de provocar uma revolução em favor de uma base mais ampla de conhecimento científico e tecnológico.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Aprendizagem. Formação de engenheiros. Competências.

ABSTRACT

Engineering Education, a knowledge area which is in constant evolution, increasingly requires the appropriate implementation and management of educational processes to the actual context of constant changes. Training go-ahead and creative individuals relies on pedagogic interventions that can renew ways of teaching and learning. Thus, the present work presents results of an investigation on the development of competences with the use of an active methodology of learning. The research was developed with a group of students enrolled in an engineering course's Hygiene and Industrial Safety subject, and the results are presented in this work. It is needed to review pedagogical practices and at the same time use available technological resources in order to bring about a revolution in a favour of a broader base of scientific and technological knowledge.

Keywords: *Active methodologies. Learning. Engineering education. Skills.*

1 Introdução

Considerando o atual estágio de desenvolvimento científico e tecnológico, torna-se cada vez mais relevante discutir o perfil desejável de profissionais de Engenharia capazes de dar resposta aos constantes desafios impostos. Consequentemente, deve-se discutir também os processos de formação desses futuros engenheiros, discussão essa cada vez mais presente nas publicações nacionais e internacionais.

As transformações que vêm ocorrendo mundialmente, nas esferas, social, política, econômica, tecnológica, científica, ética e em tantas outras, refletem nas diversas áreas da vida social, como na organização do trabalho, nas formas de produção e na formação profissional. Acompanhar tais transformações tem tornado necessária uma adaptação contínua por parte dos indivíduos (BORGES; ALMEIDA, 2013).

Nesse âmbito, considera-se que mudanças nas formas de ensinar e aprender ficam mais evidentes, sobretudo nas instituições de educação superior. Sabe-se que os profissionais de Engenharia têm atualmente maiores exigências com relação ao preparo, capacidade de tomar decisões, de resolver problemas, trabalhar em equipe, comunicar-se eficientemente, ter autonomia no aprendizado e flexibilidade frente a novas situações sociais e profissionais.

No caso dos profissionais de Engenharia, o perfil desejável aponta competências, habilidades e atitudes que incluem a conduta criativa, questionadora e científica, e essas qualidades, quando se trata de conhecimentos básicos necessários à profissão, demandam o desenvolvimento de capacidades como observar, identificar variáveis intervenientes, analisar dados e informações, e propor metodologias de investigação (FREIRE JUNIOR *et al.*, 2013). Esses autores apontam ainda que o processo educacional contemporâneo deve visar a formação de um profissional pronto para aprender sempre, buscando e gerenciando informações, derivando delas o conhecimento necessário para interagir no seu meio em condições de compreender e propor soluções para cada nova situação.

Considerando que o modelo tradicional de ensino é inadequado e insuficiente para a formação do profissional com o perfil esperado, o objetivo deste trabalho foi identificar as possíveis contribuições do uso de metodologias ativas para o desenvolvimento de competências na formação do engenheiro, na perspectiva de uma visão sistêmica.

Os educadores da área de Engenharia almejam a formação de engenheiros inovadores, autônomos e empreendedores e entende-se que esse perfil profissional contemporâneo só pode ser alcançado por meio de intervenções pedagógicas adequadas. Nos Estados Unidos e na Europa existem diversas iniciativas com o objetivo de melhor preparar o estudante de Engenharia para o mercado de trabalho (CRAWLEY, 2002; NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2004; KUMAR; HSIAO, 2007; MOHAN *et al.*, 2010).

2 As competências segundo o CDIO

Nos programas das associações de classe nos Estados Unidos (NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2005; ASSOCIATION FOR CARRER AND TECHNICAL EDUCATION, 2007), a questão da empregabilidade dos engenheiros tem recebido ênfase por ter impacto direto na competitividade tecnológica e econômica e também no bem estar social, com uma demanda por engenheiros que são capazes de trabalhar em equipes e em qualquer lugar do mundo atuando em projetos globais e na solução de problemas mundiais.

Nas últimas duas décadas, o ensino de engenharia tem tentado estreitar a divisão entre o social e o técnico: (LITCHFIELD; JAVENICK-WILL; MAUL, 2016). Mais notadamente, a *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2006), conselho de acreditação para programas de Engenharia, reconheceu a importância de formar engenheiros mais flexíveis e com uma ampla variedade de habilidades e competências e desenvolveu programas com novos resultados de aprendizagem.

Crawley (2002) descreve e discute uma significativa proposta pedagógica para o desenvolvimento de competências. Trata-se do Programa CDIO SYLLABUS que é utilizado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), desde o ano de 2001.

O Programa CDIO foi comparado aos Quatro Pilares Educacionais da Unesco e atualizado, dando origem ao CDIO Syllabus version 2.0. O trajeto de formação sugerido pelo *framework* CDIO (*Conceive — Design — Implement — Operate*, traduzindo do inglês, *Conceber — Projetar — Implementar — Operar*) seria uma das opções de estudo, uma vez que apresenta os percursos de carreira possíveis para um engenheiro, baseados na associação de habilidades gerais e específicas que ele desenvolverá ao longo

de sua formação técnica-profissional-pessoal (CRAWLEY *et al.*, 2011).

Nesse programa, as competências são detalhadas em cinco níveis sendo que o primeiro aborda as quatro competências mais gerais: i) raciocínio e conhecimento técnico; ii) habilidades e atributos pessoais e profissionais; iii) habilidades interpessoais, incluindo trabalho em equipe e comunicação; iv) conjugação de CDIO em contextos empresariais e sociais. Crawley (2002) elaborou uma taxonomia com 432 competências.

O objetivo específico das competências definidas pelo CDIO é criar um conjunto generalizado de metas para a educação em Engenharia, com o detalhamento suficiente para que possa ser compreendido e implementado pelos cursos de Engenharia no mundo todo. Mais de 15 anos depois da sua primeira discussão, hoje esse modelo ainda pode ser comprovado a partir de pesquisas e relatórios que são constantemente avaliados e publicados (MEJTOFT; BERGLUND, 2015).

Para Crawley *et al.* (2011), o objetivo maior era criar uma taxonomia de aprendizagem de Engenharia, mais abrangente do que as existentes antes do ano de 2000, sempre com o foco no processo do ensino superior e a formação do engenheiro, e nas competências para atuar num mercado dinâmico, globalizado, tecnológico, em rede, e culturalmente mutável.

A avaliação da aprendizagem começa com a especificação dos resultados que os alunos irão alcançar após a instrução e as experiências de aprendizagem que vivenciaram e, em alguns casos, usar um método de avaliação único, não é suficiente para reunir provas do amplo leque de resultados de aprendizagem obtidos (CRAWLEY *et al.*, 2010).

3 Metodologia

A metodologia foi delimitada por pesquisa de campo junto aos alunos da disciplina Higiene e Segurança Industrial, cujo conteúdo é obrigatório segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de engenharia (BRASIL, 2002). O universo de sujeitos pesquisados constituiu-se por estudantes do curso de Engenharia Química.

Para que fossem aceitos como voluntários nessa pesquisa, os estudantes matriculados regularmente na disciplina leram e concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), dando seu consentimento à metodologia.

3.1 O Modelo intervencionista

O modelo intervencionista proposto é aplicado em condições reais de trabalho, e visa intervir no processo habitual das atividades industriais, para caracterizar os riscos potenciais relativos à higiene e segurança do trabalho (MORAES; MONT'ALVÃO, 2010). Com base nesse modelo, as etapas dessas atividades foram adaptadas ao método, sendo descritas:

- 1) **Apreciação:** é uma fase exploratória que compreende o mapeamento dos problemas relativos à higiene e segurança do trabalho na empresa. Consiste na sistematização do sistema homem-tarefa-máquina e na delimitação dos riscos ambientais;
- 2) **Diagnose:** permite aprofundar os problemas priorizados e testar predições. É o momento das observações sistemáticas das atividades desenvolvidas na indústria e dos registros de comportamento em situação real de trabalho;
- 3) **Projetação:** busca adaptar o ambiente e os processos de trabalho, equipamentos e ferramentas às características físicas, psíquicas e cognitivas do trabalhador/operador;
- 4) **Validação:** trata de avaliar se os argumentos, as propostas e as alternativas projetuais resultaram na eficiência esperada. Compreende avaliações através de modelos e testes e eventualmente, simulações, se necessário;
- 5) **Otimização:** compreende a revisão do projeto após sua avaliação pelo decisor e validação pelos operadores. Considera as possibilidades de reajuste conforme as opções daquele que decide, segundo as restrições de custo, as prioridades tecnológicas da empresa, a capacidade instalada do implementador e as soluções técnicas disponíveis.

Os estudantes foram divididos em equipes de trabalho para aplicar, sob orientação, os processos de intervenção em indústrias da área química. As questões foram elaboradas com base nas competências descritas em um dos blocos do Programa CDIO, pautados nas referências de Crawley (2002) e Crawley *et al.* (2008, 2010, 2011).

Nessa oportunidade foi solicitado para que os estudantes pesquisados apontassem o grau de concordância, orientado por escala Likert, sendo:

1 = discordo totalmente; 2 = discordo parcialmente; 3= não concordo nem discordo; 4 = concordo parcialmente; e 5 = concordo totalmente.

4 Resultados e discussão

São apresentados e discutidos nesta seção, os resultados da pesquisa realizada sobre as habilidades e competências pertencentes aos dois blocos da proposta condensada do “CDIO Syllabus” (CRAWLEY, 2002): 1. habilidades pessoais e atitudes 2. habilidades e atitudes profissionais. Para uma melhor análise dos resultados de pesquisas usando escala de Likert, pode-se fazer uma abordagem quantitativa para estabelecer o *Ranking Médio* (RM) para o questionário, para mensurar o grau de concordância dos sujeitos que responderam os questionários.

4.1 Habilidades pessoais e atitudes

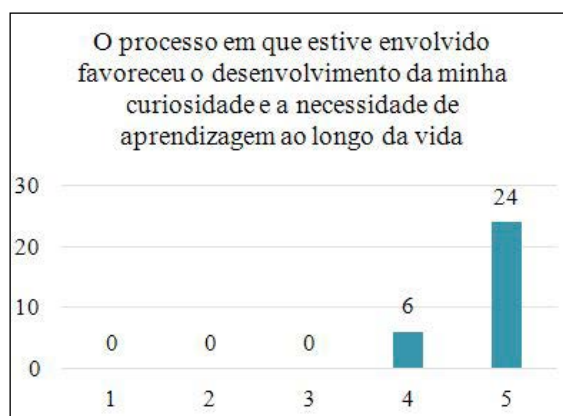
Essa etapa da pesquisa intencionou reconhecer as habilidades pessoais e atitudes na execução do trabalho proposto, contando com os itens ilustrados na Tabela 1. A média do RM entre os itens esteve em 4,50, o que evidencia forte concordância com os pontos pesquisados.

Essa pesquisa tem especial importância uma vez que investiga questões comportamentais importantes e que seguirão por toda a vida profissional do estudante. Especial destaque, com 96% de pontuação da escala Likert (RM = 4,80), foi a afirmação ‘o processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida’, com dados ilustrados na Figura 1.

Tabela 1 - Sobre as habilidades pessoais e atitudes na execução do trabalho proposto.

Opções de Resposta	1	2	3	4	5	Total	RM
O processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da minha curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida	0	0	0	6	24	30	4,80
Adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes	0	0	0	12	18	30	4,60
Desenvolvi pensamento crítico	0	0	2	9	19	30	4,57
Desenvolvi pensamento criativo	0	0	2	11	17	30	4,50
Fui perseverante e flexível	0	0	3	11	16	30	4,43
Tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas	0	0	3	14	13	30	4,33
Tive iniciativa e disposição para assumir riscos	1	0	3	11	15	30	4,30
Total:	1	0	13	74	122		

Figura 1 - Habilidade e/ou competência de percepção que o processo em que estive envolvido favoreceu o desenvolvimento da curiosidade e a necessidade de aprendizagem ao longo da vida.



A Figura 2 ilustra o resultado do quesito: ‘adquiri autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes’, com RM = 4,60. Os dois quesitos que seguem, ‘desenvolvi pensamento crítico’ (Figura 3) com RM = 4,57; e ‘desenvolvi pensamento criativo’ (Figura 4) com RM = 4,50, auxiliam na identificação dessa provável interferência positiva do projeto no fortalecimento dessas habilidades.

Figura 2 - Habilidade e/ou competência de adquirir autoconsciência do próprio conhecimento, habilidades e atitudes.

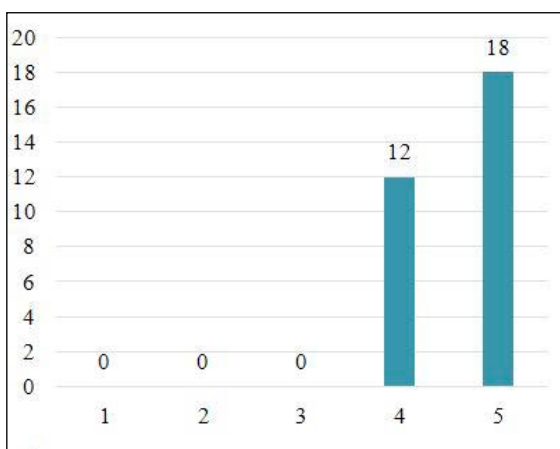


Figura 3 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento crítico.

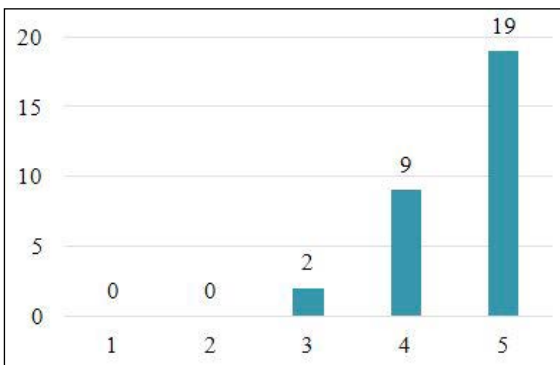
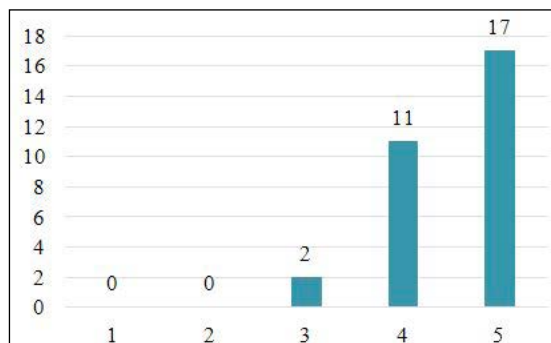


Figura 4 - Habilidade e/ou competência de desenvolver o pensamento criativo.



O resultado das demais habilidades investigadas – ‘fui perseverante e flexível’ (RM = 4,43), ilustrado na Figura 5; ‘tornei-me capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas’ (RM = 4,33) ilustrado na Figura 6; e ‘tive iniciativa e disposição para assumir riscos’ (RM = 4,30) ilustrado na Figura 7, fortalecem essa premissa.

Figura 5 - Habilidade e/ou competência de ser perseverante e flexível.

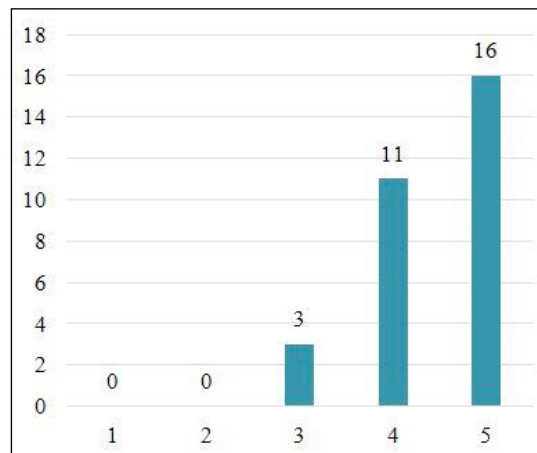


Figura 6 - Habilidade e/ou competência de tornar-se capaz de gerir o tempo e os recursos para a solução dos problemas.

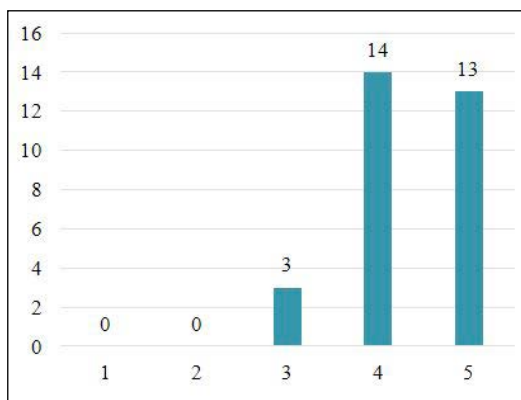
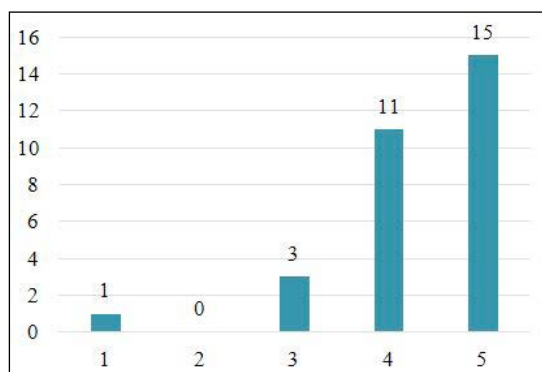


Figura 7 - Habilidade e/ou competência para tomar iniciativa e disposição para assumir riscos.



Inferre-se que o nível de interatividade dos participantes com o trabalho proposto interfere no pensamento crítico, sendo que há uma tendência de que essa competência aumente com a participação no trabalho ou projeto executado.

4.2 Habilidades e atitudes profissionais

Para fechar a pesquisa adaptada da segunda dimensão da proposta condensada do “CDIO Syllabus” (CRAWLEY, 2002), essa etapa da pesquisa intencionou reconhecer as habilidades e atitudes profissionais na execução do trabalho proposto, contando com quatro itens para este intento como ilustrado na Tabela 2. A média do RM entre os itens esteve em 4,66. Essa etapa complementa a anterior (habilidades e atitudes pessoais) e demonstra que o estudante conseguiu aprimorar as habilidades e competências, quer no âmbito profissional, quer no âmbito pessoal, por meio da experiência no projeto.

Tabela 2 - Sobre as habilidades e atitudes profissionais na execução do trabalho proposto.

Opções de Resposta	1	2	3	4	5	Total	RM
Compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da engenharia	0	0	0	6	24	30	4,80
Agi com profissionalismo	0	0	1	8	21	30	4,67
Compreendi a necessidade de planejar proativamente a carreira	0	0	0	10	20	30	4,67
Agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas	0	0	3	9	18	30	4,50
Total:	1	0	18	108	233		

Novamente, um dos quesitos ‘compreendi a necessidade de me manter atualizado no mundo da Engenharia’, com dados ilustrados na Figura 8 alcançou 96% da escala Likert (RM = 4,80). O RM igual a 4,67, apresentou-se como resultado para dois itens: ‘agi com profissionalismo’ ilustrado na Figura 9 e ‘compreendi a necessidade de planejar proativamente a carreira’ (Figura 10), e por último, com RM igual a 4,50, aparece o item ‘agi com ética, integridade, responsabilidade e realizei a prestação de contas’ ilustrado na Figura 11.

Figura 8 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de planejar proativamente a carreira.

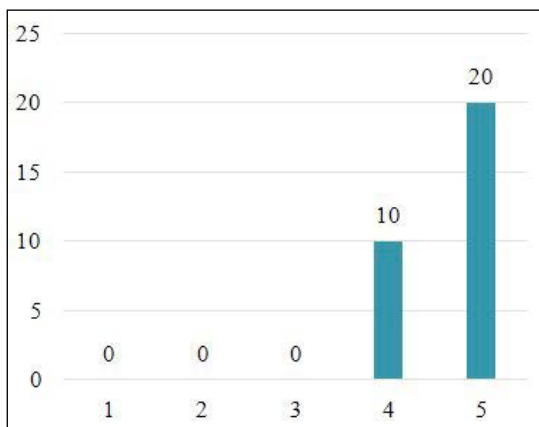


Figura 9 - Habilidade e/ou competência de agir com profissionalismo.

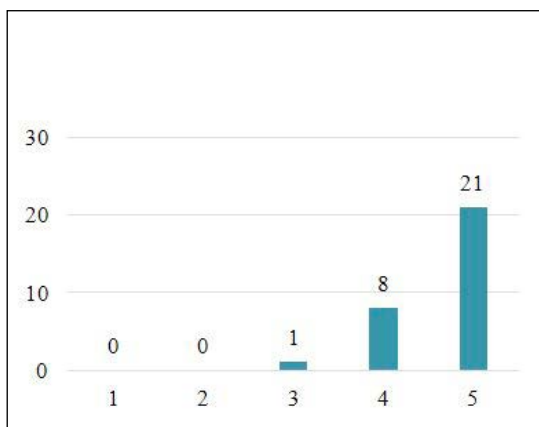


Figura 10 - Habilidade e/ou competência de compreender a necessidade de se manter atualizado no mundo da Engenharia.

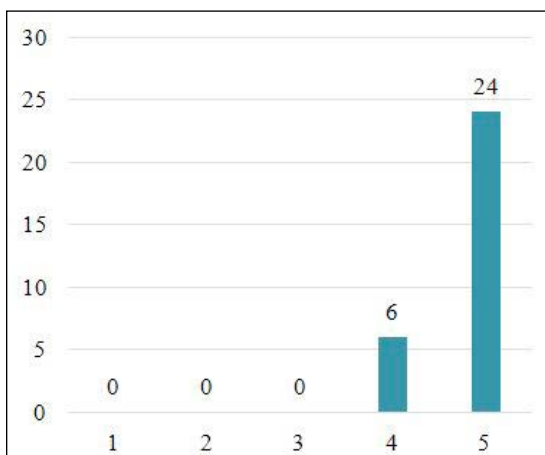
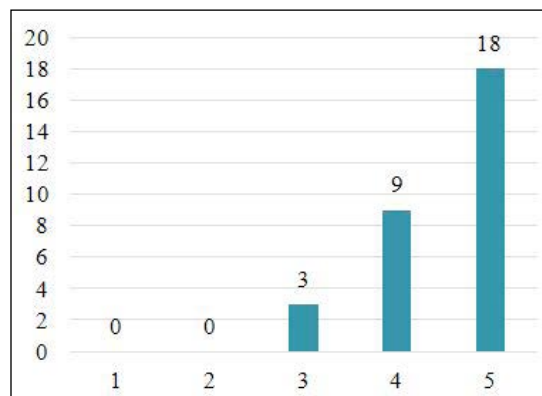


Figura 11 - Habilidade e/ou competência de agir com ética, integridade, responsabilidade e realizar a prestação de contas.



As duas etapas, 'habilidades e atitudes profissionais' (RM = 4,66) e 'habilidades pessoais e atitudes' (RM = 4,50), apontaram que as competências e habilidades foram desenvolvidas durante o desenvolvimento do trabalho.

5 Considerações finais

No presente estudo, foi intenção coletar os dados da pesquisa por meio de instrumento desenvolvido para o levantamento de competências e habilidades com base no *framework* desenvolvido por Crawley (2002). Vários relatos dos estudantes evidenciaram que a experiência dentro da disciplina Higiene e Segurança Industrial foi avaliada positivamente.

As demandas por engenheiros com um novo perfil são reais e urgentes. Ainda há um déficit quantitativo e qualitativo desses profissionais e o grande desafio está em se adotar métodos de aprendizagem que tenham foco no desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes desejáveis para a atuação desses profissionais.

REFERÊNCIAS

ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY. ABET. ABET EC-2000, 2006.

ASSOCIATION FOR CARRER AND TECHNICAL EDUCATION. ASTE. **Career clusters & pathways**, 2007. Disponível em: <goo.gl/JqnWpb>.

BORGES, M. N.; ALMEIDA, N. N. Perspectivas para engenharia nacional: desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 71-78, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação - Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002**, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em engenharia. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

CRAWLEY, E. F. Creating the CDIO SYLLABUS, a universal template for engineering education. In: 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Boston, Massachusetts, nov. 2002.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The context of engineering education. In: 4th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE Anais..., Gent, Belgium, June, 2008.

CRAWLEY, E. F. *et al.* **Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach**. New York: Springer 2010.

CRAWLEY, E. F. *et al.* The CDIO Syllabus v2.0: an updated statement of goals for engineering education. In: 7th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 2011, **Anais...** Technical University of Denmark, Copenhagen, 2011.

FREIRE JUNIOR, J. C. *et al.* A internacionalização do ensino de Engenharia: modelos, problemas e possíveis soluções. In: OLIVEIRA, V. F. *et al.* (Org.). **Desafios da educação em Engenharia: formação em Engenharia, internacionalização, experiências metodológicas e proposições**. Brasília: ABENGE, 2013.

KUMAR, S.; HSIAO, J. K. Engineers learn "soft skills the hard way": planting a seed of leadership in engineering classes. **Leadership Manage Engineering**, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2007.

LITCHFIELD, K.; JAVERNICK-WILL, A; MAUL, A. Technical and professional skills of engineers involved and not involved in engineering service. **Journal of Engineering Education**, v. 105, n. 1, p. 70-92, 2016.

MEJTOFT, S.; BERGLUND, S. Project management: an environment for increased personal and interpersonal skills. In: 11th INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 2015, **Anais...** Chengdu University of Information Technology, Chengdu, China, 2015.

MOHAN, A. *et al.* Professional skills in the engineering curriculum. **IEEE Transactions on Education**, v. 53, n. 4, p. 562-571, nov. 2010.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**, 4^a ed. rev. atual e ampl. Teresópolis, RJ: 2AB, 2010.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING - NAE. The Engineering of 2020: visions of engineering in the new century. **The National Academies Press**, Washington, 2004.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING - NAE. The Engineering of 2020: visions of engineering in the new century. **The National Academies Press**, Washington, 2005.