



RESULTADOS DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ALINHADO AO CDIO

Ana L. Capeleto – ana.capeleto@hotmail.com

Marco A. C. Pereira – marco.pereira@usp.br

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena

Endereço: Estrada Municipal do Campinho, s/n

12.602-810 – Lorena - SP

Resumo: A iniciativa CDIO (Conceive - Design - Implement - Operate) consiste num modelo para o ensino de engenharia, fruto da colaboração entre 146 universidades ao redor do mundo. Este modelo propõe uma reforma na educação de engenharia, baseada na definição de resultados de aprendizagem para os futuros engenheiros, considerando as exigências do mercado de trabalho. A proposta desse artigo é apresentar os resultados de aprendizagem pretendidos para um curso de engenharia alinhados com o CDIO. O modelo do CDIO é comparado com as Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil e uma sinergia é encontrada entre os dois modelos. A partir disso, são apresentados os resultados de aprendizagem pretendidos para os alunos do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP).

Palavras-chave: CDIO, Resultados de Aprendizagem, Engenharia de Produção.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia é o motor tecnológico da indústria, em questões essenciais, tais como qualidade, produtividade e competitividade no mundo cada vez mais globalizado que vivemos. São muitos os fatores que contribuem para que as indústrias sejam mais competitivas. Um dos mais relevantes se refere a formação de engenheiros com sólida fundamentação técnica. Engenheiros que sejam inovadores, criativos e comprometidos com a busca da excelência. Engenheiros que sejam desafiados e instigados a criar, inovar e atuar com projetos durante seu curso de graduação. Engenheiros que sejam capazes de aplicar seus conhecimentos em tempo real. A formação de engenheiros com este perfil descrito exige uma revisão dos modelos tradicionais do ensino de engenharia, por modelos focados na aprendizagem do aluno.

Existe um gap entre o profissional de engenharia que a indústria deseja e o profissional de engenharia que a universidade oferece (CRAWLEY; BRODEUR, 2008). O que a universidade e a indústria têm em comum é que ambos ressaltam a importância de sólidos conhecimentos técnicos dos fundamentos das ciências (matemática e física) e dos fundamentos da engenharia. Por outro lado, a indústria, cada vez mais, deseja engenheiros que possuam uma ampla gama de competências transversais, profissionais estes que a Universidade tem tido dificuldade para formar, devido ao modelo tradicional de ensino que ainda impera na maioria dos cursos de engenharia no Brasil e no mundo.

A indústria busca engenheiros que saibam construir e operar produtos e sistemas que sejam colocados a serviços da sociedade. Engenheiros que estejam envolvidos em todas as

Organização



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Promoção



ABENGE
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



fases do ciclo de vida de produtos e sistemas, de sua concepção a sua operação. Engenheiros, que além da sólida competência técnica, tenham desenvolvido durante seu curso habilidades transversais, ou seja, habilidades pessoais e interpessoais, tais como comunicação, trabalho em equipe, pensamento crítico, criativo e sistêmico, liderança, empreendedorismo, dentre outros.

A UNESCO (2010) possui um consistente estudo a respeito da engenharia, no qual aponta caminhos, tais como: *"transformar a educação de engenharia, currículos e os métodos de ensino para enfatizar a relevância e uma abordagem de resolução de problemas para engenharia"*. Este estudo destaca a importância que os currículos de engenharia sejam baseados em atividades relevantes para os alunos, dentre as quais destaca atividades de ensino baseadas em projetos e problemas, dentre outras. Um modelo para o aprimoramento do ensino de engenharia é a Iniciativa CDIO (*Conceive - Design - Implement - Operate*) que consiste numa iniciativa de colaboração entre diversas universidades ao redor do mundo, implantado inicialmente no ano de 2000, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e em três universidades da Suécia (*Royal Institute of Technology, Chalmers Institute of Technology e Linköping University*), com um foco muito bem definido em resultados de aprendizagem relacionados com desenvolvimento técnico e pessoal do futuro engenheiro. Desde então, ao longo dos anos, várias outras universidades foram aderindo a esta iniciativa e, atualmente, existem 146 universidades que adotam o modelo CDIO ao redor do mundo (CDIO, 2017).

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados de aprendizagem pretendidos para o curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP) a partir da adoção do modelo da Iniciativa CDIO.

2. CDIO

2.1. Os objetivos do CDIO

A Iniciativa CDIO tem por objetivo formar engenheiros que saibam Conceber, Projetar, Implementar e Operar (*Conceive – Design – Implement – Operate*) processos, produtos e sistemas complexos em um ambiente baseado em trabalho em equipe. Saber conceder, projetar, implementar e operar são atributos que elevam a qualidade da formação dos alunos e as suas chances no mercado de trabalho (CRAWLEY et al., 2007). A iniciativa CDIO tem três objetivos gerais (CRAWLEY et al., 2007) que são formar alunos capazes de:

- Dominar a fundo os conhecimentos técnicos fundamentais.
- Liderar a criação e a operação de novos produtos, processos e sistemas.
- Compreender a importância e o impacto estratégico da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico na sociedade.

A adoção do modelo CDIO visa que os cursos de engenharia, além de sólidos e eficazes, sejam motivadores para os alunos, a fim de aumentar a atração deles pela profissão, mantendo-os no curso e tornando mais agradável o aprendizado. Um curso baseado no modelo CDIO deve possuir forte ênfase nos fundamentos técnicos das ciências básicas e das ciências aplicadas. Na verdade, este é o objetivo básico de qualquer curso de engenharia que busque a excelência como padrão. Um segundo objetivo é preparar os alunos para serem capazes de liderar a criação e operação de novos produtos, processos e sistemas, a fim de proporcionar oportunidades de desenvolvimento de competências e habilidades pessoais e interpessoais. Por fim, o terceiro objetivo consiste em ensinar aos alunos para serem capazes de compreender a importância e o impacto estratégico da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico na sociedade, com responsabilidade social e uso de tecnologias sustentáveis. Os dois primeiros objetivos, um sólido conhecimento dos fundamentos técnicos e o



desenvolvimento de competências e habilidades pessoais e profissionais, podem caminhar em direções opostas, se não forem bem entrelaçados. O modelo CDIO propõe uma visão que possibilita uma sólida aprendizagem dos fundamentos técnicos da engenharia, alinhado e simultâneo com o desenvolvimento de competências pessoais e interpessoais.

A adoção da Iniciativa CDIO oferece a um estudante de engenharia um ambiente natural de aprendizado, no qual ele possa desenvolver ao longo de seu curso, os conhecimentos, habilidades e atitudes, que farão parte de sua vida profissional.

CDIO, na prática, consiste no aprendizado baseado em quatro etapas: *Conceive-Design-Implement-Operate*. A primeira etapa (Conceber) tem como objetivo o desenvolvimento dos planos conceituais, técnicos e de negócios a partir de necessidades dos clientes. A segunda etapa (Projetar) concentra-se na elaboração detalhada do projeto, em planos de ação, desenhos e algoritmos que descrevam o que será implementado. Na terceira etapa (Implementar) o projeto é transformado num produto ou sistema tangível. Por fim, a última etapa (Operar) destina-se a operação real, durante o ciclo de vida útil, do produto ou sistema implementado.

Uma visão geral da Iniciativa CDIO está disponível no site do CDIO.org (CDIO, 2017).

Uma visão detalhada de todo o modelo CDIO para o ensino de engenharia com os principais resultados obtidos nos primeiros anos de sua aplicação é fornecida por Crawley *et al* (2007).

2.2. CDIO Syllabus

O CDIO *Syllabus* (CRAWLEY *et al.*, 2011) estabelece os resultados de aprendizagem que um aluno de engenharia deve obter ao longo de seu curso de graduação, resultados estes que consistem numa detalhada lista de conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas com as práticas habituais do exercício da engenharia. Esta lista foi elaborada, e é periodicamente revisada, por especialistas de diversas áreas, relacionados a engenharia, tais como representantes da indústria, professores, pesquisadores, ex-alunos, dentre outros.

O CDIO *Syllabus* está estruturado em quatro categorias de resultados de aprendizagem:

- 1 - Conhecimento científico e raciocínio lógico;
- 2 - Habilidades pessoais e profissionais;
- 3 - Habilidades interpessoais: comunicação e trabalho em equipe;
- 4 - Conceber, projetar, implementar e operar sistemas em um contexto empresarial, social e ambiental.

Os resultados de aprendizagem têm como base fundamental o conhecimento técnico das disciplinas (Categoria 1), mas vão além disto, pois, as demais categorias do CDIO *Syllabus* especificam resultados de aprendizagem pessoal, interpessoal e de construção de processos, produtos e sistemas. Os resultados de aprendizagem pessoal (Categoria 2) estão focados no desenvolvimento cognitivo e afetivo de cada aluno, tais como, o raciocínio e a resolução de problemas de engenharia, a experimentação e a descoberta do conhecimento, o pensamento sistêmico, criativo e crítico e a ética profissional, dentre outros. Os resultados de aprendizagem interpessoal (Categoria 3) devem ter foco nas interações individuais e em grupo, tais como, trabalho em equipe, liderança e comunicação. E os resultados de aprendizagem de construção de sistemas e produtos (Categoria 4) devem focar em conceber, projetar, implementar e operar sistemas em empresas, negócios e contextos sociais. Estas quatro categorias representam o primeiro nível dos resultados de aprendizagem esperados, que são desdobradas, num segundo nível, em um conjunto de 19 competências e habilidades que permitem uma melhor compreensão do que se espera de um profissional da engenharia. Por sua vez, este segundo nível, se desdobra em mais dois níveis, terceiro e quarto, nos quais são apresentados de forma detalhada e bem específica, quais são as competências e



habilidades que um engenheiro deve possuir ao final de seu curso de graduação. A Tabela 1 apresenta os resultados de aprendizagem do primeiro nível do CDIO desdobrados em 19 resultados de aprendizagem do segundo nível.

Tabela 1 – Resultados de Aprendizagem do CDIO.

Primeiro Nível	Segundo Nível
1 Conhecimento científico e raciocínio lógico	1.1 Conhecimento fundamental de matemática e de ciências 1.2 Conhecimento fundamental de engenharia 1.3 Conhecimento avançado de métodos e ferramentas de engenharia
2 Habilidades pessoais e profissionais	2.1 Resolução de problemas através de raciocínio analítico 2.2 Experimentação, investigação e descoberta do conhecimento 2.3 Pensamento sistêmico 2.4 Atitudes, pensamento e aprendizado 2.5 Ética, igualdade e outras responsabilidades
3 Habilidades interpessoais: comunicação e trabalho em equipe	3.1 Trabalho em equipe 3.2 Comunicação 3.3 Fluência em línguas estrangeiras
4 Conceber, projetar, implementar e operar sistemas em um contexto empresarial, social e ambiental	4.1 Contexto social e ambiental em esfera global 4.2 Contexto empresarial e organizacional 4.3 Concepção e gestão de sistemas 4.4 Projetar 4.5 Implementar 4.6 Operar 4.7 Liderar empreendimentos de engenharia 4.8 Empreendedorismo

3. ALINHAMENTO DO CDIO COM DIRETRIZES CURRICULARES DO BRASIL

As competências e habilidades a serem desenvolvidas em cursos de engenharia no Brasil de acordo com a Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2002) estão estabelecidas nas Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil:

I - Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;

II - Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;

IV - Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;

V - Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;

VI - Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

VII - Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;

VIII - Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

IX - Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

X - Atuar em equipes multidisciplinares;

XI - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XII - Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

XIII - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

XIV - Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.



Uma análise será feita entre o conjunto de 14 competências e habilidades estabelecidas nas Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil e os 19 resultados de aprendizagem especificados no segundo nível do CDIO *Syllabus*.

A Figura 1 apresenta uma correlação entre os dois modelos. Dois tipos de correlação são estabelecidos: forte, quando a correlação entre os dois modelos é explícita, e fraca, quando é possível identificar uma correlação, mas esta não é direta.

Figura 1 – Correlação entre Competências/Habilidades das Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil e Resultados de Aprendizagem do CDIO *Syllabus*.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1.1 Conhecimento fundamental de matemática e de ciências	O													
1.2 Conhecimento fundamental de engenharia	O													
1.3 Conhecimento avançado de métodos e ferramentas de engenharia	X													
2.1 Resolução de problemas através de raciocínio analítico	X				O									
2.2 Experimentação, investigação e descoberta do conhecimento	X	O												
2.3 Pensamento sistêmico			X					O						
2.4 Atitudes, pensamento e aprendizado														O
2.5 Ética, igualdade e outras responsabilidades											O			
3.1 Trabalho em equipe				X						O				
3.2 Comunicação									O					
3.3 Fluência em línguas estrangeiras									X					
4.1 Contexto social e ambiental em esfera global												O		
4.2 Contexto empresarial e organizacional			X											
4.3 Concepção e gestão de sistemas			O	X										
4.4 Projetar			O	X		O								
4.5 Implementar			X			O	X	X						
4.6 Operar			X			O	O	O						
4.7 Liderar empreendimentos de engenharia				O										
4.8 Empreendedorismo														X

Legenda: O: Correlação Forte

X: Correlação Fraca

Numa primeira análise, a principal diferença do CDIO *Syllabus* para o conjunto de competências e habilidades estabelecidas nas Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil, é o fato, do primeiro, ser muito mais detalhado, pois seu primeiro nível de quatro



categorias de resultados de aprendizagem desdobra-se em um conjunto de 19 competências e habilidades CDIO de segundo nível. E este segundo nível se desdobra em mais dois níveis, níveis estes que não estão sendo objeto de análise neste artigo.

A análise das correlações apuradas na Tabela 2 revela que, de um modo geral, as 19 competências e habilidades CDIO de segundo nível possuem uma boa correlação com o conjunto de 14 competências e habilidades nas Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil. É importante destacar que existe uma excelente correlação entre as características diferenciadoras do modelo CDIO, que são os resultados de aprendizagem pretendidos 4.3 a 4.6, e as competências estabelecidas nas Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil, pois foram apuradas sete correlações fortes e seis correlações fracas, o que revela uma boa inter-relação entre os dois modelos. Na realidade, apenas quatro das 19 competências e habilidades CDIO possuem correlações fracas com os das Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil: (1.3) - Conhecimento avançado de métodos e ferramentas de engenharia; (3.3) - Fluência em línguas estrangeiras; (4.2) - Contexto empresarial e organizacional; e (4.8) – Empreendedorismo. Portanto, de uma forma geral, a boa correlação existente entre os dois modelos, revela que o CDIO está alinhado com as exigências das Diretrizes Gerais para Cursos de Engenharia no Brasil e possibilitará ganhos significativos, pois explicita, num nível de detalhamento maior e mais significativo, o conjunto de competências e habilidades a serem desenvolvidos nos alunos de um curso de engenharia, no caso em questão, do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP.

4. O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA EEL-USP

A Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo possui seis cursos de Engenharia, dentre eles o de Engenharia de Produção, objeto de estudo deste artigo, que é um curso noturno, com duração de 6 anos e com uma carga horária máxima de 24 aulas semanais presenciais nos dois primeiros anos e 20 aulas semanais presenciais do terceiro ao sexto ano.

O curso tem como objetivo formar um engenheiro que deve ser um profissional generalista com sólida formação científica e profissional que o capacite a identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humanista em atendimento às demandas da sociedade. Complementarmente, esse profissional deve ser criativo e flexível, ter espírito crítico, iniciativa, capacidade de julgamento e tomada de decisão, ser apto a liderar e atuar em equipes multidisciplinares, ter habilidade em comunicação oral e escrita e saber valorizar a formação continuada.

4.1. Os pilares do curso

O curso tem como base filosófica, no seu projeto pedagógico, os quatro pilares da Educação propostos pela UNESCO (DELLORS et al., 1998). Pilares estes cuja finalidade é transformar alunos ingressantes em um curso de engenharia em engenheiros preparados para viver e trabalhar em sociedade. O primeiro pilar, *aprender a conhecer* envolve o aprender a pensar a realidade, a pensar o novo, a reinventar o pensar, a pensar e reinventar o futuro e está relacionado ao prazer da descoberta, da curiosidade, da busca da compreensão, da construção e da reconstrução de sólido conhecimento técnico. O segundo pilar, *aprender a fazer* oferece oportunidades de desenvolvimento de competências amplas para enfrentar o mundo do trabalho e está relacionado à competência pessoal que possibilita ao profissional trabalhar



coletivamente, adquirir qualidades para as relações interpessoais no trabalho, em detrimento da pura qualificação profissional. O terceiro pilar, aprender a viver junto oferece possibilidades para a compreensão do outro, para a busca do esforço comum e para a participação em projetos de cooperação com o outro. Por fim, o quarto pilar, aprender a ser integra os outros três pilares e cria condições para o desenvolvimento integral da pessoa com inteligência, sensibilidade, sentido ético, responsabilidade pessoal, espiritualidade, pensamento autônomo e crítico, criatividade, iniciativa e rigor científico.

4.2. Alinhamento filosófico do curso com CDIO

Como a base filosófica do curso está nos quatro pilares da Educação propostos pela UNESCO (DELLORS et al., 1998): aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver junto e aprender a ser, existe um alinhamento natural entre o curso e as quatro categorias de primeiro nível de resultados de aprendizagem do CDIO *Syllabus*, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Pilares da Aprendizagem da UNESCO x CDIO Syllabus.

Pilares da Aprendizagem UNESCO	CDIO Syllabus
Aprender a conhecer	Conhecimento científico e raciocínio lógico (Categoria 1)
Aprender a ser	Habilidades pessoais e profissionais (Categoria 2)
Aprender a viver juntos	Habilidades interpessoais: comunicação e trabalho em equipe (Categoria 3)
Aprender a fazer	Conceber, projetar, implementar e operar sistemas em um contexto empresarial, social e ambiental (Categoria 4)

O primeiro princípio da UNESCO está alinhado com as competências e habilidades da Categoria 1 do CDIO *Syllabus* e é o que se espera do ensino em qualquer um de seus níveis, ou seja, que o conhecimento técnico seja muito bem aprendido e assimilado pelos alunos durante seu curso. Isto é essencial, particularmente, na formação de excelentes engenheiros.

Os demais três pilares da UNESCO, alinhados com o conjunto de resultados de aprendizagem, desdobrados em competências e habilidades, das categorias 2, 3 e 4 do CDIO, são os diferenciais da formação de qualquer profissional, no caso específico, na formação de engenheiros. A adoção do CDIO permite que esforços possam ser concentrados, pelos gestores do curso, na formação de profissionais que sejam diferenciados em relação às suas competências pessoais (Aprender a ser - UNESCO), interpessoais (Aprender a viver juntos – UNESCO) e na construção de sistemas e produtos (Aprender a fazer – UNESCO).

4.3. O Currículo no curso da EEL-USP

O currículo do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP está organizado em três grandes áreas do conhecimento, que se desdobram em subáreas, que contêm um grupo de disciplinas comuns. As três grandes áreas do conhecimento são:

(i) - Ciências Fundamentais da Engenharia, que consiste no ensino das ciências básicas da engenharia acrescidas de Computação. Esta área do conhecimento desdobra-se nas subáreas de: Matemática, Física Básica, Física Aplicada, Química e Computação. Por exemplo, a subárea de Matemática é composta de oito disciplinas (Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Séries e Equações Diferenciais, Cálculo Numérico, Métodos de Matemática Aplicada) com uma carga horária média de 8 horas/semanas, distribuídas ao longo do primeiro e segundo ano do curso.



(ii) - Formação Profissionalizante, composto por conteúdos específicos de Engenharia de Produção, assim distribuídos: nos dois primeiros anos, estão as disciplinas introdutórias que compõe a subárea de Princípios Básicos de Engenharia de Produção; do terceiro ao quinto ano, as aplicações da Engenharia de Produção dividido em suas grandes áreas (Engenharia de operações e processos da produção, Logística, Pesquisa operacional, Engenharia da qualidade, Engenharia do produto, Engenharia organizacional, Engenharia econômica, Engenharia do trabalho e Engenharia da sustentabilidade) distribuídos em um conjunto de disciplinas. No sexto e último ano, duas disciplinas que visam a Integração do conhecimento em Engenharia de Produção (Monografia e Estágio).

(iii) - Formação Complementar, composto por conteúdos complementares técnicos e de humanidades. Esta área do conhecimento desdobra-se em: Formação Geral e Humanidades.

5. RESULTADOS DE APRENDIZAGEM

Os resultados de aprendizagem do segundo nível do CDIO foram analisados a luz das características técnicas específicas do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP. A tabela 3 apresenta o desdobramento dos resultados de aprendizagem do CDIO em resultados de aprendizagem adotados no curso de Engenharia de Produção, o que significa um *Syllabus* personalizado para a missão educativa particular deste curso.

Tabela 3 – Resultados de Aprendizagem.

CDIO (segundo nível)	Curso de Engenharia de Produção da EEL
1.1 Conhecimento fundamental de matemática e de ciências	Aplicar conhecimentos matemáticos (incluindo cálculo integral e equações diferenciais) em sistemas físicos e/ou químicos
1.2 Conhecimento fundamental de engenharia	Aplicar conhecimentos gerais de engenharia, tais como termodinâmica e fenômenos de transportes, em processos industriais.
1.3 Conhecimento avançado de métodos e ferramentas de engenharia	Aplicar conhecimentos técnicos especializados de engenharia de produção na concepção ou na melhoria contínua de sistemas básicos ou complexos de produção de bens e/ou serviços.
2.1 Resolução de problemas através de raciocínio analítico	Identificar problemas de engenharia a partir de sólida análise de dados, propor soluções viáveis e executáveis.
2.2 Experimentação, investigação e descoberta do conhecimento	Realizar experimentos e saber analisar dados, através de conhecimentos estatísticos, usando adequadamente o conhecimento científico e tecnológico para formular e/ou testar hipóteses.
2.3 Pensamento sistêmico	Ter visão sistêmica de cenários e sistemas produtivos
2.4 Atitudes, pensamento e aprendizado	Demonstrar iniciativa, flexibilidade, criatividade e criticidade, bem como identificar deficiências na própria formação e buscar aprendizagem contínua para superá-los.
2.5 Ética, igualdade e outras responsabilidades	Agir de forma responsável para reconhecer o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, econômico, ambiental e social.
3.1 Trabalho em equipe	Saber trabalhar em equipes multidisciplinares num ambiente competitivo e cooperativo, interagindo e respeitando diferentes valores, bem como estar apto a assumir responsabilidades e delegar tarefas.
3.2 Comunicação	Comunicar-se de forma eficaz (escrita e oral) em assuntos técnicos e não-técnicos, bem como formular e executar apresentações claras e assertivas.
3.3 Fluência em línguas estrangeiras	Empenhar-se na comunicação fluente em pelo menos um segundo idioma.
4.1 Contexto social e ambiental em esfera global	Assimilar os contextos sociais e ambientais em que os sistemas de produção são praticados e reconhecer o impacto de suas ações em um cenário global.

continua



continuação

4.2 Contexto empresarial e organizacional	Atuar em um ambiente empresarial complexo e possuir apurada visão de engenharia econômica para avaliar projetos de engenharia.
4.3 Concepção e gestão de sistemas	Saber conceber sistemas produtivos complexos de bens e/ou serviços, bem como saber como gerenciar tais sistemas.
4.4 Projetar	Projetar produtos e processos, utilizando de técnicas e ferramentas de engenharia.
4.5 Implementar	Implementar projetos, considerando o controle de custos, desempenho e segurança humana e ambiental.
4.6 Operar	Saber operar um processo durante seu ciclo de vida.
4.7 Liderar empreendimentos de engenharia	Liderar esforços para a busca de soluções inovadoras para desafios de processos, produtos ou organizações.
4.8 Empreendedorismo	Fomentar o espírito empreendedor através da identificação de oportunidades e da proposição de soluções focadas em engenharia e/ou tecnologia.

6. CONCLUSÃO

Um estudo de correlação foi feito entre os 19 resultados de aprendizagem do segundo nível do CDIO *Syllabus* e as 14 competências e habilidades das Diretrizes Curriculares de Cursos de Engenharia no Brasil. Apurou-se que os dois modelos possuem uma boa correlação, o que permite que os resultados de aprendizagem do CDIO possam ser adotados por cursos de engenharia no Brasil, como complemento e ampliação ao portfólio de competências e habilidades que constam nas Diretrizes Curriculares. Apurou-se também que existe um alinhamento entre as bases filosóficas do curso da EEL-USP com os quatro resultados de aprendizagem do primeiro nível do CDIO *Syllabus*. Conclui-se que a adoção do CDIO irá apoiar o desenvolvimento de experiências de aprendizagem adequadas aos alunos do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP o que possibilitará ganhos no processo e aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior, 2002. Resolução CNE/CES 11, de 11 de Março de 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf> Acesso em 14 mai. 2017.

CDIO. **The CDIO Initiative**. Disponível em: <http://www.cdio.org>.> Acesso 15 mai. 2017.

CRAWLEY, E.; LUCAS, W. A.; MALMQVIST, J., BRODEUR, D. R. **The CDIO Syllabus v2.0 an Updated Statement of Goals for Engineering Education**, 2011. Disponível em: www.cdio.org/files/crawleyetalcdiosyllabus2.0paper_29may2013.pdf Acesso em: 14 mai. 2017.

CRAWLEY, E., BRODEUR, D. The education of Future Aeronautical Engineers: Conceiving, Designing, Implementing and Operating, **Journal of Science Educational Technology**, p. 17:138-151, 2008.

CRAWLEY, E.; MALMQVIST, J.; OSTLUND, S.; BRODEUR, D. Eds. **Rethinking Engineering Education, The CDIO Approach**. New York: Springer, 2007, 279p.



DELLORS, J. et al. **Learning:** The Treasure Within, 1998. Disponível em:
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590eo.pdf>> Acesso em: 14 mai. 2017.

UNESCO. **Engineering:** Issues, Challenges and Opportunities for development, 2010.
Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf>> Acesso em:
14 mai. 2017.

LEARNING OUTCOMES INTENDED FROM AN INDUSTRIAL ENGINEERING COURSE ALIGNED WITH THE CDIO

Abstract: *The CDIO Initiative (Conceive - Design - Implement - Operate is a model for engineering education, the result of collaboration among 146 universities around the world. This model proposes a reform in engineering education, based on the definition of learning outcomes for the future engineers, considering the demands of the labor market. The purpose of this article is to present the learning outcomes intended for an engineering course aligned with the CDIO. The CDIO model is compared to the General Guidelines for Engineering Courses in Brazil and a synergy is found between the two models. Therefore, the learning outcomes intended for the students of the Industrial Engineering course of the Lorena School of Engineering of the University of São Paulo are presented.*

Key Words: *CDIO, Learning Outcomes, Industrial Engineering*