

Sessão Especial – Projetos CAPES - Fulbright

PROJETO INSTITUCIONAL DE MODERNIZAÇÃO (PIM) DA EN-  
GENHARIA ELETRÔNICA DA UNIFEI

INSTITUTIONAL MODERNIZATION PROJECT (PIM) OF THE  
UNIFEI ELECTRONIC ENGINEERING

**Nome:** Rodrigo M A Almeida, Giscard F.C. Veloso, Danilo H Spadoti,  
Luis Henrique C. Ferreira, Egon L. Müller, Rondineli R. Pereira, Luiz L.G.  
Vermaas

rodrigomax@unifei.edu.br, giscard@unifei.edu.br, spadoti@uni-  
fei.edu.br, luis@unifei.edu.br, egon@unifei.edu.br, rondineli@uni-  
fei.edu.br, lenarth@unifei.edu.br

UNIFEI, IESTI

**Resumo:** Este trabalho apresenta o desenvolvimento do projeto ins-  
titucional de modernização (PIM) da engenharia eletrônica realizado na  
Universidade Federal de Itajubá. Este processo é motivado, além do PIM,  
pela modificação nas diretrizes nacionais curriculares (DCN), pelos requi-  
sitos do plano nacional de educação (PNE) mas, principalmente, pela ne-  
cessidade de adequação do curso às novas realidades de ensino e  
aprendizagem em engenharia. O desenvolvimento do projeto pedagógico  
do curso (PPC) ainda está em curso, mas os resultados parciais são  
apresentados neste documento. Também, é apresentada uma breve in-  
trodução à três ferramentas/metodologias que serviram como base do  
processo de construção do PPC: o framework CDIO (conceive, design,  
implement, operate), a Taxonomia Revisada de Bloom (TRB) e a meto-  
dologia PETRA de aprendizagem.

**Abstract:** This paper presents the development of the electronic en-  
gineering institutional modernization project (PIM) carried out at the Fed-  
eral University of Itajubá. In addition to PIM, this process is motivated by  
the modification of the National Curriculum Guidelines (DCN), the require-  
ments of the National Education Plan (PNE), but mainly by the need to  
adapt the course to the new realities of engineering teaching and learning.  
The development of the pedagogical project (PPC) is still ongoing, but  
partial results are presented in this document. Also, a brief introduction to  
the three tools/methodologies that served as the basis of the PPC con-  
struction process is presented: the CDIO framework (conceive, design,  
implement, operate), Bloom's revised taxonomy and the PETRA learning  
methodology.

## PROJETO INSTITUCIONAL DE MODERNIZAÇÃO (PIM) DA ENGENHARIA ELETRÔNICA DA UNIFEI

### 1 Introdução

O engenheiro eletrônico é o profissional capacitado a atuar nas diversas áreas que compõem o campo da Engenharia Eletrônica. Atualmente sua principal atribuição é o desenvolvimento de projetos que envolvem hardware e software. No entanto, o desenvolvimento de um produto eletrônico demanda tempo e uma grande quantidade de conceitos que vem evoluindo constantemente, como: eletrônica digital, analógica e potência, instrumentação, compatibilidade eletromagnética, protocolos de comunicação e programação de microcontroladores.

Em termos de requisitos legais, o MEC apresenta no plano nacional de educação (Brasil, 2014) propostas que tem impacto direto nas grades dos cursos, em especial a obrigatoriedade de atividades de extensão.

Em abril de 2019 foi homologado o parecer das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia (CNE, 2019). A nova proposta estabelece a migração de uma estrutura baseada em conteúdo para uma voltada à competência.

Considerando essas questões, percebe-se a necessidade de atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC). Procurando experiências de sucesso na própria universidade, foi decidido utilizar o modelo PETRA (VERMAAS, 1998) e as experiências com aprendizagem baseada em projeto (PBL) (ALMEIDA, 2014) para nortear esse processo.

### 2 Histórico e Análise do curso de Engenharia Eletrônica da Unifei

A graduação em engenharia eletrônica começou em 2010, com os primeiros formandos em 2014. Com o objetivo de evitar os problemas apresentados pelas metodologias e grades tradicionais, o curso foi concebido com uma abordagem de metodologia ativa focada em PBL.

A metodologia PBL é utilizada em maior profundidade do quinto ao oitavo semestre, com quatro disciplinas dedicadas. Duas são voltadas para o desenvolvimento e produção de um produto eletrônico. A terceira é sobre a área de instrumentação analógica e a quarta telecomunicações.

A evasão do curso chegou à 45% no primeiro ano. Ela começou a cair a partir de 2013, primeiro ano que as disciplinas em PBL foram ministradas, chegando a um valor médio de 11%.

Quanto à taxa de sucesso (quantidade de alunos formados), ela vem subindo de 3% em 2014, primeiros formandos, para a marca de 84% em 2017, condizendo com as baixas taxas de evasão observadas.

Visando relacionar essas taxas com as metodologias utilizadas no curso, é feita uma pesquisa anual. A maioria dos alunos responderam

que gostaram das disciplinas com PBL (91%) e que acharam o projeto desenvolvido interessante (90%). Perguntados se elas os ajudaram em sua formação como engenheiro, apenas um estudante não concordou.

Com relação à redução da evasão, os resultados foram positivos. Quase 38% concordaram que PBL foi fator decisivo para a sua permanência no curso. Nove alunos afirmaram estar dispostos a deixar o curso, mas mudaram de ideia depois da disciplina.

Entre as universidades brasileiras, o curso foi uma das primeiras iniciativas a ter uma abordagem de PBL inserida formalmente no currículo de graduação, dedicando inicialmente na grade de 2010 três disciplinas especificamente para esta metodologia (ALMEIDA, 2014).

### 3 Abordagem na geração do projeto pedagógico

O novo PPC está ainda em desenvolvimento, mas já é possível identificar e apresentar a estrutura metodológica utilizada até agora. Três conceitos formam a base do processo:

- A utilização da estrutura de competências do CDIO (CRAWLEY, 2001) – adaptando-a para as novas DCN (CNE, 2019)
- A definição do nível das competências baseadas na taxonomia revisada de Bloom (TRB) (ANDERSON 2001)
- A estruturação do incremento da responsabilidade do aluno através da abordagem PETRA (VERMAAS, 1998).

A Figura 1 apresenta uma proposta de modelo simplificado de PPC baseado nas novas DCN. Esta possui, no Capítulo 3, as definições e requisitos para o desenvolvimento do PPC de um curso. A seção em cinza apresenta todos os requisitos textuais apresentados pela diretriz.

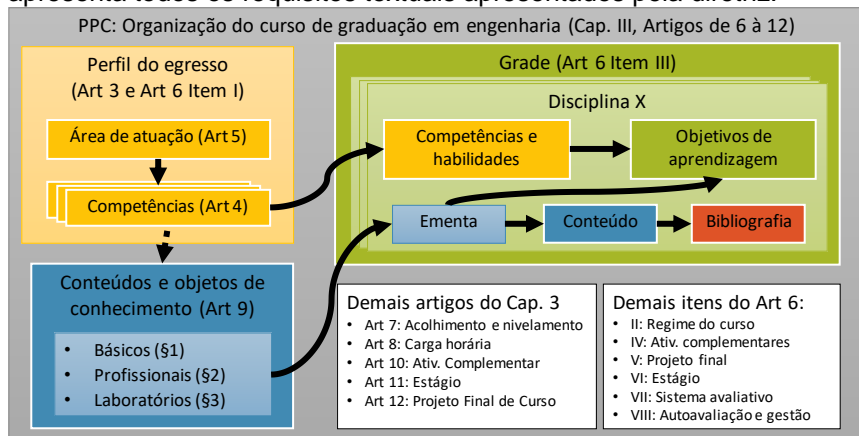


Fig. 1. Proposta de organização do PPC segundo as novas DCN

A seção em amarelo abrange a definição do perfil do egresso, com a área de atuação e as competências gerais. Nas competências gerais, a norma define um conjunto de 8 competências obrigatórias, ao mesmo tempo delega ao núcleo docente estruturante (NDE) a definição de competências extras, contemplando as áreas específicas para o perfil do egresso desejado.

A seção em azul apresenta os conteúdos obrigatórios. Duas mudanças são observáveis para as novas DCN: 1) a lista dos conteúdos básicos sofreu algumas modificações, perdendo a obrigatoriedade de 30% da carga do curso; 2) a inexistência de uma lista de conteúdos para as disciplinas profissionalizantes, ficando a cargo do NDE sua a definição.

Nesta proposta, a definição de cada disciplina deverá então: 1) atender a pelo menos um conteúdo (que será explicitado em sua ementa) e 2) colaborar com a formação de pelo menos uma competência do aluno (explicitado na seção de competências e habilidades). Os objetivos de aprendizagem devem compatibilizar a competência esperada com a ementa a ser ministrada. Este processo é apresentado na seção verde.

Para a definição das listas de competências, foi utilizado como base o framework apresentado pelo CDIO. As 8 competências obrigatórias apresentadas pelas DCN, adicionadas de 4 competências técnicas (Desenvolvimento de Hardware, Programação de Dispositivos, Instrumentação e Conectividade) foram classificadas nas áreas do CDIO. A definição destas competências técnicas teve o suporte de duas pesquisas de opinião, uma com ex-alunos, e uma com profissionais da área de desenvolvimento de sistemas eletrônicos. A estrutura final aprovada pelo NDE é apresentada no Quadro 1.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1 Conhecimento técnico<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Matemática, Física e Química (competência 2 do art. 4 das DCN)</li><li>1.2. Desenvolvimento de Hardware (definida pelo NDE)</li><li>1.3. Programação de Dispositivos (definida pelo NDE)</li><li>1.4. Instrumentação (definida pelo NDE)</li><li>1.5. Conectividade (definida pelo NDE)</li></ol></li><li>2 Competências e habilidades pessoais e profissionais<ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Gestão de Projeto (competência 4 do art. 4 das DCN)</li><li>2.2. Legislação / Ética (competência 7 do art. 4 das DCN)</li><li>2.3. Auto Aprendizado (competência 8 do art. 4 das DCN)</li></ol></li><li>3 Competências interpessoais: trabalho em equipe e comunicação<ol style="list-style-type: none"><li>3.1. Comunicação (competência 5 do art. 4 das DCN)</li><li>3.2. Trabalho em Equipe (competência 6 do art. 4 das DCN)</li></ol></li><li>4 Conceber, desenvolver, implementar e operar sistemas social e empresarialmente<ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Usabilidade (competência 1 do art. 4 das DCN)</li><li>4.2. Projetar (competência 3 do art. 4 das DCN)</li></ol></li></ol> |
|--|

Quadro 1 – Competências definidas para engenharia eletrônica da Unifei

O segundo conceito utilizado na criação do PPC pelo NDE é a TRB (ANDERSON, L.W. et al. 2001). Trata-se de uma metodologia para especificar os resultados de aprendizagem esperados de acordo com o nível de complexidade e de abstração estabelecidos. Desta forma, os objetivos educacionais podem ser melhor estabelecidos quanto à profundidade da competência que se espera que o aluno adquira. Se isto for bem definido, a organização das disciplinas, módulos ou trilhas de aprendizado fica melhor estruturada, facilitando a implementação e a avaliação.

Utilizar a TRB na definição do nível de exigência para cada uma das competências permite explicitar de modo mais objetivo o perfil do profissional, definindo não só as áreas de atuação mas também o tipo de atividades que o egresso poderá realizar em cada uma destas áreas.

Cada uma das competências do quadro 1 foi classificada como uma forma geral de objetivo educacional. Para se definir o nível de exigência, cada a área foi subdividida em competências específicas e estas classificadas sob a TRB. em Por exemplo, da área técnica '1.2 - Desenvolvimento de Hardware' foram levantadas 7 competências específicas; uma delas, 'circuitos elétricos', foi classificada pelo NDE na coluna 4 (Analisar) linha B (Conceitual). Este processo foi repetido para as 6 demais competências e as classificações agrupadas para formar o requisito para a área 1.2. O resultado para cada uma das subáreas do item 1 é apresentado na Figura 2.

	1 Lembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
D Metacognitivo						
C Procedural				1.3 Progr. de dispositivos		1.2. Desenvolv. de HW
B Conceitual			1.1 Mat. Fis. Quim.		1.4 Instrument. 1.5 Conect.	
A Factual						

Fig.2. Definição do nível esperado para as competências técnicas

A mesma análise foi realizada para as competências não técnicas (áreas 2, 3 e 4 do quadro 1), cujo resultado está na Figura 3.

O fato das categorias na tabela de taxonomia estarem organizadas numa escala de complexidade e abstração pode conferir a elas um tipo



de hierarquia. Deste modo, um objetivo classificado na célula 4-B, requer que o discente passe por todas as etapas anteriores. Isto pode ser traduzido na distribuição de objetivos instrucionais entre disciplinas, módulos ou trilhas de aprendizado, de forma que não haja saltos de complexidade, ou redundância não intencional entre disciplinas.

	1 Relembrar	2 Entender	3 Aplicar	4 Analisar	5 Avaliar	6 Criar
D Metacognitivo					2.3 Auto aprendizado	
C Procedural			3.1 Comunicação	4.1 Usuário		4.2 Projetar
B Conceitual			2.2 Ética /Legislação		2.1 Gestão 3.2 Trab. Equipe	
A Factual						

Fig.3. Definição do nível esperado para as competências gerais

Por fim o último dos três pilares utilizado para definição da estrutura do curso é a metodologia PETRA (VERMAAS, 1998). Esta metodologia preconiza duas abordagens: projeto e transferência. Neste contexto, projeto é entendido como uma tarefa, com graus variados de complexidade e de difícil solução, enquanto que transferência significa a aplicação de conhecimentos, habilidades e atitudes já aprendidos a situações novas.

Desta forma são definidos quatro níveis: (A) reprodução, (B) reorganização, (C) transferência e (D) resolução de problemas. O aluno passa progressivamente por cada uma destas etapas à medida que sua responsabilidade no aprendizado cresce, conforme Figura 4.



Fig.4. Responsabilidades de alunos e professores no PETRA

As disciplinas iniciais serão modeladas de acordo com a primeira camada do PETRA com abordagem similar ao método tradicional de ensino. À medida que o aluno avança em uma área ou trilha as disciplinas serão alocadas em camadas superiores, aumentando sua responsabilidade no aprendizado. A última camada compreende a utilização de disciplinas com metodologia PBL, onde o aluno desenvolverá a capacidade de resolução de problemas em um projeto prático. Esta abordagem reduz o impacto da metodologia PBL à medida que leva o aluno gradativamente a aumentar sua responsabilidade no processo de aprendizado.

#### 4 Considerações finais

A mudança de uma estrutura baseada em conteúdo para um currículo baseado em competências deve, antes de tudo, definir o perfil do egresso, tanto em áreas de conhecimento quanto em profundidade de exigência em cada uma destas áreas. Para isto, a estrutura do CDIO e a TRB se mostram ferramentas muito interessantes e práticas. Por fim, o escalonamento das disciplinas ao longo do curso pode se beneficiar da metodologia PETRA para incrementar gradativamente o nível de responsabilidade do aluno no processo de aprendizado.

#### 5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com financiamento do Projeto Institucional de Modernização, no âmbito do Programa Capes PMG - EUA, processo nº 88881.302193/2018-01, e da Comissão Fulbright Brasil. Também houve colaboração dos NDE's da ELT, ECA, ECO e EEL.

#### 6 Referências

- ALMEIDA R.M.A. RODRIGUES R.P., FERREIRA Filho J.A., MULLER E.L. Problem based learning methodology applied on teaching electronic products development, Proceedings of Active Learning for Engineering Education, Editora Abenge 2014
- ANDERSON, L.W. et al. A taxonomy for learning, teaching and assessing – a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Abridged edition. Longman, 2001.
- BRASIL. Lei Nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação - PNE, Brasília, DF, junho 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm)>.
- CNE, Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019, Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. DOU nº 80, 26.4.2019, p.43
- CRAWLEY, Edward F. The CDIO syllabus: a statement of goals for undergraduate engineering education. Cambridge, MA: MIT, 2001.
- VERMAAS, L.L.G.; CREPALDI, P.C.; FOWLER, F.R. Teaching, Learning and Evaluation Techniques in the Engineering Courses. Annual Meeting of the International Conference on Engineering and Education, Rio de Janeiro, Brazil, August 17-20, 1998.