

A nova estrutura curricular para o ensino de Engenharia Civil na Poli-USP

JOSÉ TADEU BALBO – PROFESSOR | CHEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSINO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

I. INTRODUÇÃO

Em outubro de 2016, durante o 58º Congresso Brasileiro do Concreto, ocorreu o I Seminário sobre o Ensino de Engenharia Civil, realizado conjuntamente pelo IBRACON e o Instituto IDD, tendo contado com apoio institucional da ALCONPAT, da ABENGE, do Instituto Ermínia Sant’Ana e da PhD Engenharia, quando tivemos a oportunidade de apresentar conferência versando sobre “*Competências dos egressos da Escola Politécnica da USP: bases conceituais para uma nova estrutura curricular em engenharia civil*”.

Na realidade, o processo de modificação curricular com ampla discussão de competências e de participação do discente em sua própria formação envolve todas as habilitações em engenharia da Escola Politécnica da USP (EPUSP), de modo sistemático e coletivo. Dentro das limitações de extensão para o texto, apresenta-se aqui a nova estrutura curricular do Curso de Engenharia Civil, sendo que os aspectos políticos e pedagógicos (sumarizados) que a contornam são disponíveis no didático documento preparado pelo corpo discente para a matrícula de ingressantes nas diversas habilitações (http://cecpoliusp.com.br/pdf/Guia_de_Matricula_EC3.pdf) ou mais detalhadamente no documento “Projeto

Político Pedagógico – Estrutura Curricular 3 – Versão 2014 – Habilitação em Engenharia Civil” da Comissão de Coordenação de Curso da Engenharia Civil (http://ec3.polignu.org/wp-content/uploads/2013/04/B_EngCivil_1_PPP-Eng-Civil-EC3-2014-Vers%C3%A3o-Entregue.pdf). Não serão tratados aqui os amplos aspectos de psicologia da educação que nortearam os trabalhos para o desenvolvimento da EC-3, bastando nos referir aos princípios básicos propostos por Benjamin S. Bloom (Taxonomia de Bloom), psicólogo da educação americano.

2. OS QUESTIONAMENTOS E DEBATES ANTERIORES À NOVA ESTRUTURA

Testemunhando como docente da EPUSP há quase três décadas, em comunhão com o colegiado de professores, por muitas vezes surgiram debates dispersos no corpo docente sobre se o curso de fato dá conteúdo moderno e sólido para o estudante que se insere em um mercado de trabalho muito mais amplo que no passado, vindo a exercer funções que transcenderiam o ensino formal de engenharia. Esse tipo de questionamento pode ser salutar em um ambiente acadêmico de ensino onde, anualmente, grandes instituições financeiras realizam pro-

vas de seleção para programas *trainee* de engenheiros júniores. Natural, então, emergir das discussões a necessidade (ou não) de futuros engenheiros cursarem *Marketing*, Comunicação, Relações Humanas, Relações de Trabalho, Contratos Empresariais, Economia Financeira, Macroeconomia, por aí a fora.

Será que de fato introduzir conteúdos desse tipo em cursos de engenharia em detrimento de demais conteúdos básicos e tecnológicos faria sentido? É real que esse tipo de crítica construtiva às “lacunas” de um curso em uma era moderna vinha também do setor produtivo?

Por outro lado, as críticas de alunos eram mais difusas quanto aos conteúdos (na maioria das vezes, os alunos de engenharia ingressam nos cursos sem ter um conhecimento mais sólido sobre o que realmente o curso oferece), julgando-os muito rígidos. Exemplo disso foi um colega (um veterano meu), ao final dos anos 70, que criticava bastante os excessivos trabalhos de campo e de horas expositivas de uma disciplina de Topografia: ele argumentava que se deveria dar um diploma de topógrafo ao final do 2º ano de Engenharia Civil. Na realidade, o caso é útil para exemplificar que as críticas às vezes são mal fundamentadas. Logo no início de minha vida profissional, em locação de rodovia de

80 km, com todo seu relevo, curvas, rampas, cortes e aterros, ficou claro para mim que meu conhecimento da disciplina era básico para acompanhar e discutir as metodologias de levantamentos, bem como os cálculos de fechamento: quem de fato era especialista era exatamente o topógrafo!

Mas, por outro lado, a estrutura de ensino como um todo e seus conteúdos não estariam especializando demais os estudantes? E os conteúdos, assim, não se tornavam muito rígidos? Em pedagogia se sabe, ao menos em tese, que um curso pode melhorar bastante em alguns aspectos caso no primeiro momento de aula o docente avalie as expectativas dos alunos sobre o aprendizado na disciplina e tenha a flexibilidade de alterar positivamente o curso. No entanto, isso não é de fato algo muito factível, pois há uma sequência lógica do passo a passo no ensino-aprendizado de engenharia, que, ao final, encaminha o estudante para os conteúdos tecnológicos de uma habilitação.

Ainda em finais dos anos 90, essas questões permeavam discussões de docentes e discentes, de tal sorte que foram tomando corpo dentro de diversas comissões da EPUSP, sendo que algumas respostas e dúvidas foram emergindo. Uma escola de engenharia deve formar engenheiros para atuar como ponte entre a ciência e as comunidades, de tal maneira a habilitar jovens a desempenharem a inexoravelmente necessária missão de desenvolver infraestrutura e serviços para o progresso e bem-estar social. Essa foi uma resposta inicialmente pensada, que poderia ser tomada como reacionária. Mas foi acompanhada com consciência por mentes que entendiam ser salutar uma grande mudança que permitisse ao estudante inserido em um mundo globalizado per-

ceber, buscar e desenvolver habilidades que julgue necessárias para si mesmo em suas atividades futuras. Ou que permitissem ao estudante uma imersão mais difusa no infindável mundo do conhecimento (academia ou universidade).

Mas como fazer isso? Aumentando o tempo de formação? Definitivamente não!

A resposta estaria na análise de que se dava de conteúdo em uma habilitação na EPUSP e o que estudantes tinham de conteúdo em uma mesma habilitação em uma escola de engenharia de ponta, de destaque internacional. Seria possível enquadrar esse tipo de formação, ajustando de modo salutar e inteligente, à carga horária exigida para cursos de formação superior de cinco anos: 3.600 a 4.000 horas, conforme exigências da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação (Resolução nº 2, de 18 de junho de 2007)?

Sim, era possível. Mas uma escola de tal porte, composta de docentes muito reflexivos, deveria ser aberta, em especial a três grupos: o corpo discente (considerados atuais e ex-alunos); ao mundo corporativo público e privado externo; ao corpo docente (quem mais discutia a questão, ao final das contas). Para atendimento de demandas e sugestões do primeiro e do terceiro grupo, além de debates abertos e em diversas circunstâncias a partir de 2009, foi criada uma página no sítio da EPUSP para recepção das mais amplas e difusas ideias sobre como melhorar, como alterar, como evoluir, como universalizar. O segundo grupo foi ouvido em diversas reuniões internas e abertas, tendo sido denominado de “Comissão de Notáveis”, que incluiu um dos fundadores da EMBRAER, um reitor de centro tecnológico federal de engenharia de elevadíssimo nível no Brasil, um especialista em educação à distância, dentre outros.

Todos os trabalhos foram centralizados na Comissão de Graduação (CG) da EPUSP, tendo em seu início como presidente o Prof. Paul Jean Etienne Jeszensky e, posteriormente, para a conclusão dos trabalhos e início de implantação dessa nova estrutura curricular, o Prof. Francisco Ferreira Cardoso. O autor desse artigo era o vice-presidente da comissão no início dos trabalhos para elaboração de uma nova estrutura curricular.

3. AS IDEIAS-CHAVE

A CG-EPUSP tomou como fundamentais para uma mudança evolutiva da estrutura curricular diversas ideias-chave ou princípios:

- ▶ Ao aluno será dada a formação de Engenheiro;
- ▶ Ao aluno será dada sólida formação em Ciências Básicas; essa formação ocorrerá ao longo dos cinco primeiros semestres;
- ▶ O aluno terá contato com disciplinas de habilitação já logo em seu ingresso (no 1º ano do curso);
- ▶ O aluno terá contato com Ciências de Engenharia já logo em seu ingresso (no 1º ano do curso); essa formação ocorrerá ao longo do primeiro ao oitavo semestre;
- ▶ A habilitação na modalidade será completada em oito semestres, portanto, em quatro anos, atendendo à carga horária mínima legal;
- ▶ Ao aluno será aberta a escolha de nove disciplinas optativas livres (à sua livre escolha) em qualquer curso da USP;
- ▶ O 5º ano é um Módulo de Formatura em alguma modalidade desejada;
- ▶ Não ocorreriam mais de 28 horas de aulas semanais até o 7º semestre;
- ▶ O 8º semestre totalizaria 24 horas de aulas semanais;



- ▶ Os 9º e 10º semestres compreendiam 20 horas de aulas semanais;
- ▶ O Trabalho de Formatura seria realizado na modalidade de Habilitação até o 4º ano;
- ▶ O Módulo de Formatura poderia ser o Mestrado (completar créditos de mestrado e o exame de qualificação em qualquer modalidade de engenharia).

Na figura 1 é apresentada a estrutura básica para qualquer curso de engenharia na EPUSP dentro dos princípios acima expostos.

4. FLEXIBILIDADE E MOBILIDADE NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

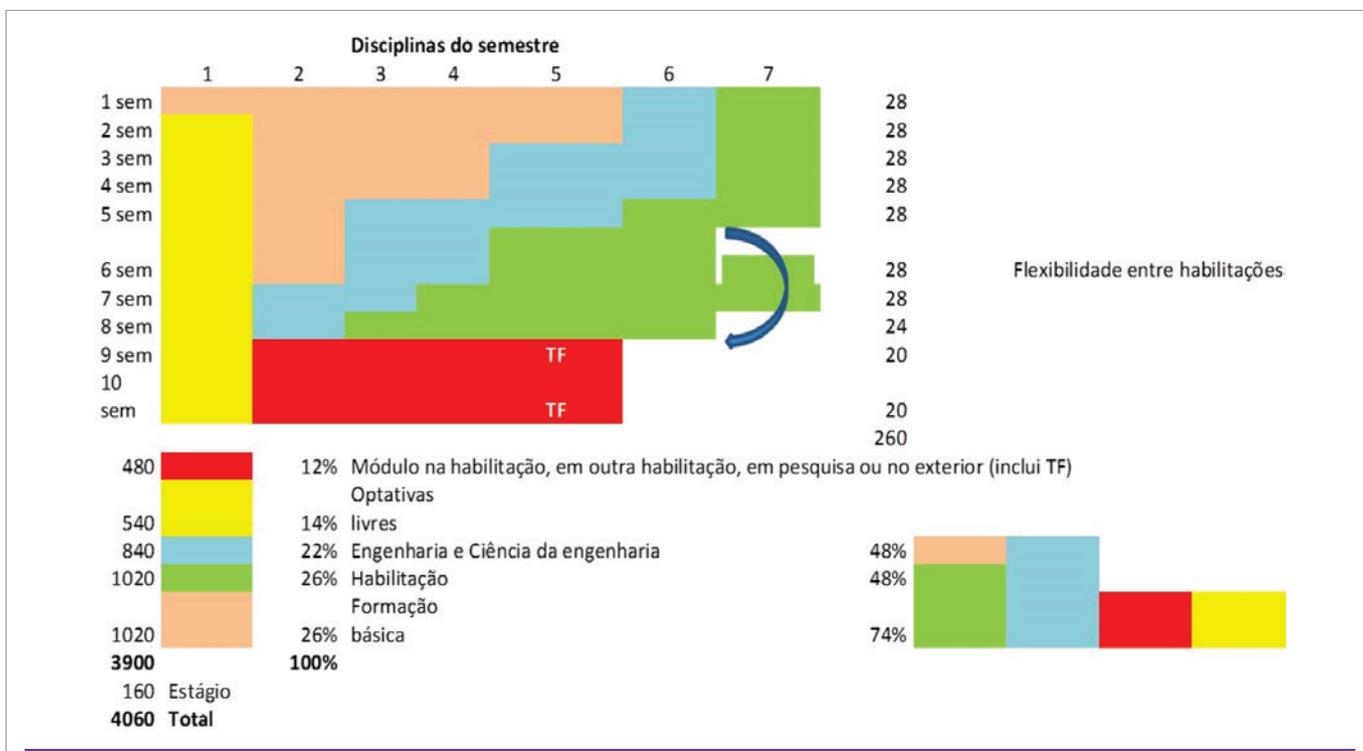
Há que se considerar, dentre os princípios acima, que existem dois diferenciais importantes: a flexibilidade e a mobilidade. A flexibilidade do aluno em realizar aproximadamente 14% dos créditos à sua li-

vre escolha é um salto no atendimento de uma demanda dos alunos ao longo dos anos de que as optativas não fossem eletivas, ou seja, predeterminadas em uma estrutura curricular (rígida). Isso permite que ele faça ao menos nove disciplinas, não especificadas na grade de formação, fora da EPUSP, em qualquer outro instituto ou unidade de ensino da USP. Mas há também vários docentes da EPUSP que se esforçam em oferecer novas disciplinas optativas livres para os alunos que desejarem determinados conceitos tecnológicos em engenharia. Qualquer disciplina de grade de formação na EPUSP pode ser considerada como optativa livre, desde que vagas sejam reservadas para atender a essa demanda.

Todavia, o acima exposto não trata apenas flexibilidade, mas também a mobilidade interna na Universidade, promovida pela alteração curricular. Há alunos de engenharia civil, conforme mi-

nhas enquetes, cursando disciplinas no Instituto de Matemática e Estatística, na Faculdade de Economia e Administração, na Faculdade de Direito, na Escola de Comunicações e Artes, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Há também muitos deles fazendo essas disciplinas livres dentro da própria EPUSP, em sua habilitação ou em outra habilitação. Ok... mobilidade; um passo cumprido!

Porém, a grande mobilidade pode ser pensada como sendo o quinto ano, que é o módulo de formatura, uma grande novidade para a formação de engenheiros. Até o final do quarto ano o aluno deve cumprir todas as disciplinas obrigatórias para sua formatura em uma dada habilitação. E depois? O aluno faz o que quer ou continua na engenharia civil, por exemplo? Há muitas respostas sobre o quinto ano. O aluno inscreve-se para um módulo de formatura, que pode ser em sua habilitação original (civil) ou relacionada a



▶ **Figura 1**
Estrutura básica dos cursos de engenharia civil da EPUSP

outra habilitação (existem também módulos interdepartamentais). Na engenharia civil serão oferecidos os módulos básicos da Tabela 1, listados com as disciplinas que o compõem; há possibilidade de escolha de disciplinas, que, em geral, são nove. No módulo de formação em Transportes, por exemplo, são nove disciplinas e um terço delas pode ser substituído por outras, inclusive de outros módulos, que apresentem pertinência ou relevância para a Engenharia de Transportes.

Os demais módulos de formatura, em processo de formalização para implantação no ano de 2018 (último ano da primeira turma de ingressantes na EC-3), devendo ser aprovados até março de 2017 e ainda sujeitos a alterações e complementações, serão (em princípio), os enumerados na Tabela 2.

Trocando em miúdos: a formação devida para a habilitação do engenheiro civil ocorrerá até o final do 8º semestre do curso; no último ano o aluno cumpre o seu trabalho de formatura na habilitação escolhida até o final do quarto ano; e também realiza dois semestres de estágio supervisionado em engenharia. As disciplinas para o quinto ano serão aquelas do módulo escolhido (para o qual foi selecionado). Se o aluno desejar continuar sua formação em disciplinas típicas da engenharia civil, seguirá um dos oito módulos de formatura listados na tabela 2 (da primeira à oitava linha da tabela). Caso o aluno de Civil deseje obter conhecimentos de engenharia em Energia, deverá se inscrever para cursar o módulo de Energia e Automação Elétricas (para alunos de outras habilitações). Ou, exemplificando, o módulo em Engenharia Automotiva, oferecido por vários departamentos; ou qualquer um dos demais dentro dessa área. Como módulo de formação poderão ainda ser fixados os duplos diplomas com instituições de ensino estrangeiras

► Tabela 1 – Módulos básicos de formatura e suas disciplinas na área de Engenharia Civil

Módulo de formatura	Disciplinas oferecidas
Construção civil e urbana	Heavy Construction Technology
	Construction of Infrastructure Management
	Real Estate Economics and Markets
	Structural Masonry
	Building Design Management
	The Building and the Environment
	Innovation in Building Construction
	Scientific and Technological Methodology
	Energy Building Simulation
Estruturas e geotécnica	Materials and Components, Recycling and Construction Waste Management
	Conception, Design and Construction Methods of Buildings
	Conception, Design and Construction Methods of Large Structures and Underground Works
	Rationalization of Design and Production of Building Structures
	Marine Structure Design
	Special Topics on Soils and Rocks
	The Finite Element Method
	Computational Modelling, Simulation and Optimization in Structural Engineering
	Randomness and Uncertainty: Modelling and Impact in Engineering Decisions
	Structures Fire Design
Hidráulica e ambiental	Conception, Design and Construction of Structures: Historical Aspects
	Entrepreneurship and Business Models
	Continuum Mechanics
	Soil Pollution
	Modelling in Civil and Environmental Engineering
	Environmental Management of Hydraulic Works
	Environmental Sanitation
	Urban Water Systems
Transportes	Water Resources Management
	Industrial Waste Water Treatment
	Industry Environmental Efficiency
	Treatment Technologies for Solid Waste
	Pavement Management
	Pavement Evaluation and Maintenance
	Logistics
	Air Transportation
	Traffic Engineering
Urban Public Transportation	
Fundamentals of Intelligent Transportation Systems (ITS)	
GNSS and Engineering Applications	
Cartographic Projections for Planning and Engineering Design	

(já completamos mais de mil duplos-diplomas na EPUSP) e o programa de dupla formação FAU-POLI.

Por fim, existe a possibilidade de, ao final do 4º ano, o aluno ingressar na pós-graduação em alguma modalidade de engenharia da EPUSP (onde existem 22 modalidades) e cumprir os créditos de Mestrado (seis disciplinas) e o

exame de qualificação com o projeto de dissertação de mestrado. A conclusão do mestrado será uma escolha do estudante após sua graduação; portanto, não obrigatória. O módulo de formatura como mestrado está atualmente em formatação final para que não ocorram sobreposições entre regimentos internos e legislações diferenciadas.

5. CONCLUSÃO

A nova Estrutura curricular de graduação da Escola Politécnica da USP mobilizou anos de discussão, sistematização e compatibilização de interesses e visões difusas sobre o ideal de formação de um engenheiro moderno. De certa maneira, aproxima-se de grades de formação de grandes escolas de engenharia norte-americanas e também de critérios de formação de engenheiros estabelecidos pelo Tratado de Bolonha na União Europeia.

Todas as mudanças são difíceis, exigindo resiliência e dedicação em sua implantação. A EC-3 teve início em 2014 e a primeira turma nessa estrutura de curso de engenharia se graduará ao final de 2018. A flexibilidade e mobilidade desejadas no passado foram atingidas, devendo ser ampliadas por meio de negociações entre comissões de graduação da EPUSP e das demais unidades da USP, visando uma grande abertura do mundo acadêmico à participação na formação de engenheiros politécnicos. Afinal, com engenheiros altamente capacitados em todas as habilidades e fortemente comprometidos com a sociedade, cria-se um mundo com indústria de transformação (siderúrgica, mineral, têxtil, alimentos, farmacêutica); com automóveis, aviões, embarcações, rodovias, linhas de metrô e férreas; com computadores e telecomunicações, smartphones e smart TVs; com tratamento de águas e esgotos; com fornecimento de energia elétrica; com medicina de alta tecnologia (tomografia, ressonância magnética, aparelhos médicos de suporte à vida), etc., etc., etc.

A mudança proposta pode ainda não ser o ideal de formação; mas é altamente meritória na busca do aperfeiçoamento profissional de engenheiros em um mundo interdisciplinar. O que se colhe hoje teve seu início de reflexão há mais de duas décadas. Aperfeiçoamentos virão no futuro sempre com foco em proporcionar uma formação de excelência aos engenheiros egressos da EPUSP. 

► Tabela 2 – Módulos básicos de formatura nas áreas da Engenharia

Habilitação / Departamento de ensino	Módulo de formatura oferecido
Civil/Hidráulica e Ambiental	Gestão Ambiental
Civil/Hidráulica e Ambiental	Engenharia Sanitária
Civil/Hidráulica e Ambiental	Obras de Infraestrutura Hidráulica
Civil/Construção Civil	Gestão da Produção
Civil/Construção Civil	Sustentabilidade, Gestão e Economia Setorial
Civil/Estruturas e Geotécnica	Projeto e Obras de Infraestrutura
Civil/Transportes	Engenharia de Transportes
Civil/Interdepartamental	Planejamento, Gestão e Infraestrutura de Cidades
Elétrica/Computação	Engenharia de Computação (semestral e quadrimestral)
Elétrica/Computação	Engenharia de Computação (semestral para outras habilitações)
Elétrica/Energia e Automação	Energia e Automação Elétricas
Elétrica/Energia e Automação	Energia e Automação Elétricas (para outras habilitações)
Elétrica/Energia e Automação	Automação e Controle Avançados
Elétrica/Sistemas Integráveis	Sistemas Eletrônicos Avançados
Elétrica/Sistemas Integráveis	Eletrônica e Sistemas (para outras habilitações)
Elétrica/Telecomunicações	Aprofundamento em Telecomunicações
Elétrica/Telecomunicações	Telecomunicações (para outras habilitações)
Elétrica/Telecomunicações	Processamento Digital de Sinais (para outras habilitações)
Elétrica/Automação e Controle	Controle Aplicado e Industrial (para outras habilitações)
Metalurgia	Processamento de Materiais Metálicos
Materiais	Processamento de Materiais Cerâmicos e Poliméricos
Mecatrônica	Mecatrônica
Mecatrônica	Mecatrônica (para outras habilitações)
Minas	Lavra
Minas	Tratamento de Minérios
Naval	Engenharia Naval e Oceânica
Petróleo	Engenharia de Petróleo
Produção	Engenharia de Produção
Produção	Engenharia de Produção (para outras habilitações)
Química	Engenharia Química
Interdepartamental	Engenharia Automotiva
Interdepartamental	Engenharia Biomédica