



## MOTIVAÇÃO E ETAPAS INICIAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ABORDAGEM CDIO NO IME

**André Luiz Tenório Rezende** – arezende@ime.eb.br  
Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais  
Praça General Tibúrcio, 80  
22290-270 – Rio de Janeiro – RJ

**Jorge Luís Rodrigues Pedreira de Cerqueira** – jlcerq@ime.eb.br  
Instituto Militar de Engenharia, Divisão de Ensino e Pesquisa  
Praça General Tibúrcio, 80  
22290-270 – Rio de Janeiro – RJ

**Waldemar Barroso Magno Neto** – barrosomagno@ime.eb.br  
Instituto Militar de Engenharia  
Praça General Tibúrcio, 80  
22290-270 – Rio de Janeiro – RJ

**Svante Gunnarson** – svante@isy.liu.se  
Linköping University, Department of Electrical Engineering  
SE-581 83 Linköping, Sweden

**Resumo:** *Este artigo descreve a motivação, o estado atual e as futuras ações de um processo de melhoria no ensino de engenharia no Instituto Militar de Engenharia. Incentivado pelo por quê e como mudar, o sistema CDIO foi escolhido, no final de 2014, como o cerne deste processo de melhoria. As atividades realizadas, o plano das novas ações e alguns questionamentos são apresentados neste trabalho.*

**Palavras-chave:** *Abordagem CDIO, Implementação, Competências CDIO.*

### 1. INTRODUÇÃO

O Instituto Militar de Engenharia (IME) é uma instituição de ensino superior do Exército Brasileiro. O Instituto tem uma história de pioneirismo no ensino de engenharia no Brasil e participou de alguns dos projetos nacionais de engenharia mais importantes.

O Instituto possui dez cursos de bacharelado em engenharia (Figura 1) com o objetivo principal de formar engenheiros para trabalhar no Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro e na sociedade civil.

O IME admite cem estudantes por ano e o exame de admissão é considerado um dos mais difíceis das Universidades de Engenharia do Brasil, com cerca de cinco mil candidatos, requerendo uma sólida base de conhecimento em matemática, física e

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





química. Cerca de 70% dos alunos do instituto são militares e o restante são estudantes civis. Os estudantes militares irão trabalhar nas organizações de engenharia do Exército Brasileiro após suas graduações.

Figura 1 – Cursos de graduação do IME.



Desde de 2012, um projeto de transformação para o Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro está em execução, criando uma oportunidade para o IME iniciar uma reflexão para melhorar e adaptar a formação do engenheiro ao o novo Sistema de Ciência e Tecnologia. Em paralelo a isso, nos últimos anos, houve um aumento de alunos solicitando mudanças relacionadas ao grande número de atividades teóricas em IME.

Em 2010, uma nova atividade foi incluída no currículo do IME, aumentando a procura. Os alunos do quarto ano do IME começaram a participar de intercâmbios internacionais, criados diretamente pelo IME ou por programas educacionais do governo brasileiro, como o Programa Sem Fronteiras (Governo Brasileiro, 2015).

Estes intercâmbios permitiram aos alunos do IME participarem de seis meses de curso em alguns conceituados institutos internacionais de engenharia, como a Academia Americana de West Point, Instituto Tecnológico de Massachusetts, Universidade Tecnológica de Michigan, Universidade de Cambridge e Paris Tech. O resultado do desempenho dos alunos em todas as universidades tem sido excelente. Esta atividade, além de proporcionar uma excelente experiência de aprendizagem para os alunos, produziu uma modificação na percepção da relação dos estudantes do IME com o que viram durante seus intercâmbios e como se vive no IME. Os alunos que retornaram de intercâmbios internacionais estão muito motivados, mas começam a comparar isso com a estrutura do IME.

Desta forma, fundamentado no por quê e como mudar, e após visitar muitas universidades internacionais e analisar todas as possibilidades, foi escolhido que seria introduzido o sistema CDIO no currículo do IME, como cerne deste processo de melhoria.

Organização



Promoção

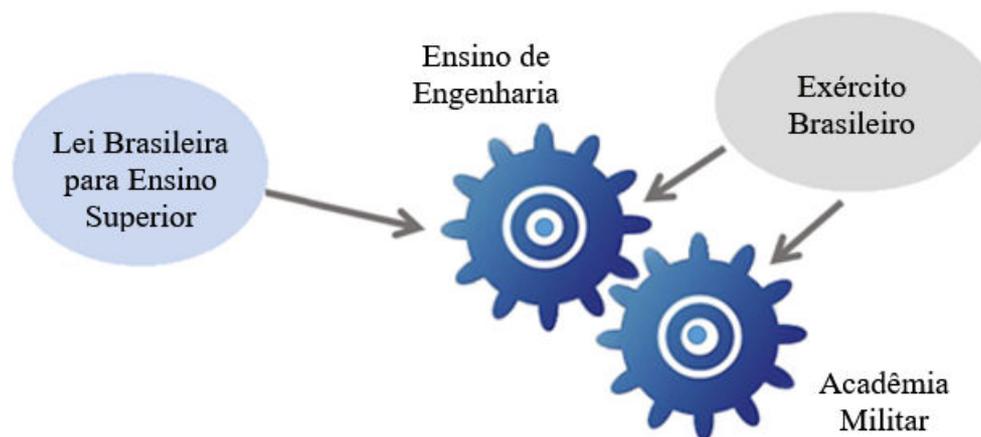




## 2. ENSINO DE ENGENHARIA NO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

O IME é simultaneamente uma escola de engenharia e uma academia militar (figura 2). Como uma escola de engenharia, ele deve cumprir as normas estabelecidas pelo governo brasileiro assim como todos os programas de bacharelado em engenharia no Brasil.

Figura 2. Sistema acadêmico do IME



Em poucas palavras, todos os programas de graduação em engenharia devem ter 3600 horas de atividades acadêmicas e cinco anos para graduação (Governo do Brasil, 2007).

No IME, o currículo de engenharia é estruturado em dez semestres. Os quatro períodos iniciais, chamados de anos básicos, são iguais para todos os cursos. Somente após esses quatro períodos o aluno escolhe o respectivo curso de engenharia. Os cursos têm 3.800 a 4.000 horas de atividades para o ensino de engenharia. Apesar deste número, a maior parte das atividades de ensino é teórica, principalmente com um grande número de palestras.

Além do ensino de engenharia, assim como na academia militar, os alunos militares têm mais 1.900 horas relacionadas às atividades militares de ensino. Essas atividades são dispersas por quatro anos, apesar de serem mais concentradas nos dois primeiros anos e cumprirem as exigências do Exército Brasileiro. Verifica-se na Figura 3 a estrutura curricular do IME.

Organização

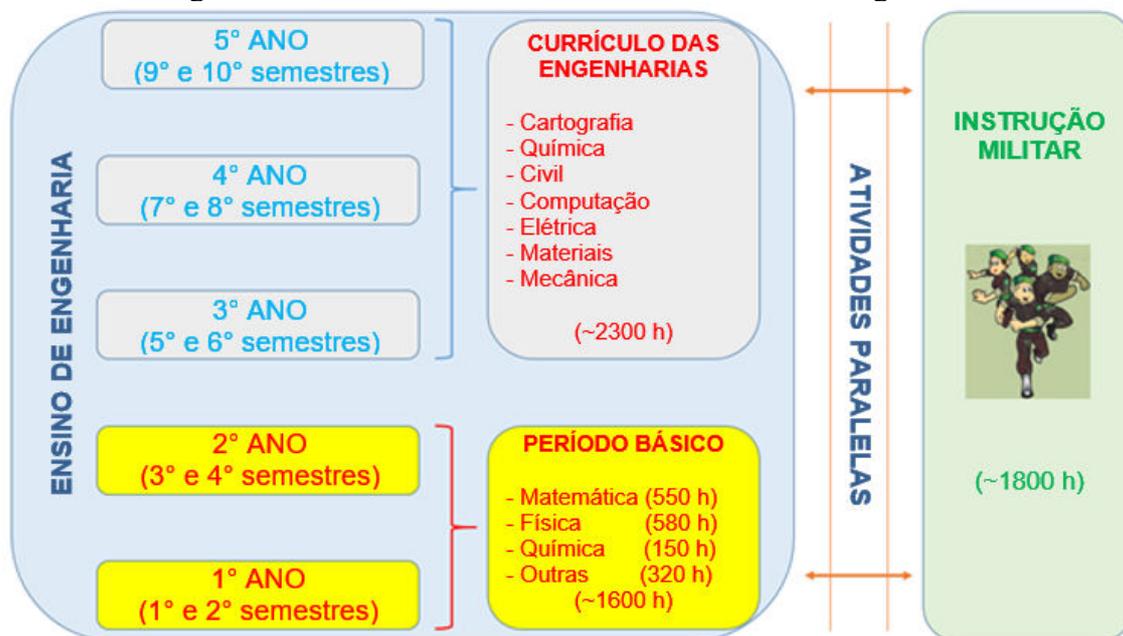


Promoção





Figure 3. Estrutura curricular do Instituto Militar de Engenharia



### 3. CONCEITOS DO CDIO

A Iniciativa CDIO é uma colaboração internacional com o objetivo de desenvolver e melhorar o ensino em engenharia. A iniciativa iniciou em 2000, e começou em três universidades na Suécia (Real Instituto de Tecnologia - KTH, Instituto de Tecnologia de Chalmers - Chalmers, e Universidade de Linköping - LiU) e MIT nos EUA. Ao longo dos anos, aumentou o número de universidades que aderiram à iniciativa. Atualmente, existem mais de 120 universidades colaboradoras em todo o mundo. A Iniciativa CDIO é uma comunidade que partilha experiências e aprendizados. Uma visão geral da Iniciativa CDIO pode ser encontrada por meio do site na internet (CDIO Initiative, 2017).

Crawley et al (2014) explica detalhadamente a abordagem CDIO para o ensino de engenharia e mostra os principais resultados das atividades no âmbito da Iniciativa. A abordagem CDIO é baseada em dois documentos fundamentais, CDIO Syllabus e o CDIO Standard. O primeiro documento, o CDIO Syllabus, pode ser visto como uma especificação do conhecimento e habilidades de um engenheiro em graduação, e está estruturado em quatro seções principais:

- Conhecimento básicos e específicos;
- Habilidades e atributos pessoais e profissionais;
- Habilidades interpessoais: trabalho em grupo e comunicação; e
- Conceber, projetar, implementar e operar sistemas na empresa, no contexto ambiental da sociedade, envolvendo o processo de inovação.

O segundo documento, o CDIO Standard, especifica as condições desejadas de um curso de engenharia, e consiste em doze normas que definem as características almejadas a partir de diferentes pontos de vista.

Organização



Promoção





#### 4. POR QUÊ E COMO MELHORAR O PROCESSO DE ENSINO NO IME

A primeira pergunta que surgiu foi por quê uma instituição que obtém excelentes resultados nos exames nacionais e é reconhecida como uma das melhores faculdades de engenharia no Brasil deve mudar. As razões estão diretamente relacionadas com a motivação dos alunos e a mudança no sistema C&T no Exército Brasileiro.

Diante deste cenário, no início de 2014, um programa de melhoria no processo de ensino de engenharia no IME foi iniciado. O sistema CDIO (Crawley et al., 2014) foi selecionado no final de 2014 como uma forma de alcançar os objetivos do programa.

Esta abordagem foi escolhida com base no alinhamento entre as transformações que se pretende e o CDIO, como mostrado a seguir por alguns exemplos:

- O conceito de que o ensino de engenharia deva ser concentrada em fundamentos, mas com um contexto dos sistemas de conceber, projetar, executar, operacionalizar e produto (Visão CDIO e Standards 1 CDIO);
- Criação de novas oportunidades para o aluno realizar mais práticas de engenharia nas atividades acadêmicas, como elaboração de sistemas de engenharia, trabalhos com melhor elaboração e cursos de ensaio para os projetos construídos (Standards 4, 5 e 8 do CDIO) (Svensson & Gunnarsson, 2005) (Svensson & Gunnarsson, 2012);
- Implementação de treinamentos para os professores e melhoria em novas metodologias de ensino, incentivando a utilização de mais atividades práticas de ensino (Standards 8, 9 e 10 do CDIO);
- Inclusão de aprendizagem integrada, o que significa experiência de aprendizagem onde o conhecimento teórico e habilidades profissionais são obtidos simultaneamente (Standard 3 do CDIO);
- Implementação do conceito construtivo alinhado (Biggs, 1996) como um modelo para o projeto de cursos, como também a execução de uma revisão dos resultados de aprendizagem pretendidos e o currículo dos cursos (CDIO Syllabus, CDIO Standard 2, 3 e 12) (Bankel et. All, 2005); e
- Introdução de conceitos de inovação e tripla hélice (Ranga & Etzkowitz, 2013) como parte do conhecimento, habilidades e comportamento dos alunos (CDIO Syllabus).

Outro ponto importante é o processo de melhoria de ensino que tem algumas mudanças:

- Como o IME pode mudar sem perder a excelência já alcançada?
- Como o IME pode mudar e, simultaneamente, cumprir com as normas do Ministério da Educação e Exército Brasileiro?

Organização



Promoção





As respostas a estes questionamentos podem ser obtidas também na abordagem CDIO. O CDIO é um modelo de referência e não um padrão rígido a ser seguido (Crawley et al., 2014). Assim, a abordagem CDIO pode ser adaptada as Leis do Ensino Superior do Brasil e as normas acadêmicas específicas de uma escola militar.

## 5. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA CDIO

Algumas etapas do processo de transformação foram tomadas de acordo com a sugestão da Iniciativa CDIO (Crawley et al., 2014).

Nos anos de 2014 e 2015, o Comando do IME visitou duas Universidades na Suécia e uma nos Estados Unidos, que começaram o desenvolvimento e a implementação do CDIO. As instituições de ensino visitadas foram a Universidade de Linköping (LiU), o Real Instituto de Tecnologia (KTH) e o Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), respectivamente, em Linköping, Stockholm e Massachusetts. O objetivo destas visitas era ter o primeiro contato com a implantação e verificar dos primeiros resultados do CDIO.

No início de 2015, o professor Svante Gunnarsson (LiU) foi convidado para fazer uma apresentação sobre CDIO no IME. Nesta apresentação, além da abordagem dos conceitos do CDIO, foram mostradas algumas ferramentas pedagógicas, exemplos e experiências relacionadas à abordagem CDIO na Universidade de LiU.

Como resultado do contato direto com a Universidade LiU, após a palestra no Brasil, foi planejado um intercâmbio de professor do IME por seis meses na Universidade de Linköping. Esta troca teve o objetivo de dar mais experiência e conhecimento para os professores do IME na implementação do CDIO e em metodologias de ensino e aprendizagem no Ensino Superior. Este intercâmbio de dois professores de IME ocorreu de setembro de 2015 a março 2016.

No intercâmbio, as atividades foram relacionadas no conceito do CDIO e a respectiva implementação, que ocorreu na Universidade de LiU, em Linköping. Em paralelo, as atividades de ensino e aprendizagem na área de educação superior foram realizadas por meio de um curso no Real Instituto de Tecnologia (KTH), em Estocolmo.

Além disso, o IME enviou três professores em 2014 e mais três em 2015 para participar do "Curso de Gestão de Inovação Executivo CISB". O CISB é um centro de pesquisa e inovação entre Suécia-Brasil (CISB, 2016) e este curso é oferecido pelo Exército Brasileiro desde 2013.

Finalmente, foram organizados, em 2015 e 2016, dois eventos de nominados "Seminário de Integração entre IME e Indústria da Defesa Brasileira". Um dos objetivos deste seminário, que está conectado com a melhoria do ensino, foi a definição de temas para Projetos Finais de Graduação, que poderiam contemplar os interesses da indústria. O 3º Seminário está previsto para 2017.

## 6. AÇÕES REALIZADAS

A fim de criar um ambiente favorável para mudanças e um compromisso entre os membros do IME, foram realizados seminários para divulgação do contexto do CDIO (CDIO Standard 1). Outra ação iniciada, foi o desenvolvimento pedagógico dos docentes (CDIO Standards 9 e 10), por meio de oficinas para mostrar novas metodologias e conceitos em educação. Também foi planejado uma disciplina de Introdução à Engenharia no primeiro ano (CDIO Standard 4), que afetará todos os programas.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





A implementação do CDIO no IME iniciou com os Programas de Engenharia Mecânica, com uma avaliação completa, relacionando ao currículo do programa, o espaço de trabalho e os métodos de ensino e aprendizagem.

Está previsto, após o benchmarking do currículo, uma definição dos resultados de aprendizagem associados às habilidades (delineadas no CDIO Syllabus) e o conhecimento esperado de um engenheiro mecânico e as habilidades associadas ao conceito inovador de Transformação do Exército Brasileiro. Cada processo de avaliação comparativa será precedido por um processo de melhoria: a melhoria do currículo do programa, a fim de introduzir o conceito de Curriculum Integrado no programa e realizado em um mapeamento de curso do programa (CDIO Standard 3); a melhoria das atividades e metodologias de ensino, que introduz novas metodologias de aprendizado (CDIO Standard 7 e 8); novos métodos de avaliação, alinhados com as leis brasileiras, devem ser realizados (CDIO Standard 11); e o projeto de melhoria do espaço de trabalho usará espaços existentes e haverá mudanças prioritárias que poderiam produzir efetividade, confiabilidade e visibilidade no processo de transformação (CDIO Standard 6).

Para melhorar ainda mais o currículo de Engenharia Mecânica, serão apresentados duas disciplinas de projetos. Estas disciplinas ocorrerão nos terceiro e quinto anos e complementarão o curso de engenheiro do primeiro ano nas experiências de design-build-implemment (CDIO Standard 5).

## 7. CONCLUSÃO

Este artigo descreveu a motivação do IME para implementar um processo de melhoria em seu ensino de engenharia, através da adoção da abordagem CDIO e novas metodologias de ensino e aprendizagem. Foi apresentada o atual estágio do ensino de engenharia no IME e os motivos do porquê e de como mudar. As etapas que foram realizadas até 2016 foram discutidas e as novas ações relacionadas à adaptação e implementação do CDIO no IME foram apresentadas. Espera-se que, com essas novas ações, a implementação da estrutura CDIO seja bem sucedida no IME e que permitirá, gradualmente, a melhoria de todo o programa de ensino de engenharia e a graduação de engenheiros mais capazes no trabalho prático de engenharia. Por fim, pretende apresentar o Instituto Militar de Engenharia na comunidade CDIO, através da participação de professores em reuniões e conferências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGGS, J. Enhancing teaching through constructive alignment, Higher Education, v. 32, p. 347-364, 1996.

The CDIO Initiative. Disponível em: <<http://www.cdio.org/>> . Acesso em: 25 jan. 2017.

CISB, Swedish-Brazilian Research and Innovation Centre. Disponível em: <<http://www.cisb.org.br/>> . Acesso em: 25 jan. 2016.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





Crawley, E. F.; Malmqvist, J.; Östlund, S.; Edström, K. (2014). Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach. Ed. Springer: New York, 2014.

Kotter, J. P. Leading change: Why transformation efforts fail. Ed. Harvard Business, 1995.

Ranga, M.; Etzkowitz, H. Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society. *Industry & Higher Education*, v. 27, n. 3, p. 237-262, 2013.

Svensson, T.; Gunnarson, S. Using a project model for assessment of CDIO Skills. *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Annual CDIO Conference*. Ontario, Canada, 2005.

Berggren, K.F; Gunnarson, S.; Svensson, T.; Wiklund, I. Redesign of the Applied Physics and Engineering in program at Linköping University According to CDIO. SEFI, Ankara, Turkey, 2005.

Berggren, K.F; Gunnarson, S.; Svensson, T.; Wiklund, I. Development of the Applied Physics and Engineering (Y) program at Linköping University through the Participation in the CDIO Initiative. 8<sup>o</sup> UICEE Annual Conference on Engineering Education, Kingston, Jamaica, 2005.

Svensson, T.; Gunnarson, S. A Design-Build-Test course in electronics based on the CDIO framework for engineering education. *International Journal of Electrical Engineering Education*, v. 49, n. 4, 2012.

Karlsson, R.; Törnqvist R.; Hansson, A.; Gunnarsson, S. Automatic control project course: A positioning and control application for an unmanned aerial vehicle. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, v. 5, 2006.

Svensson, T.; Krysanter, C. Project model LIPS. Ed. Studentlitteratur, 2011.

Organização



Promoção

