

DOCUMENTO REFERENTE À SEGUNDA ETAPA DE TRABALHOS DO
GT-GRADUAÇÃO REALIZADA NO ANO DE 2015.

MEMBROS DO GT NA SEGUNDA ETAPA:

Aldo Roberto Ometto
Antônio Néson Rodrigues da Silva
Azauri Albano de Oliveira Junior
Edson Walmir Cazarini
Eduardo Bellini Ferreira
Eduardo Morgado Belo
Fernando Martini Catalano
Luiz Augusto Martin Gonçalves
Mateus Cecilio Gerolamo
Nidia Pavan Kuri
Nilza Irene Gallo
Patrícia Leme
Rosane Aranda
Sergio Persival Baroncini Proença
Thiago Massaharu Shiguenaga
Vilma Alves de Oliveira

SUMÁRIO

I INTRODUÇÃO	1
II ENGENHARIA E INTERDISCIPLINARIDADE	2
II.1 BREVE HISTÓRICO	3
II.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS QUE ORIENTARAM A CONSTRUÇÃO DAS DIRETRIZES PARA A GRADUAÇÃO	4
II.3 METODOLOGIA GERAL ADOTADA NO PROCESSO DE DISCUSSÃO	5
II.4 DIRETRIZES GERAIS PARA AS DIMENSÕES DE FORMAÇÃO CONTEMPLANDO DIFERENTES FORMAS DE INTERAÇÃO DISCIPLINAR	7
II.5 O PILAR DE COMPETÊNCIAS NAS DIMENSÕES DE FORMAÇÃO	9
III OPORTUNIDADES E AVANÇOS	10
III.1 AVANÇOS POSSÍVEIS PARA A ABORDAGEM SISTÊMICA	10
III.2 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL E EM PESQUISA	12
III.3 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INTERNACIONALIZAÇÃO	13
III.4 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INICIAÇÃO CIENTÍFICA	14
III.5 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE	15
III.6 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA ENSINO, APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO	16
III.7 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A CAPACITAÇÃO E ASSISTÊNCIA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES	18
III.8 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO	19
IV DESAFIOS INSTITUCIONAIS	20
V PROPOSTAS PARA A PRÁTICA DAS DIRETRIZES	21
VI CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
BIBLIOGRAFIA	26
ANEXO	28

CONSTRUÇÃO DE UM CURRÍCULO INTERDISCIPLINAR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

I - INTRODUÇÃO

A Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, (EESC/USP), se caracteriza pela sua vocação natural para o ensino e a pesquisa. A dinâmica e entusiasmo contagiante que se notam claramente nos seus pesquisadores e alunos, entre eles, também, inúmeros estrangeiros que circulam nos seus ambientes é decorrente substancialmente da atração exercida pela qualidade do seu corpo docente e dos cursos oferecidos. Tais características compõem um ambiente de trabalho peculiar e extremamente agradável, talvez único no País, que tem proporcionado ao longo de mais de sessenta anos de atividades resultados muito positivos, traduzindo-se, particularmente, na formação profissional e acadêmica de excelência de seus alunos e no incremento permanente de produção científica altamente qualificada.

Não obstante toda a sua história de sucesso e realizações, sempre consciente de sua missão social, a Escola tem no planejamento de seu futuro acadêmico uma preocupação primordial. De fato, os tempos modernos se caracterizam pela abundância de novas tecnologias e pela inerente complexidade dos problemas, que em escala mais ampla combinam aspectos de natureza social, ambiental e econômica, passando a exigir por parte do engenheiro uma formação acadêmica que lhe proporcione maior integração de conhecimentos. O engenheiro, com grande frequência, vem sendo requisitado a buscar soluções em âmbito híbrido, multi ou interdisciplinar, fugindo, portanto, dos limites de disciplinas convencionalmente praticadas nos cursos de engenharia. Entende-se que uma formação com forte base científica e visão sistêmica, induzida pela maior integração de conceitos disciplinares, possa contemplar esses requisitos, permitindo que o engenheiro melhor se adapte e responda ao que dele se exige. Sendo este o objeto central de planejamento futuro, cabe à Escola avaliar os seus reflexos e exigências sobre as atividades de formação, seja em relação à necessidade de alterações na estrutura curricular de seus cursos de graduação, quanto em relação às metodologias de ensino a serem adotadas.

Este texto é uma extensão do documento base: Diretrizes para Estrutura Curricular dos Cursos da EESC. A experiência recente da Escola de Engenharia de São Carlos para a construção de um currículo de graduação com características de interdisciplinaridade é descrita sob outra perspectiva, uma vez que se faz menção às diretrizes sem, entretanto, citá-las diretamente.

Neste documento, portanto, descrevem-se as etapas de discussão e definição das diretrizes, bem como se discutem os desafios e apresentam-se sugestões para a sua institucionalização. Para melhor distribuição dos diferentes tópicos em consideração, opta-se por uma estrutura de organização do texto na forma de seções e subseções. Assim, na seção II, intitulada Engenharia e Interdisciplinaridade, apresenta-se, inicialmente, o entendimento adotado em relação às formas de interação disciplinar, quais sejam: multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Em seguida, nas suas subseções descrevem-se conceitos e aspectos complementares decorrentes daquele entendimento que nortearam a construção das diretrizes para a graduação em engenharia na EESC. Na seção III, intitulada Oportunidades e Avanços, descrevem-

se avanços possíveis e desafios associados a diversos aspectos considerados importantes para a efetiva prática de um currículo interdisciplinar, nos quais se incluem questões de ensino e aprendizagem. Na seção IV, intitulada Desafios Institucionais, reúnem-se comentários sobre desafios de natureza institucional, relativos tanto à operacionalização das diretrizes, quanto ao acompanhamento da progressiva transição para a nova estrutura curricular e expectativa de desdobramentos futuros. A seção V, a partir da descrição de algumas ações já em curso, sugerem-se outras com vistas à prática das diretrizes propostas. Após o item de considerações finais, reúne-se a indicação de bibliografia relacionada aos diferentes conceitos envolvidos neste documento. A propósito, optou-se por reduzir ao mínimo necessário a indicação de referências ao longo do texto. O anexo trata com maior detalhamento a proposta indicada no texto sobre ambientalização curricular.

II - ENGENHARIA E INTERDISCIPLINARIDADE

Algumas ponderações surgem de imediato ao se iniciar o trabalho de construção de uma estrutura curricular que objetive contemplar o caráter sistêmico na formação do engenheiro, consubstanciado pela maior atenção a interdisciplinaridade. Imagina-se, por exemplo, que uma maneira de fomentar essa abordagem consista em flexibilizar o currículo de modo a possibilitar ao aluno de graduação maior liberdade de trânsito através das fronteiras do conhecimento, capacitando-o, com isso, para a formulação e proposta de solução de certo problema a partir de mais de uma perspectiva. Por outro lado, há que se considerar que a prática da abordagem interdisciplinar requer metodologias de ensino adequadas, como aquelas em que o problema ou o projeto estejam na base do aprendizado. Todavia, a reflexão sobre tais ponderações pode ser conduzida de modo mais objetivo à luz de um entendimento preliminar claro sobre o conceito de interdisciplinaridade.

A visão aqui adotada, sobretudo fundamentada em Klein [2010], mas também em coerência com o conceito descrito no documento de área da CAInter-Capes (2010), interpreta a interdisciplinaridade como um processo de interação disciplinar. Em outras palavras, o processo se traduz num modo de abordar certo problema integrando conceitos, teorias e ferramentas de dois ou mais campos especializados de conhecimento, normalmente restritos aos limites de disciplinas específicas, e propondo soluções ou linhas de investigação que vão além daqueles limites. Num nível complementar de entendimento conceitual, o processo de interação disciplinar pode se dar de diferentes formas: multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Na multidisciplinaridade as disciplinas são basicamente justapostas, com reduzida interação, entretanto sem alteração das estruturas de conhecimento originais. A interdisciplinaridade se configura quando além da integração por justaposição o processo envolve interação de conhecimentos (seja ela ampla ou mais localizada) levando à elaboração de nova estrutura ou síntese conceitual para a análise de um problema em particular. A transdisciplinaridade envolve um processo amplo e sistemático de integração e reorganização de conhecimentos do qual resultam novos paradigmas conceituais.

Do ponto de vista da formação em engenharia, o processo de discussão conduzido na EESC procurou considerar as três formas descritas de interação disciplinar. Todavia, as discussões foram

norteadas fundamentalmente pelo objetivo de contemplar maior interdisciplinaridade entre as áreas de engenharia, pois já se podia identificar a multidisciplinaridade em muitas delas. Não obstante tal norteamento, as diretrizes resultantes abrem espaço também para a transdisciplinaridade, apesar do entendimento inicial sobre ser a pós-graduação o âmbito mais propício para a sua prática mais imediata.

Em relação à prática da interdisciplinaridade, procurou-se analisar as experiências de aprendizado orientadas pela solução de um problema ou projeto real, pois as mesmas colocam os estudantes frente a situações mais complexas que requerem o trabalho em grupo e a avaliação de múltiplas alternativas de solução.

Nas subseções que seguem descrevem-se alguns dos aspectos considerados nas discussões que levaram à proposição de um conjunto de diretrizes para a construção de um currículo interdisciplinar para a graduação em engenharia. Pode-se notar que a visão adotada sobre interação disciplinar permeia cada um dos aspectos.

É importante observar que todo o processo propositivo foi conduzido procurando-se manter forte aderência com a resolução do Conselho Nacional de Educação, CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia.

II.1 BREVE HISTÓRICO

Motivada, à época, pela necessidade de discussão e planejamento sobre o futuro de seus cursos de graduação, a Congregação da Escola de Engenharia de São Carlos, reunida em sessão extraordinária sobre o tema da Graduação, realizada em 13/04/2012, deliberou pela criação de um grupo de trabalho sobre Políticas para a Graduação na EESC. Ao grupo foi delegada a função primária de promover a discussão integrada sobre o ensino de graduação e a proposta de nova estrutura curricular para seus cursos.

Por ocasião do início de suas atividades o grupo de trabalho ponderou que se por um lado inserir maior interdisciplinaridade entre as áreas de engenharia em princípio seria objetivo factível, uma vez que em certa medida vários dos requisitos essenciais já vinham sendo contemplados como parte da mecânica natural das atividades de investigação de vários grupos de pesquisa da EESC, por outro, elaborar uma proposição de reforma curricular com essa característica poderia se constituir em tarefa não evidente. De fato, um documento contendo a proposição de uma política para a graduação na EESC deveria ser o resultado da síntese criteriosa de uma série de discussões. Entretanto, à parte o rigor e cuidado dispensados a essa tarefa, sempre haveria o risco natural de realizar uma síntese incompleta, a menos que o período de trabalho e análise fosse muito mais longo.

Tendo-se em vista os aspectos mencionados, preocupando-se em apresentar à egrégia Congregação da EESC um documento que atendesse às expectativas de seus membros e, ao mesmo tempo, evitando, tanto quanto possível, o risco associado à sua eventual incompletude, o chamado Grupo de Trabalho da Graduação (GT-Graduação) optou por compô-lo na forma de sugestões de diretrizes gerais. Entendeu-se que o formato de diretrizes viria também ao encontro do papel central que a

Escola de Engenharia deve desempenhar face à questão da reformulação curricular, qual seja o de indicar claramente seus princípios e visão de futuro.

Ao longo de um período de dois anos e meio, realizaram-se mais de quarenta e cinco reuniões de trabalho, culminando em 17/10/2014 com a submissão formal para análise e deliberação pela Congregação de um documento reunindo o conjunto de diretrizes para a estrutura curricular dos cursos da EESC. Uma vez aprovado o conjunto de diretrizes pela Congregação, o planejamento dos trabalhos para a sua aplicação deveria, em princípio, ser conduzido pelas comissões regimentais pertinentes, nomeadamente a Comissão de Graduação (CG) e as Comissões de Cursos (CoC).

II.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS QUE ORIENTARAM A CONSTRUÇÃO DAS DIRETRIZES PARA A GRADUAÇÃO

A discussão sobre o tema da graduação na EESC ensejou, à partida, por parte dos membros do grupo de trabalho, inúmeros aspectos e pontos de vista, muitos relacionados às diferentes visões e experiências de ensino praticadas em cada curso de formação em engenharia oferecido. Entretanto, julgou-se ser importante levar em conta preliminarmente alguns aspectos mais peculiares, entre positivos e negativos, relacionados à graduação em engenharia e identificados no conjunto de alunos e corpo docente da EESC.

Dentre os aspectos positivos identificados, destaca-se que os alunos que ingressam na Escola, após a aprovação num processo seletivo rigoroso, possuem nível intelectual elevado, que se traduz pela habilidade de compreensão rápida dos assuntos a serem apresentados. Outro aspecto positivo é a notável qualificação do corpo docente.

Do lado negativo, destaca-se que apesar do mencionado elevado nível intelectual dos alunos ingressantes, que os habilita a enfrentar o desafio do aprendizado com expectativa de êxito quase certa, é significativo o número daqueles que passam a apresentar baixo rendimento escolar já no primeiro ano, acumulando dependências a partir daí, ou que prosseguem no curso aparentemente objetivando apenas a aprovação com nota mínima necessária em cada disciplina. Contribuem, também, para o aspecto negativo, a elevada carga horária de disciplinas cursadas a cada semana. Além disso, há falhas nas próprias estruturas de algumas disciplinas, que apresentam ementas excessivamente longas, muitas vezes decorrentes de sobreposição exagerada com assuntos abordados em outras disciplinas, ou que não preveem atividades e avaliações mais adequadas para a promoção do aprendizado.

Quanto ao corpo docente, o aspecto negativo predominante é que muitos demonstram menor motivação para o ensino de graduação, em razão da clara valorização da pesquisa no meio acadêmico, priorizando, portanto, as atividades de pesquisa e pós-graduação.

Rapidamente entendeu-se que uma maneira imediata da EESC atuar diretamente no incremento de suas atividades de formação graduada, reduzindo os aspectos negativos mencionados, ao mesmo tempo reforçando os positivos, consistiria em direcionar as ações de ensino para a questão do aprendizado.

Em outras palavras, essas ações se constituiriam fundamentalmente em oportunizar ao aluno o desenvolvimento de competências que lhe permitam utilizar os conhecimentos adquiridos para enfrentar e resolver de forma criativa, eficaz e inovadora os desafios e problemas de sua profissão. Portanto, na medida em que o conjunto de esquemas – percepção, pensamento, avaliação e ação – for sendo desenvolvido, certamente alimentará um maior interesse e motivação para o aprendizado dos assuntos que vierem a ser trabalhados nas demais disciplinas do currículo. Assim sendo, ficou claro ao grupo de trabalho que combinadas à capacidade intelectual mencionada, as competências e habilidades a serem construídas constituem os elementos essenciais para a sólida formação do aluno.

Associado ao objetivo de melhoria do aprendizado, o grupo de trabalho direcionou-se ao tema das diretrizes favorecendo a construção de uma estrutura curricular dos cursos da EESC em conformidade com uma abordagem sistêmica interdisciplinar, considerada também como fonte para o desenvolvimento de habilidades e competências de liderança, gerenciamento, empreendedorismo e comprometimento com valores éticos. Como passo inicial nesse sentido, procurou-se homogeneizar a visão e entendimento do grupo sobre as formas de interação disciplinar.

Finalmente, passou-se à definição de uma metodologia geral para a condução do processo de discussão.

II.3 METODOLOGIA GERAL ADOTADA NO PROCESSO DE DISCUSSÃO

A abordagem metodológica adotada para alcançar o objetivo de construção das diretrizes fundamentou-se, essencialmente, na realização de uma série de reuniões por parte do grupo de trabalho, nas quais a EESC e suas características de ensino e pesquisa foram o tema central das discussões. Deve-se observar que como estratégia geral de condução das discussões, o coordenador do grupo inicialmente apresentava um conjunto de conceitos e ideias relativas ao tema escolhido para análise, em seguida convidava os participantes para livremente opinarem e apresentarem suas contribuições.

Um passo importante para orientação da temática de discussões consistiu nas caracterizações do perfil de engenheiro que a Escola deseja formar e do perfil do corpo docente responsável por esta formação. Todo o conjunto de diretrizes sugeridas na sequência foi formulado de modo a contemplar estes perfis.

Em resposta à pergunta sobre o perfil de engenheiro que a Escola de Engenharia deseja formar, as discussões realizadas levaram à seguinte concepção:

1. Um profissional com formação conceitual e técnica de elevado nível, complementada por desejável experiência internacional;
2. Um profissional empreendedor, com visão sistêmica e pensamento crítico, que saiba lidar de modo criativo com problemas e soluções de engenharia;
3. Um profissional sempre comprometido com os valores e a ética profissional, capaz de liderar equipes, gerenciar projetos e empresas;

4. Um profissional comprometido com a busca de soluções sustentáveis, contemplando as melhores relações possíveis entre a sociedade e a natureza.

Observa-se que o perfil descrito acabou por apresentar forte aderência ao conjunto de competências e habilidades gerais do engenheiro arroladas na resolução CNE/CES11, anteriormente referida.

Em resposta à pergunta sobre o perfil de docente que a Escola de Engenharia necessita para atingir esses objetivos de formação do engenheiro, as discussões realizadas levaram ao seguinte posicionamento:

- Um profissional de ensino comprometido com os objetivos de formação dos alunos estabelecidos pelas diretrizes da EESC, com formação conceitual sólida e inserção internacional, evidenciadas quer pela sua experiência profissional, quer pelo mérito comprovado de pesquisas e atividades de extensão na sua área de conhecimento;
- Um profissional com disposição para aperfeiçoar sua formação pedagógica, com vistas a manter atualizadas as metodologias de ensino/aprendizagem.

Concluiu, ainda, o grupo de trabalho, que o êxito na realização prática desses objetivos de formação exige também forte comprometimento por parte do corpo docente. Nesse sentido, entendeu-se que o papel do aluno para atingir os objetivos de formação implica em:

- Assumir a responsabilidade pelo seu próprio aprendizado, identificando suas necessidades específicas e os recursos para efetuarlo, tornando-se, assim, o centro do processo de ensino-aprendizagem;
- Assumir atitude permanente de reflexão e autocrítica, procurando desenvolver sua maturidade ao longo do curso;
- Ter comportamento ético.

Manteve-se um permanente registro das reuniões complementado por uma síntese periódica, nela destacando-se os principais avanços alcançados. Tais avanços são objeto da próxima seção deste texto.

Além disso, também como parte da estratégia metodológica adotada algumas das reuniões foram dedicadas à atividades temáticas complementares, que incluíram a participação em evento sobre Inovação em Educação para Engenharia, a realização de palestras por parte de especialistas convidados e debates com representantes de instituições de ensino superior do estado de São Paulo que passaram por processos semelhantes de reformulação curricular. Os temas tratados nessas atividades complementares foram:

- O ensino da Física para engenharia;
- O ensino da Matemática para engenharia;
- Interdisciplinaridade e abordagem sistêmica;
- Aprendizagem ativa;
- Sustentabilidade;

- Mudanças da estrutura curricular dos cursos de engenharia: caso do ITA;
- Habilidades sociais;
- Análise e propostas de melhoria para o processo de internacionalização da EESC;
- Uma avaliação do ensino na EESC: pesquisa realizada pelos alunos de engenharia mecatrônica.

Como informação complementar, há que se destacar o fato de terem sido abertas a todos os interessados as reuniões do grupo de trabalho, de modo que ao longo do processo cresceu o número de participantes, entre docentes que se dedicam intensamente ao ensino, alunos e funcionários, alguns com formação pedagógica.

II.4 DIRETRIZES GERAIS PARA AS DIMENSÕES DE FORMAÇÃO CONTEMPLANDO DIFERENTES FORMAS DE INTERAÇÃO DISCIPLINAR

O conjunto mais amplo de diretrizes pretendeu favorecer mais objetivamente a formação dos estudantes em coerência com o perfil estabelecido e a valorização da interdisciplinaridade.

No que diz respeito ao conjunto de disciplinas dos seus cursos, para favorecer os aspectos mencionados a formação de graduação da EESC deve passar por uma mudança de paradigma, de uma abordagem apoiada numa estrutura curricular em que cada curso é construído a partir da soma de blocos de conhecimento delimitados para uma abordagem sistêmica de ensino e aprendizagem. No seu sentido mais amplo, a mudança para uma visão sistêmica tem por objetivo habilitar o engenheiro para lidar de modo criativo com problemas e soluções de engenharia, que com frequência apresentam um caráter interdisciplinar. Nota-se, entretanto, que esta abordagem envolve as questões de ensino e aprendizagem, que pela sua importância também foram objeto de diretrizes específicas.

Particularmente em relação à abordagem sistêmica apontou-se, como diretriz geral associada, que a concepção de todos os cursos da EESC deve contemplar tanto a formação profissional quanto científica, esta resultante de maior integração entre graduação e pós-graduação, e no qual se inserem, também, em estreita relação entre si, internacionalização e formação humanística.

Para um esclarecimento imediato do sentido implícito a esta diretriz geral, deve-se, em primeiro lugar, destacar o entendimento que a pós-graduação constitui-se no ambiente mais favorável à prática da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade, sendo que alguns programas da EESC já apresentam esta característica. Para facilitar a transferência dessa prática para a graduação ponderou-se que a inserção melhor definida na estrutura curricular da atividade de Iniciação Científica poderia servir de facilitador a esse processo. De fato, dada a sua importância, tal atividade acabou sendo objeto de diretrizes mais específicas.

À parte uma intervenção direta nas disciplinas, outra via de inserção da interdisciplinaridade na graduação decorre de sua associação com o processo crescente de internacionalização, seja ela envolvendo a simples mobilidade temporal dos alunos para centros do exterior, com o objetivo de estudo ou estágio, seja pelas colaborações em pesquisa por parte de diversos grupos. De fato, concluiu-se que essa via potencialmente pode oferecer contribuições importantes, inclusive de

caráter humanístico, para a formação dos engenheiros da EESC. Assim sendo, diretrizes associadas à internacionalização também mereceram destaque específico no documento resultante.

A síntese das discussões dos aspectos mencionados levou à proposição de uma estrutura de formação contemplando diferentes dimensões, conforme ilustra a figura 1. Nela destacam-se as dimensões de formação: Básica, Específica e Formação em Pesquisa, Pós-Graduação e Profissional. Conforme também indicado na figura, a interação disciplinar insere-se em cada dimensão segundo suas diferentes formas.

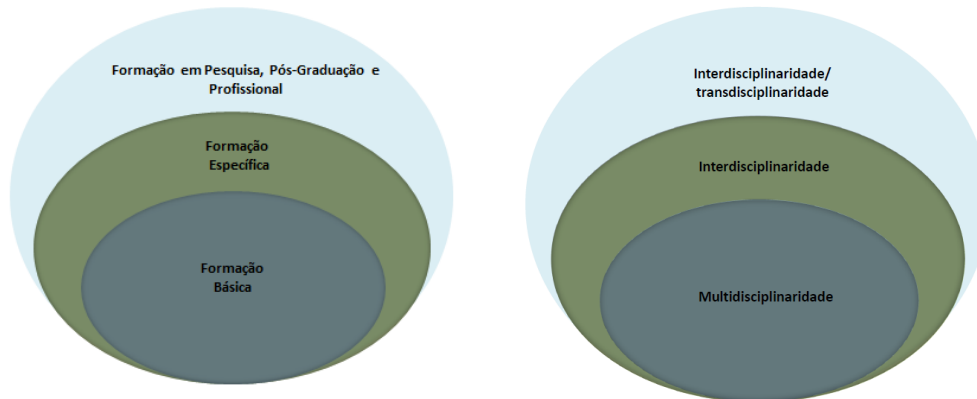


Figura 1 – Dimensões de formação

A dimensão de formação básica reúne disciplinas comuns a todos os cursos, as quais dizem respeito aos conhecimentos necessários de Matemática, Física, Química e Computação. Nesta dimensão os conteúdos multidisciplinares envolvidos e sua importância para a solução de problemas da engenharia já podem ser destacados. A multidisciplinaridade apresenta-se, então, como um primeiro passo na direção da interdisciplinaridade. Na dimensão de formação específica reúnem-se os conhecimentos relacionados às competências técnica e de gestão, entendendo-se que a abordagem interdisciplinar pode ser praticada com maior ênfase nesta dimensão. A dimensão de formação em pesquisa, pós-graduação e profissional reúne tanto os conhecimentos complementares técnicos e de gestão necessários para a formação profissional quanto os conhecimentos aprofundados dedicados à formação científica. Para esta opção de formação em particular, a transdisciplinaridade pode ser praticada transferindo-se para a graduação o ambiente propício oferecido pela pós-graduação, onde, por exemplo, modeladores e experimentalistas desenvolvem maior interação.

No diagrama ilustrativo, o formato adotado de inserção de cada dimensão de formação nas seguintes procura representar o favorecimento à abordagem de conteúdos multidisciplinares e interdisciplinares de conhecimentos profissional e técnico-científico já a partir da etapa de formação básica.

De certo modo, a possibilidade de ampliação do horizonte de formação em engenharia está também implícita numa segunda interpretação possível para o diagrama. De fato, entendendo-se que o diagrama exibe uma estrutura comum a todos os cursos da EESC, pode-se intuir sobre a

possibilidade de atendimento dos interesses individuais de formação de cada aluno, facilitando o trânsito sobre áreas do conhecimento e permitindo-lhe transcender os limites de sua formação específica.

II.5 O PILAR DE COMPETÊNCIAS NAS DIMENSÕES DE FORMAÇÃO

Observa-se que se por um lado as dimensões de formação concebidas procuraram fundamentalmente contemplar as formas de interação disciplinar e o perfil desejado do engenheiro da EESC, por outro lado elas atendem à concepção de núcleos de conhecimento (básico, profissionalizante e específico) sugerida na resolução CES11 para a estrutura curricular do curso de engenharia. No sentido de melhor justificar esse aspecto, procura-se destacar nesta subseção a inserção no âmbito daquelas dimensões do denominado pilar de competências técnica e de gestão.

Conforme ilustra a figura 2, as competências em questão podem ser representadas compondo um pilar de conhecimentos essenciais para a formação do engenheiro, apoiado numa base de formação intelectual pessoal. Em termos práticos, essas competências se inserem, em maior ou menor escala, em todo o conjunto de disciplinas que compõem as dimensões de formação.

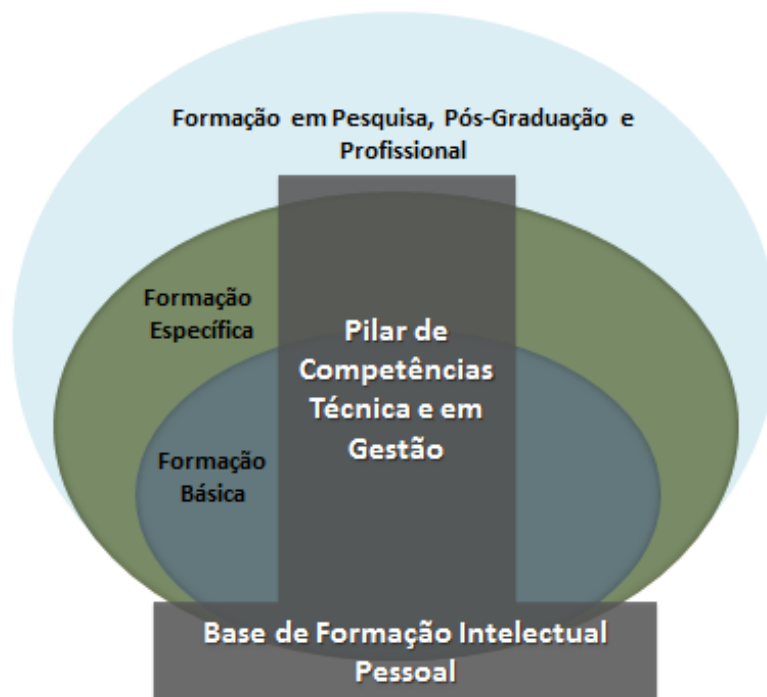


Figura 2 – As competências técnica e de gestão nas dimensões de formação

A competência técnica se caracteriza tanto pelos conhecimentos conceituais (matemáticos, científicos e tecnológicos) julgados essenciais para a formação do engenheiro, quanto por conhecimentos instrumentais que sirvam ao desenvolvimento de novas tecnologias.

A competência em gestão se caracteriza pelos temas que se relacionam aos aspectos de gerenciamento de projetos (nos quais se incluem o seu planejamento e supervisão), direito empresarial, liderança, responsabilidade e ética profissional, todos explicitados no perfil desejável

para o engenheiro da EESC. Além disso, incluem-se nessa competência disciplinas associadas ao empreendedorismo, planejamento estratégico e sustentabilidade, por exemplo. Aliás, nesse particular, concluiu-se ser possível dar mais atenção a estes aspectos em todos os cursos de graduação sem incremento significativo na carga horária.

Observa-se que, de um modo geral, as competências técnica e de gestão podem ser contempladas amplamente mediante abordagem interdisciplinar praticada nas atividades de ensino formal teórico e prático, de laboratório, de pesquisa e extensão, extracurriculares e pelo desenvolvimento de projetos dirigidos.

Em relação à base de formação intelectual pessoal, na qual o pilar de competências se apoia, nela inserem-se as atividades de extensão e extracurriculares, sociais e esportivas, implícitas na vida universitária. Como diretriz geral relacionada a este aspecto, considerou-se importante que a Escola proporcione condições de complementação da formação intelectual, valorizando as atividades de extensão e extracurriculares, fomentando o conhecimento em Ciências Humanas e Sociais, bem como as habilidades pessoais e interpessoais.

III – OPORTUNIDADES E AVANÇOS

Em face da estrutura de formação idealizada é importante analisar possibilidades e avanços possíveis que contribuam para a sua efetiva realização. Nesta seção são abordadas as diferentes possibilidades de avanço consideradas pelo grupo de trabalho.

III.1 AVANÇOS POSSÍVEIS PARA A ABORDAGEM SISTÊMICA

A visão sistêmica decorre de um entendimento conceitual mais amplo sobre a formação em Engenharia, qual seja o da formação como o resultado de um processo e não da simples soma de conhecimentos delimitados. Neste sentido transcendem-se as fronteiras do conhecimento específico e o perfil do profissional resultante difere do atual, pois sua formação o habilita a trabalhar de maneira integrada.

Por esta razão, numa das principais diretrizes sugeriu-se uma mudança de paradigma, que fundamentalmente diz respeito a uma nova cultura de aprendizagem, ao mesmo tempo fomentando o desenvolvimento de pensamento crítico, habilidades de comunicação, criatividade e liderança. Essencialmente, trata-se de uma abordagem dita de construção do conhecimento, sendo o aprendizado baseado em projeto multidisciplinar um exemplo claro de sua prática.

Para além disso, na abordagem sistêmica, multidisciplinaridade e interdisciplinaridade passam a ter maior destaque. A prática de ambas, mais particularmente a interdisciplinaridade, exige a articulação e a convivência entre pesquisadores, o que pode não ser tarefa simples, uma vez que parte do corpo docente e discente ainda desconhece essa forma de interação de conhecimentos; além disso, a estrutura departamental é conservadora nesse sentido.

Um passo inicial importante para viabilizar a realização prática da abordagem interdisciplinar, mas, também, para a multidisciplinar, consiste em formular as propostas de disciplinas segundo uma metodologia pedagógica adequada, isto é, evidenciando os conhecimentos prévios desejáveis e os

conhecimentos a elas relacionados, além das habilidades e valores nelas contidos que contribuirão para a formação do engenheiro.

A partir daí, claramente o desafio maior consiste em promover a coordenação e cooperação entre disciplinas para favorecer a construção de uma base conceitual sólida, bem como a integração e o aproveitamento adequado de conhecimentos. Já na dimensão de formação básica o estabelecimento de parcerias interunidades pode ajudar a superar esse desafio. Para favorecer as parcerias num âmbito mais amplo, sugeriu-se, como diretriz, que disciplinas tanto da dimensão básica quanto da específica sejam organizadas em conjunto por professores com maior experiência no ensino da EESC e dos institutos envolvidos, ressaltando-se a importância dos conteúdos envolvidos à luz de uma visão sistêmica.

Independente das parcerias com outros institutos, no âmbito exclusivo do conjunto de cursos da EESC, entende-se que tanto a multidisciplinaridade, quanto a interdisciplinaridade podem ser praticadas em disciplinas nas quais problemas abertos seriam formulados, ressaltando-se os diferentes aspectos e temas envolvidos. Além disso, há temas interdisciplinares por excelência, como sustentabilidade, que podem ser inseridos em diversas disciplinas.

Por outro lado, como estratégia para a inserção progressiva da abordagem interdisciplinar na estrutura curricular já na dimensão básica de formação, a mesma pode ser objeto da proposta pedagógica de uma disciplina tratando, por exemplo, de “Soluções de Problemas em Engenharia”. Tal disciplina teria também o objetivo de explicitar a parte prática da Engenharia nesta etapa. Destaca-se, neste caso, o entendimento sobre o papel fundamental do professor como orientador para a busca e integração de conceitos.

A abordagem interdisciplinar pode continuar a ser desenvolvida, por exemplo, em versão da disciplina “Soluções de Problemas em Engenharia” voltada para a dimensão de formação específica.

O aspecto interdisciplinar e, até, o transdisciplinar, também pode ser considerado mediante disciplinas optativas relacionadas a temáticas gerais e atuais, como Mecânica Computacional, Nanotecnologia, Sustentabilidade, Energia, Biomecânica, etc. Tais disciplinas devem ser organizadas por grupos afins, com isso procurando favorecer a convivência entre pesquisadores.

Para fomentar valores como liderança, disponibilidade para o trabalho em equipe e ética, temáticas relacionadas à Gestão Organizacional, Formação Intelectual e Pessoal devem ser introduzidas já na dimensão de formação básica. Como exemplo, sugere-se que a disciplina de Introdução à Engenharia sirva tanto como instrumento para a abordagem mais direta das temáticas relativas à gestão quanto para a formação de valores socioambientais para construção da sustentabilidade.

As atividades extracurriculares e de extensão conduzidas pelos alunos devem ser apoiadas no sentido de melhorar o seu rendimento acadêmico e proporcionar maior sintonia entre elas e o conteúdo de disciplinas específicas. Eventualmente a equivalência de créditos pode ser reconhecida, contemplando assim a possibilidade de redução da carga horária em favor daquelas atividades.

III.2 - AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO PROFISSIONAL E EM PESQUISA

As disciplinas da dimensão de formação profissional devem permitir a prática da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade. Neste sentido, a diretriz geral aponta que esta dimensão de formação deve atender aos objetivos de construção de uma base conceitual sólida, do fomento à transferência de conhecimento da pós-graduação para a graduação e do favorecimento à atividade de pesquisa voltada para a inovação.

Nota-se, por exemplo, que o próprio trabalho de conclusão de curso (TCC) pode ser elaborado considerando-se a perspectiva interdisciplinar. Uma sugestão para a realização desta proposta é que cada coordenação de curso disponibilize aos alunos uma lista de temas multidisciplinares para o TCC, observando-se que os mesmos poderiam ainda se constituir em importante espaço para a conexão de práticas sustentáveis abordadas em diferentes disciplinas.

Um desafio importante consiste em disponibilizar meios para que os alunos com aptidão possam adquirir uma formação mais completa em termos de pesquisa, desse modo incentivando-os a prosseguirem seus estudos na pós-graduação ou mesmo se qualificarem para atuar junto a núcleos de estudos e desenvolvimento tecnológico, criados pelo mercado de trabalho. Naturalmente, esta dimensão de formação deve favorecer com maior intensidade a prática da interdisciplinaridade e mesmo da transdisciplinaridade. De fato, nela os alunos devem ainda encontrar melhores oportunidades de contemplar seus interesses individuais, podendo transitar entre diferentes especialidades, portanto, transcendendo os limites da formação específica e projetando a continuidade de formação na pós-graduação.

Se, por um lado, no âmbito da formação com maior ênfase em Pesquisa e Pós-Graduação devem ser reunidas disciplinas que proporcionam conhecimentos científicos aprofundados, por outro lado, temas multi e interdisciplinares (como, por exemplo, tecnologia da informação, computação de alto desempenho e sua aplicação na análise de problemas multifísicos) poderiam ser mais ativamente explorados em disciplinas optativas concebidas, sempre que possível, em conjunto com outras unidades, especificamente para atender esta dimensão de formação.

Outro exemplo de avanço possível, mas ao mesmo tempo configurando-se como um desafio a enfrentar, sugere-se o favorecimento para a formação de graduação complementada com o mestrado. De fato, seria algo similar ao modelo de Bolonha, entretanto, com graduação mínima em cinco anos. Isto é, o aluno ao final de sua graduação receberia o título de engenheiro complementado pelo mestrado, indicando sua qualificação para a pesquisa. Neste caso, em lugar do Trabalho de Conclusão de Curso haveria a dissertação de mestrado.

No sentido de viabilizar a liberação de carga horária para a sua realização, a opção pela formação com mestrado poderia prever equivalência com o estágio, uma vez que esta possibilidade estivesse prevista no projeto pedagógico da Unidade. Aliás, essa possibilidade já está prevista na Lei 11788/2008 art. 2o, § 3o – “*As atividades de extensão, de monitorias e de iniciação científica na educação superior, desenvolvidas pelo estudante, somente poderão ser equiparadas ao estágio em caso de previsão no projeto pedagógico do curso*”. Assim sendo, um aluno com esta formação

estaria habilitado a se candidatar diretamente ao programa de doutorado, no caso de ter interesse pela pós-graduação.

Na verdade, pode-se ampliar o escopo desta dimensão de formação, por exemplo, incluindo-se nela o Mestrado Profissionalizante, opção que poderia ser feita já quando do pleito pela atividade de Iniciação Científica. A justificativa está no fato que podem existir diferenças entre os objetivos de investigação de pesquisa puramente acadêmica e os interesses em pesquisa da indústria. Nesse caso o próprio estágio poderia se inserir de modo mais objetivo como parte do programa de mestrado, em relação direta com os interesses da indústria. O recém-criado Centro Avançado da EESC para Apoio à Inovação, objeto de comentários específicos mais adiante, deverá servir para abrigar e impulsionar as iniciativas de formação acima descritas que contemplem o desenvolvimento tecnológico.

Finalmente, no certificado de conclusão de curso, opcionalmente, um destaque poderia ser dado em relação à opção de formação do aluno, isto é, inserindo no certificado menção sobre qual “vertente” o aluno seguiu: formação geral, com estudos especiais dedicados à formação profissional, com mestrado profissionalizante ou acadêmico, por exemplo.

De acordo com essa perspectiva, o desafio requer o estudo das possibilidades operacionais relativas a aspectos como: carga horária, flexibilização do intercâmbio com a pós-graduação (por exemplo, facilitando aos alunos de graduação a frequência em disciplinas a partir do quarto ano), incentivo ao desenvolvimento de pesquisas financiadas pela indústria, nelas incluindo o período de estágio e, ainda, o desenvolvimento do TCC bem estruturado, equivalente à dissertação de Mestrado, tendo-se em vista a conclusão da graduação com o Mestrado incorporado.

III.3 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INTERNACIONALIZAÇÃO

A internacionalização no seu sentido mais amplo já vem sendo praticada há muitos anos na EESC na forma de atividades de cooperação científica, conduzidas a partir de iniciativas individuais de docentes e diversos grupos de pesquisa. Nos anos recentes os programas de mobilidade disponibilizados aos alunos de graduação passaram a ter uma adesão crescente, ganhando, hoje em dia, significativa influência na sua formação. Além disso, também como parte dos programas internacionais de intercâmbio e cooperação acadêmica, a EESC passou a receber número considerável de estudantes estrangeiros.

Portanto, em face dessa realidade é importante que a Escola procure compatibilizar efetivamente o processo de internacionalização com sua estrutura curricular.

A mobilidade de seus estudantes para o exterior deve atender aos objetivos de formação estabelecidos nas diretrizes gerais, complementando os aspectos ressaltados de aprendizado e formação humanística. Uma boa maneira de contemplar aqueles objetivos consiste em privilegiar a mobilidade para centros de excelência do exterior com características de formação compatíveis com as da EESC. A formalização de acordos de mobilidade com parceiros preferenciais vai ao encontro dos objetivos de formação, ao mesmo tempo em que facilita a regulamentação das equivalências de créditos.

A EESC também deve estar atenta ao seu papel de contribuição para a formação dos alunos estrangeiros que aqui vem realizar seus programas de mobilidade. Tais alunos normalmente inscrevem-se em disciplinas que se inserem nas dimensões de formação específica e em pesquisa, pós-graduação e profissional. Para uma contribuição mais efetiva à formação desses alunos, disciplinas de maior procura por alunos estrangeiros poderiam ter turmas especiais, nas quais os alunos regulares da EESC também poderiam se inscrever, com oferecimento de aulas e material didático em língua inglesa.

Também no sentido de exemplificar ações para oportunizar a prática interdisciplinar abrangente, ao mesmo tempo suprimindo a carência de oferta de disciplinas aos alunos estrangeiros, cada coordenação de curso poderia oferecer uma disciplina “integrada”, contemplando vários temas e, portanto, envolvendo professores de especialidades distintas.

Em favor da maior inserção internacional da EESC como instituição, uma iniciativa importante é a produção de cursos online em inglês com conteúdos específicos, a serem disponibilizados na página da EESC, com acesso gratuito. Essa iniciativa cumpriria também uma missão de extensão, indo ao encontro dos objetivos de retorno à sociedade.

III.4 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Já foi comentado que a EESC recebe alunos de grande potencial intelectual e, portanto, é importante que muitos deles sejam incentivados para a pesquisa, para a formação pós-graduada e mesmo para a vida acadêmica futura.

A Iniciação Científica (IC) pode preencher este papel de modo natural, mas é importante destacar que para além do preparo para a pesquisa, ela também pode capacitar o aluno para o exercício de atividade profissional de elevado nível. Neste caso, a IC cumpriria objetivos semelhantes àqueles dos estágios, que criteriosamente poderiam ser dispensados.

A figura 3 ilustra a concepção conceitual das dimensões de formação em relação ao programa de IC:

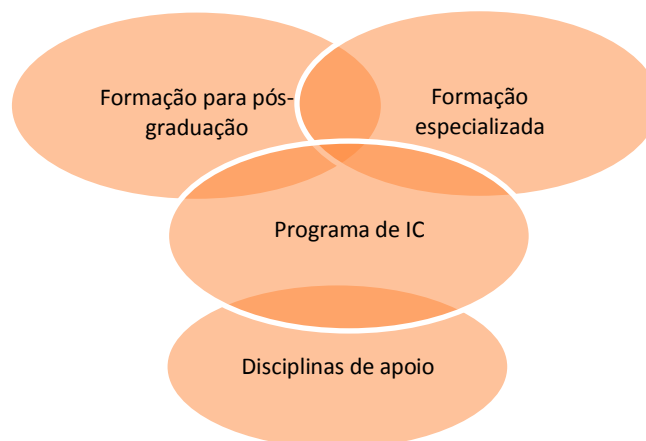


Figura 3 – Dimensões de formação em Iniciação Científica

A Iniciação Científica deve ser inserida claramente na estrutura curricular, contando com disciplinas optativas de apoio e atividades de investigação que favoreçam a prática interdisciplinar. Nesse caso, a estrutura curricular deve prever a equivalência entre o programa de IC e certo número de créditos e carga horária, fazendo parte dos totais exigidos para a conclusão da graduação.

As disciplinas de apoio ao programa de IC seriam comuns a todos os cursos, podendo ter conteúdos concernentes aos aspectos de metodologia de investigação, organização e escrita científica, além de comunicação e técnicas de apresentação de trabalhos. Por exemplo, os alunos de IC poderiam ser estimulados a cursar oficialmente as disciplinas do Programa de Aperfeiçoamento do Ensino (PAE) da pós-graduação.

O programa de IC deve ainda possibilitar que o aluno possa se inscrever em disciplinas da pós-graduação (optativas) voltadas para o tema da sua investigação. Isto é possível de acordo com as normas atuais da pós-graduação, mas, uma vez regulamentado o programa de IC, haveria, certamente, maior participação de alunos de graduação em disciplinas de pós-graduação, contribuindo para a transferência mais direta de conhecimentos deste para aquele nível de formação.

Um desafio importante consiste em harmonizar as atividades de IC, internacionalização, estágio e TCC. Como exemplo de avanço possível nesse sentido, a mobilidade para o exterior também poderia prever atividades prioritariamente relacionadas ao desenvolvimento de pesquisa, de modo compatível com um programa sanduiche, neste caso prevendo-se a co-orientação de pesquisador estrangeiro.

A possibilidade de equivalência entre IC e estágio deve ser prevista nos projetos pedagógicos, de acordo com critérios estabelecidos pelas respectivas coordenações de cursos. Naturalmente, o Trabalho de Conclusão de Curso também poderia ter conteúdo estreitamente relacionado à pesquisa desenvolvida no programa de IC, decorrendo desta, por exemplo, mediante uma etapa sucessiva de aprimoramento de seu relatório.

No caso de um programa de IC voltado para a formação profissional especializada seria interessante a sua realização em parceria com uma empresa interessada em desenvolver um tema de pesquisa específico ou inovação tecnológica. Nesse caso, a atividade de estágio passaria a fazer parte do programa de IC.

III.5 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE

O conceito mais conhecido relacionado ao desenvolvimento sustentável é o estabelecido pela Comissão Brundtland^(*), que o define como o atendimento às necessidades presentes sem que estas comprometam a possibilidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Pensar na formação do engenheiro para a construção de sociedades sustentáveis significa considerar a produção de conhecimentos, tecnologias e práticas inovadoras que se coadunem com o desafio da sustentabilidade.

^(*)World Commission on Environment and Development (WCED). *Our Common Future*. Oxford University Press, New York, 1987.

Dentre as exigências legais para a incorporação da temática da sustentabilidade na formação universitária, destaca-se a lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que, em seu Artigo 9º, estabelece que a educação ambiental deve ser “(...) desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas”, devendo ser (Artigo 10º) “(...) desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.”

Em relação às competências e habilidades que os engenheiros devem desenvolver o Art. 4º das Diretrizes Curriculares Nacionais para as Engenharias coloca, dentre outras, “(...) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais e avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental (...)”.

As diretrizes para a sustentabilidade procuram ir ao encontro desses dispositivos legais. De acordo com elas a temática da sustentabilidade não deve ser tratada apenas como conteúdo de disciplina(s) isolada(s) na matriz curricular, mas sim como um tema complexo, multi e interdisciplinar, que possibilite a participação e intercâmbio de diferentes áreas do conhecimento.

A formação dos Engenheiros da EESC precisa ser pautada pela perspectiva de uma abordagem que contemple soluções proativas, que visem à prevenção e precaução de impactos socioambientais negativos. Dentre as possibilidades de abordagem que correspondem a uma visão sistêmica, claramente com caráter interdisciplinar, está a perspectiva de ciclo de vida dos produtos. De fato, a ênfase no ciclo de vida (desde a extração do material até a produção, uso e pós uso – reuso, reciclagem, remanufatura, etc.) está na base de grande parte das melhorias ambientais, sociais e econômicas dos bens e serviços, decorrendo, ainda, do entendimento detalhado desse ciclo desde as fases do projeto do produto, diversas oportunidades de inovação.

O desafio consiste, por um lado na construção de estratégias de formação e motivacionais para que o corpo docente passe à adoção e desenvolvimento progressivo de uma cultura de sustentabilidade.

De outro lado é preciso estimular ações coordenadas junto à Comissão de Graduação, às Comissões de Cursos e, também, aos departamentos, para a construção de um projeto pedagógico coerente. Em todas as dimensões de formação, é imprescindível a integração dos valores socioambientais e conteúdos de sustentabilidade específicos a cada curso de Engenharia junto às disciplinas e demais atividades educativas. Em essência, trata-se de um processo que requer a identificação das particularidades de cada curso em relação à temática.

III.6 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA ENSINO, APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO

Quanto aos aspectos de ensino e aprendizagem na prática da interdisciplinaridade, pode-se requerer do docente motivação e conhecimento sobre habilidades interpessoais.

Em relação à motivação, é importante que o docente ministre conteúdos compatíveis com sua área de conhecimento. Em relação às habilidades interpessoais, o docente precisa saber como o aluno

aprende, isto é, como recebe e processa a informação, reconhecendo as diferenças individuais. Existem alunos que são mais visuais e outros mais auditivos quanto à recepção das informações. Neste sentido, a prática de “padronização das aulas” não é recomendável.

A falta de interesse e motivação do aluno pode ser resolvida com implantação de metodologias de participação ativa e de tecnologias instrucionais, disponibilizadas em ambientes favoráveis ao aprendizado, que lhe possibilitem construir significados e relações entre informações, desenvolvendo o seu esquema de raciocínio. Os laboratórios de ensino e aprendizagem podem desempenhar um papel relevante para oferecer cursos centrados no aluno usando uma metodologia de aprendizagem ativa principalmente em cursos em que as aulas são puramente expositivas.

Além disso, o professor deve explicitar, logo no início do curso, as informações gerais que interessam ao aluno, como os objetivos de formação da disciplina, a metodologia das aulas, o sistema de avaliação e notas, etc. Ao longo do curso a razão para o ensino de determinado assunto e sua relação com outros conhecimentos deve ser periodicamente esclarecida aos alunos.

Por outro lado, do ponto de vista da aprendizagem, os currículos devem levar em conta o tempo necessário para a aprendizagem, bem como considerar as metodologias de ensino mais indicadas para cada disciplina.

Ainda em favor do melhor aprendizado, um desafio importante consiste em estabelecer uma transição criteriosa para um regime de menor carga horária. Um avanço inicial possível nesse sentido seria determinar o que deve ser essencial e obrigatório para cada curso, buscando, ainda, reduzir as sobreposições ou interfaces comuns, numa espécie de otimização da carga horária de aulas. Também em favor da redução da carga horária, sugere-se a programação de atividades integradas entre disciplinas, mostrando a importância e aplicação de determinado assunto.

Contudo, com a redução da carga horária, observa-se que há maior necessidade de controle sobre as atividades dos alunos, além da disponibilização de material de consulta e estudo, naturalmente com o auxílio de recursos tecnológicos de eficácia comprovada.

Para operacionalizar estas ações, as Comissões de Cursos, coordenadas pela Comissão de Graduação, fariam as análises dos conteúdos, metodologias de cada disciplina, cargas de horas-aula e de trabalho complementares necessárias, ficando essas informações disponíveis no sistema de gerenciamento da graduação (Júpiter). A própria contagem de créditos de disciplinas da graduação poderia ser uniformizada com a contagem da pós-graduação, facilitando eventuais equivalências, ao mesmo tempo atendendo aos interesses dos programas de Iniciação Científica e da etapa de formação em pesquisa, pós-graduação e profissional.

No que diz respeito aos instrumentos de avaliação do aproveitamento, não se pode dizer que existam instrumentos melhores ou piores, pois o critério para determinar se um instrumento é bom ou não é a adequação das questões propostas aos objetivos que se pretendem medir. Conceitualmente os mesmos têm por finalidade evidenciar em que medida os resultados reais de aprendizagem apresentados pelos alunos se igualam aos resultados esperados no plano curricular.

O desafio é o de estabelecer um sistema de avaliação com mecanismos não só para determinar até que ponto os objetivos propostos foram alcançados, mas também para medir a eficiência do ensino

e das atividades promovidas pelo professor. Além disso, é de primordial importância que os objetivos das avaliações estejam bem definidos nos planejamentos das disciplinas, focando-se não somente em aspectos de conhecimento, mas também em relação às habilidades e competências.

As provas e testes com distribuição difusa nas disciplinas são procedimentos didáticos de avaliação que servem para acompanhar a aprendizagem dos estudantes, indicando, face aos padrões de desempenho previamente estabelecidos, a necessidade de mudanças ou de planejamento de atividades para enriquecer ou recuperar a aprendizagem. Nesse contexto, a avaliação baseada em aprendizado deve ter caráter motivacional e não punitivo.

Observa-se que a avaliação de caráter menos periódico, ou feita ao final do processo (avaliação somativa), predominantemente empregada nas disciplinas dos diferentes cursos da EESC, determina qual o conhecimento e quais habilidades o aluno adquiriu como resultado do programa instrucional. Esta avaliação geralmente se caracteriza pela atribuição de conceito ou classificação dos alunos. É um tipo de avaliação importante, porém, se usada exclusivamente, permite apenas identificar situações de aprendizado já consumadas.

Na medida do possível, a avaliação deve ser difusa durante o processo de ensino-aprendizagem (avaliação formativa), com uma frequência tal que possibilite detectar eventuais falhas a tempo de saná-las. Nesta perspectiva, a avaliação se descaracteriza como tarefa esporádica, assumindo um papel sistemático diretamente vinculado ao processo de ensino-aprendizagem.

Cabe ainda mencionar a importância da avaliação do próprio ensino e do desenvolvimento do programa instrucional realizado. É o momento em que o professor faz uma análise do trabalho desenvolvido, avalia o quanto já foi atingido e identifica o que faltou alcançar, o que contribuiu efetivamente para a consecução dos objetivos e o que necessita ser reformulado.

Destaca-se, finalmente, que podem existir situações em que a avaliação apresenta feição particular, com enfoque na competência. É o caso, por exemplo, de disciplinas que não têm um conteúdo formal a ser transmitido, mas, sim, propõem determinado desafio, como a resolução de um problema real envolvendo uma problemática nacional de interesse, ou a elaboração de um plano estratégico com apoio da tecnologia. Nestes casos, os alunos podem ser avaliados pela sua competência em aprender, mediante participação em discussões, elaboração de relatórios, apresentação de seminários, etc.

III.7 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A CAPACITAÇÃO E ASSISTÊNCIA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES

A ênfase no ensino/aprendizagem envolve o desafio de capacitar o corpo docente em didática. Nesse sentido, entende-se como essencial que o docente conheça de que forma ocorre o aprendizado, para que possa se valer de métodos, estratégias, recursos de ensino e avaliação mais apropriados.

Também é preciso explorar o potencial dos métodos ativos de aprendizagem e das novas tecnologias instrucionais para aprimorar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, além de melhorar as condições de laboratórios e salas de aula.

O Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia, CETEPE, criado na EESC pela Resolução 1987, de 23.10.80, pode, claramente, possibilitar avanços na direção da capacitação pedagógica de professores. Trata-se de centro concebido para atuar em todas as frentes do aprimoramento do ensino de Engenharia, em particular um centro de excelência dedicado ao apoio, acompanhamento e assistência pedagógica aos professores nas suas atividades de ensino.

Naturalmente o centro deve desempenhar papel fundamental na valorização da atividade de ensino, devendo conter nos seus quadros um grupo de profissionais com formação pedagógica alinhados com o ensino para engenharia.

Entre as atividades a serem desenvolvidas pelo CETEPE no cumprimento de sua missão e em consonância com as diretrizes da nova estrutura curricular, destacam-se:

- Acompanhar e auxiliar os docentes na aplicação de métodos inovadores e/ou alternativos objetivando o aprimoramento do aprendizado nos cursos;
- Analisar demandas e promover cursos de capacitação, treinamentos e atividades afins para docentes e pós-graduandos visando a melhoria contínua do processo de ensino e aprendizagem;
- Contribuir como incubadora e centro de testes de novas tecnologias instrucionais para melhoria ou inovação didático-pedagógica, as quais incluem a adequação das salas de aula, avaliando seus impactos no ensino e aprendizagem;
- Auxiliar na avaliação pedagógica nos concursos de admissão e progressão na carreira docente;
- Colaborar com os docentes envolvidos com a organização e gestão de equipes estudantis que participam de atividades de formação direta e extracurriculares em Engenharia;
- Apoiar a produção e disponibilização de conteúdos online com o objetivo de ampliar o acesso a conhecimentos complementares;
- Apoiar o desenvolvimento de uma estratégia de *Massive Open and Online Courses* (MOOCs).

Por meio do CETEPE a EESC poderá introduzir novos conteúdos e métodos alternativos e/ou inovadores para contribuir de modo efetivo na formação de seus engenheiros de acordo com o perfil estabelecido nas diretrizes. Assim sendo, além de possuírem excelente capacitação técnica, os engenheiros da EESC estarão mais bem preparados para enfrentar situações que exijam habilidades comportamentais maduras e com capacidade de empreender na busca de soluções inovadoras frente aos desafios sociais.

III.8 AVANÇOS POSSÍVEIS E DESAFIOS PARA A INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO

O desafio para promover a associação de formação empreendedora com transferência de tecnologia e estímulo à inovação nos diversos níveis de ensino e pesquisa passa por apoiar ações que capacitem e auxiliem pesquisadores e alunos a incorporar a tecnologia gerada como resultado de projeto de investigação, ou de curso, em produto ou serviço com desempenho melhorado.

Na EESC não existe espaço físico adequado para convivência entre pesquisadores e profissionais que atuam na área de inovação, como empresários, aceleradoras, investidores e outros. Um espaço

como esse poderia ampliar a rede de relacionamento dos pesquisadores, servindo como elemento integrador, auxiliando pesquisadores interessados em se organizar como empresas semente e facilitando a busca de competências por parte dos profissionais.

Procurando induzir o avanço nesse sentido a Escola de Engenharia vem estruturando um Centro, denominado Centro Avançado EESC para Apoio à Inovação - *EESCin*.

Para cumprir o papel de formação empreendedora em todas as modalidades dos cursos de engenharia da EESC, as atividades do Centro devem priorizar o caráter interdisciplinar e transdisciplinar, proporcionando aos estudantes a oportunidade de experienciarem o trabalho colaborativo em equipe. As ações do Centro devem acontecer fundamentalmente na forma de disponibilização de ambiente para o desenvolvimento de projetos, escolhidos e priorizados por meio de editais, e apoio ao planejamento e identificação de ações empreendedoras. Tais ações visam, também, incentivar os pesquisadores e alunos que participam de projetos do Centro para a continuidade na rota de evolução em direção à inovação em produtos ou protótipos.

Além disso, o *EESCin* deve servir como canal de divulgação das iniciativas da EESC num contexto mais amplo, nos quais se incluem projetos de competição de inovação e projetos de oferecimento de cursos de difusão ligados ao empreendedorismo, métodos e técnicas para desenvolvimento tecnológico e de produtos.

Por suas características, o *EESCin* deve também servir como um ambiente de aproximação das tecnologias em desenvolvimento na Escola de Engenharia de São Carlos com as empresas de base tecnológica e parques da região.

IV – DESAFIOS INSTITUCIONAIS

Alguns desafios mais específicos para a construção e realização de um currículo interdisciplinar da graduação em engenharia já foram objeto de breves comentários nas seções anteriores. Nesta seção são abordados desafios de caráter institucional mais amplo.

A Comissão de Graduação e as Comissões de Cursos, ouvidos os departamentos, têm a missão fundamental de planejamento e operacionalização de ações para colocar em prática as diretrizes aprovadas.

Chama-se a atenção para a ação determinante dos departamentos na execução das diretrizes, uma vez que estão intimamente ligados aos cursos de graduação e, ainda, são responsáveis pela contratação do corpo docente. Assim, os planos de trabalho e desenvolvimento futuro de cada departamento devem, por sua vez, atender aos objetivos gerais estabelecidos nas novas diretrizes curriculares.

Além das referidas comissões e departamentos, julga-se que as secretarias acadêmicas, enquanto estruturas organizadas pelos alunos associadas diretamente aos cursos, podem servir como centros importantes de discussão, conexão com os docentes e busca de soluções aos desafios relacionados aos cursos.

Por outro lado, é importante o estabelecimento de metas e prazos para a realização das alterações curriculares previstas nas diretrizes, bem como a definição de indicadores que revelem aspectos da nova realidade de ensino e aprendizagem que passará a vigorar na Escola e assim, qualificá-los. De fato já podem ser identificados alguns avanços progressivos possíveis em direção à nova realidade, sugeridos no próximo item, e que podem ser conduzidos em diferentes frentes, assim constituindo-se em metas iniciais a partir de 2016.

A sugestão geral nesse sentido consiste no estabelecimento de metas anuais, a serem definidas pela própria Comissão de Graduação, e a adoção de uma sistemática regular de avaliação, com análise dos resultados, nela incluindo-se cursos, disciplinas e docentes. As consultas para fins de avaliação podem ser organizadas de diferentes maneiras como, por exemplo, diretamente pelas Comissões de Cursos ou pelos alunos, por meio das secretarias acadêmicas. Além disso, o Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA), disponibilizado pela Pró-Reitoria de Graduação, poderia ser efetivamente utilizado, pois se trata de plataforma bastante completa que disponibiliza amplos recursos de análise estatística.

Naturalmente será preciso decorrer certo tempo para que o impacto das ações de operacionalização das Diretrizes possa ser avaliado, nesse sentido sugerindo-se o ano de 2020 para a realização da primeira das avaliações quinquenais. A própria Congregação deve questionar a Comissão de Graduação sobre o andamento deste processo.

Finalmente, é importante que a dedicação ao ensino por parte dos docentes, identificada nas avaliações, seja devidamente valorizada, particularmente nos processos de promoção na carreira.

V – PROPOSTAS PARA A PRÁTICA DAS DIRETRIZES

Desde a aprovação por parte da Congregação do documento sobre as diretrizes curriculares, o grupo de trabalho continuou realizando reuniões periódicas, dando maior ênfase, nesta etapa, a identificação de propostas para a prática progressiva das diretrizes, tomando-se por base o conjunto de avanços possíveis descritos no item III.

De um modo geral, entende o GT que os itens III.2, III.3 e III.4 reúnem um conjunto consistente de aspectos e ideias, sobre as quais a CG já pode iniciar um processo de análise e planejamento mais detalhado com vistas à sua operacionalização.

Por outro lado, considerando-se os outros itens do conjunto de avanços possíveis, identificaram-se algumas linhas de ação de prática mais imediata, e que estão sugeridas no que segue.

a) Atividades a serem conduzidas no âmbito da Comissão de Graduação e das Comissões de Curso

As atividades aqui sugeridas relacionam-se ao objetivo básico de identificar formas adequadas de interação disciplinar e sua inserção clara na estrutura de formação proposta nas diretrizes.

Análises dos conteúdos, metodologias, cargas de horas-aula e de trabalhos complementares de cada disciplina, a cargo da Comissão de Graduação, são ações iniciais sugeridas. A consequente

identificação de conteúdos inter-relacionados servirá, num passo seguinte, para orientação das Comissões de Curso no trabalho de definição e proposição de projetos que viabilizem a realização prática da interdisciplinaridade.

Além disso, na sequência desse conjunto de ações de caráter mais imediato, sugerem-se, por exemplo, a identificação daquelas disciplinas aptas para a implantação de metodologias ativas de ensino e aprendizado, bem como a elaboração de uma lista de problemas ou projetos abrangentes, reunindo competências de diferentes cursos, portanto de caráter interdisciplinar, que possam ser desenvolvidos em disciplinas, ou mesmo na forma de trabalho de conclusão de curso.

Outra atividade, agora a ser conduzida no âmbito das Comissões de Curso, diz respeito à chamada *Ambientalização Curricular*, cujo objetivo é a inserção da temática interdisciplinar da sustentabilidade de forma transversal em todas as dimensões de formação da graduação. Algumas propostas para a sua viabilização foram elaboradas por um subgrupo específico de trabalho do GT e já podem ser submetidas à apreciação das Comissões de Curso. Anexo a este documento apresenta-se um detalhamento mais específico das propostas, do qual se destacam, neste ponto, algumas das principais ações previstas:

- i. Formação, em cada CoC, de um GT Sustentabilidade e Ambientalização Curricular composto por: docente(s) do curso que já trabalha(m) com aspectos socioambientais, coordenador da CoC, educadora e pedagoga (a EESC já dispõe desses funcionários). Tal grupo terá as atribuições de identificação das principais disciplinas/docentes de cada curso com potencial de ambientalização e de estruturação do chamado Processo Formativo de Sustentabilidade e Ambientalização Curricular junto aos docentes do curso.
- ii. Processo Formativo de Sustentabilidade e Ambientalização Curricular. A partir da identificação dos conteúdos e metodologias “socioambientais” para cada disciplina, o processo tem por objetivo incluir a dimensão socioambiental nas ementas das disciplinas e instrumentalizar seus docentes para a incorporação progressiva dessa dimensão.
- iii. Elaboração de formas de incentivo dos docentes no processo de ambientalização curricular. Entre outras possibilidades, sugerem-se, por exemplo, a diminuição da carga horária de docentes participantes do processo de treinamento, a estruturação de ‘templates’ sobre os aspectos da sustentabilidade para as disciplinas e a inclusão dessa dimensão nos planos acadêmicos dos novos docentes contratados.

b) Atividades de apoio à formação em gestão e liderança

Outra frente de análise do GT esteve relacionada ao tema previsto nas Diretrizes da complementação à formação técnica dos alunos com as competências de formação em gestão e liderança.

Nesse caso, identificaram-se experiências passadas bem sucedidas, entre disciplinas e projetos educacionais, particularmente conduzidas no âmbito do curso de Engenharia de Produção. Sugere-se que a Comissão de Graduação conduza uma análise mais detalhada dessas experiências, pois poderão servir de modelos a serem adotados, ou adaptados, nos outros cursos da EESC.

Em relação ao desenvolvimento de atividades de fomento à competência de liderança, uma experiência passada que pode ser sugerida como referência, também realizada no curso de Engenharia de Produção, é o Programa de Desenvolvimento de Liderança em Engenharia (PROLIDER)^(*). Tal programa teve por objetivo conciliar competências técnicas, interpessoais e sociais para formar profissionais aptos a ocupar posições de gestão e liderança.

c) Atividades de apoio ao ensino: o CETEPE

O grupo de trabalho também tratou da questão do apoio e incentivo aos docentes para a adoção de novas metodologias de ensino e aprendizagem. Ficou claro que uma forma imediata de apoio ao docente consiste na promoção de cursos e treinamentos voltados para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, incluindo-se o uso de novas tecnologias e capacitação pedagógica. Naturalmente, evidenciou-se a necessidade de planejamento para adequação e reestruturação das atividades do Centro de Tecnologia para a Educação (CETEPE), de modo a capacitá-lo com as condições estruturais necessárias.

Em termos de reestruturação do CETEPE, sugere-se a criação de uma equipe de especialistas em metodologias ativas de aprendizagem e processos pedagógicos, composta por educadores, engenheiros e técnicos educacionais, estes com conhecimento e domínio de tecnologias de informação e mídias sociais, por exemplo. Dessa forma o centro poderá estar mais bem preparado para apoiar os docentes nas seguintes atividades:

- Adoção, desenvolvimento e avaliação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem que utilizem a problematização como estratégia;
- Elaboração e/ou adequação dos planos de ensino de acordo com as novas diretrizes educacionais da EESC;
- Construção e prática da avaliação discente como atividade permanente e indissociável da dinâmica de ensino-aprendizagem, de modo a garantir que se torne mais abrangente para que oriente o processo e a própria atividade docente.

Tal perspectiva de adequação é viável e já vem sendo realizada mesmo em face das limitações atuais do Centro. De fato, em relação ao desenvolvimento e uso de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, cabe observar que, com o apoio do CETEPE, já foram implantados na EESC laboratórios que fazem uso desses recursos. Cabe citar, por exemplo, o laboratório multiusuário InteGradEESC, que tem como proposta a utilização de projetos integradores, de caráter multidisciplinar, para facilitar a interação docente e discente. Outros exemplos a destacar são os laboratórios de ensino informatizados do Departamento de Engenharia Elétrica e Computação. Num sentido amplo, os laboratórios de ensino dessa natureza podem:

- i) Incluir atividades de aula interativas supervisionadas pelo professor e monitores usando aplicativos de simulação;

^(*)<http://www.prolider.eesc.usp.br/>

- ii) Proporcionar a imersão dos alunos nos problemas de engenharia similares aos encontrados em sua vida profissional futura e desenvolver a sua atuação em equipes multidisciplinares;
- iii) Apoiar a realização de trabalhos de conclusão de curso (TCC) em temas multidisciplinares;
- iv) Apoiar as abordagens de ensino baseadas em projetos ou problemas (PBL).

d) Atividades de apoio à inovação e transferência de tecnologia

Finalmente, destaca-se a frente de análise do GT voltada para a construção de mecanismos que possam facilitar o relacionamento entre a pesquisa interdisciplinar bem-sucedida e a transferência de tecnologia, previsto nas Diretrizes. Neste caso, constatou-se claramente que o melhor instrumento é o recém-criado Centro Avançado da EESC para Inovação (EESCin), no qual algumas atividades efetivas estão em curso, basicamente relacionadas a duas linhas de ação.

A primeira tem em vista o apoio direto ao empreendedorismo. Num passo inicial, como resposta a um edital de consulta junto à comunidade de pesquisadores da EESC, foi identificado um conjunto de projetos de pesquisa de natureza interdisciplinar com alto potencial de inovação. Para apoiar tais projetos estão em curso os trabalhos de formulação e planejamento de alternativas mais adequadas de ação empreendedora.

A segunda atividade do EESCin envolve um trabalho em conjunto com a Agência USP de Inovação e com o Centro de Engenharia Aplicada à Saúde (CEAS), outro centro da EESC reunindo pesquisadores de diferentes departamentos. Trata-se da formatação e proposição da disciplina optativa de graduação denominada Oficina de Inovação, com caráter transdisciplinar e aberta a alunos de todas as unidades do campus. Essencialmente, as vagas na disciplina serão preenchidas por seleção de projetos em atendimento a um edital. Neste edital um problema temático socialmente relevante será proposto, cabendo aos alunos o desafio de compor grupos e submeter projetos inovadores para a sua solução. O oferecimento de sua primeira versão foi aprovado junto à Comissão de Graduação e deverá ocorrer no primeiro semestre de 2016. Nesta versão a disciplina tratará da temática da infecção hospitalar e controle de zoonoses. Os projetos deverão estar associados ao desenvolvimento de equipamento baseado em tecnologia a laser. Espera-se que ao longo do semestre, contando com a orientação do grupo de mentores a ser formado por pesquisadores do CEAS, de áreas especializadas correlatas da EESC e de outras unidades, os projetos combinem o desenvolvimento e a adaptação de tecnologias adequadas para a solução do problema proposto. Fica, portanto, claramente evidenciado o caráter transdisciplinar dessa linha de ação.

Observa-se que nos futuros oferecimentos da disciplina os parceiros da EESC poderão mudar, podendo ser empresas ou outras Unidades da USP, a depender do tema a ser proposto. Já há a previsão de outras versões da disciplina nas temáticas: engenharia de risco, engenharia e economia, engenharia e sustentabilidade.

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentando-se no conceito de aprendizagem baseada em construção do conhecimento e em coerência com o perfil definido, o desafio de colocar em prática os objetivos de formação do engenheiro para atuar em problemas mais temáticos e menos disciplinares foi enfrentado na Escola de Engenharia de São Carlos ao longo dos últimos três anos mediante um trabalho sistemático de um grupo de trabalho comprometido com esse objetivo. O trabalho do GT, em particular a etapa realizada pós-aprovação das Diretrizes se conclui com este documento.

Como expectativa futura, é importante ressaltar que, para além do impacto direto sobre o ensino de graduação, imagina-se que a prática das diretrizes relacionadas à construção de um currículo interdisciplinar de graduação em engenharia deverá impactar positivamente a pós-graduação, a carreira docente e a relação da Escola de Engenharia com as outras unidades do campus de São Carlos da Universidade de São Paulo.

São Carlos, outubro de 2015.

Sergio Persival Baroncini Proença
Presidente do Grupo de Trabalho

BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Pessoal de Nível Superior. *Documento de área 2009: área de avaliação: interdisciplinar*. 2010. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/INTER03ago10.pdf>
- BORREGO, M.; CUTLER, S. Constructive alignment of interdisciplinary graduate curriculum in engineering and science: An analysis of successful IGERT proposals. **Journal of Engineering Education**, v. 99, n. 4, p. 355-369, 2010.
- Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Diário Oficial de União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p.32.
- CUNHA, F. M.; BURNIER, S. Estrutura Curricular por eixos de conteúdos e atividades. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, 2008.
- Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental.
www.portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicação13.pdf, acesso em 10 de junho de 2014.
- FROYD, J. E.; OHLAND, M. W. Integrated engineering curricula. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 147-164, 2005.
- GALLOWAY, P. D. Engineering Education Reform. **Civil Engineering**, p. 46-51, 2007.
- GEROLAMO, M. C.; GAMBI, L. N. How Can Engineering Students Learn Leadership Skills? The Leadership Development Program in Engineering (PROLIDER) at EESC-USP, Brazil, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 29, No. 5, pp. 1172–1183, 2013.
- GREENWALD, R. Today's Students Need Leadership Training Like Never Before. *The Chronicle of Higher Education*. December 5, 2010. Available at: <http://chronicle.com/article/Todays-Students-Need/125604/>.
- HARRISON, G. P.; EWEN MACPHERSON, D.; WILLIAMS, David A. Promoting interdisciplinarity in engineering teaching. **European Journal of Engineering Education**, v. 32, n. 3, p. 285-293, 2007.
- KERN, V. M. et al. Construção da Interdisciplinaridade para a inovação (Capítulo 26). In: *Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e Inovação*, Editores: PHILIPPI JR, Adolfo, SILVA NETO, Antônio J. Barueri, SP:Manole, 2011.
- KLEIN, J. T. A taxonomy of interdisciplinarity. In: FRODEMAN, Robert; KLEIN, Julie T., MITCHAM, Carl. *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. 2010.
- KING, C. J. Restructuring engineering education: Why, how and when? **Journal of Engineering Education**, v. 101, n. 1, p. 1-5, 2012.

Lei nº 11.788, de 25 de setembro de 2008. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l.9795.htm, acesso em 20/05/2014.

Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/lei/l11788.htm, acesso em 27/05/2014.

MCKEACHIE, W. **Teaching Tips**, Houghton Mifflin Company: Boston, 1999.

PRADOS, John W.; PETERSON, George D.; LATTUCA, Lisa R. Quality assurance of engineering education through accreditation: The impact of Engineering Criteria 2000 and its global influence. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 165-184, 2005.

RICHTER, D. M.; PARETTI, M. C. Identifying barriers to and outcomes of interdisciplinarity in the engineering classroom. **European Journal of Engineering Education**, v. 34, n. 1, p. 29-45, 2009.

ROSEN, M. A. Engineering education: future trends and advances. In: **Proceedings of the 6th WSEAS international conference on engineering education**. 2009. p. 44-52.

SILVEIRA, M. A.; CARMO, L. C. S.; PARISE, J. A.; CAMPOS, R. C.. Pesquisa em educação em engenharia. In: COBENGE 2007, 2007, Curitiba. Anais do COBENGE 2007. Curitiba: UnicenP, 2007.

WANKAT, P.C.; OREOVICZ, F.S. **Teaching Engineering**, McGraw-Hill, Inc.: New York, 1993.

WINBERG, C. Teaching engineering/engineering teaching: interdisciplinary collaboration and the construction of academic identities. **Teaching in Higher Education**, v. 13, n. 3, p. 353-367, 2008.

THIENSEN, J.S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador do processo de ensino-aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação*, vol. 13, nº 39, Rio de Janeiro, Sept/Dec, 2008 (*online version*).

ANEXO

GT – Graduação Ambientalização Curricular Cursos de Engenharia da EESC-USP

Grupo

Aldo R. Ometto, Patrícia S. Leme,
Rosane A. Aranda e Nídia P. Kuri

Missão

Propor formas de integrar a sustentabilidade junto à política de graduação visando estratégias transversais e multidisciplinares com princípios e valores socioambientais para os cursos de graduação da EESC.

Valores

Postura proativa e ética socioambiental com princípios de prevenção e precaução de impactos socioambientais negativos, busca de soluções inovadoras com impactos positivos, visão sistêmica e a perspectiva de ciclo de vida dos produtos (bens e serviços).

Objetivos

Apoiar no processo de formação dos docentes e na integração da sustentabilidade nos currículos e PPP dos cursos da EESC.

I. INTRODUÇÃO

Em essência, as diretrizes das políticas nacionais de educação ambiental e de meio ambiente apontam para a exigência e dever do ensino formal, em todos os níveis e modalidades, de preparar seus professores para a promoção da educação ambiental e a sustentabilidade. Trata-se de um processo que requer a identificação das particularidades de cada curso em relação à temática, a oferta de oportunidades de capacitação docente, bem como a promoção de estratégias motivacionais para adoção e desenvolvimento progressivo de uma cultura de sustentabilidade, fortalecendo a Instituição como um espaço formativo para uma Sociedade mais Sustentável.

II. PROPOSTA

- 1) Reunião com a CG para introdução dos conceitos de Sustentabilidade e Ambientalização Curricular seguida da apresentação e discussão da Proposta.
- 2) Identificar as principais disciplinas/docentes de cada curso com potencial de ambientalização;
- 3) Estruturar o **Processo Formativo de Sustentabilidade e Ambientalização Curricular** junto aos docentes do curso.

4) Processo Formativo de Sustentabilidade e Ambientalização Curricular:

4.1 Público-alvo: coordenador do curso, docentes identificados (convocados) e demais docentes interessados (convidados).

4.2 Objetivo: Instrumentalizar os docentes para incorporar a dimensão socioambiental nas suas disciplinas

4.3 Conteúdo (conceito, práticas e casos):

Exemplos de temas a serem abordados:

Sustentabilidade e Educação Ambiental
Ambientalização curricular;
Interdisciplinaridade;
Engenharia/Gestão do Ciclo de vida;
Economia Circular;
Ecologia Industrial;
Planejamento de ensino-aprendizagem.

4.4 Estratégias:

Aula expositiva;
Discussão em grupo;
Discussão de textos;
PBL;
Questionamento.

4.5 Resultados esperados:

Inclusão da sustentabilidade (dimensão socioambiental) de forma explícita na ementa da disciplina, e de forma prática nas aulas de graduação.

Plano de ensino incluindo todos os seus componentes básicos, contemplando os conteúdos selecionados para o tema da sustentabilidade a ser abordado na disciplina.

4.6 Avaliação:

Diagnóstica: realizada no início do processo de formação/capacitação;

Formativa: ao final de cada atividade realizada e/ou etapa da programação (participação, envolvimento e criatividade);

Somativa: verificação do plano de ensino-aprendizagem elaborado pelos participantes; levantamento das opiniões, sugestões e críticas sobre o programa e seus ministrantes.

4.7 Carga horária:

8h – Introdução, conceitos, métodos e casos (incluindo leituras)

4h – Prática de inserção da sustentabilidade nas ementas

4h – Apresentações do plano/Discussão.

4.8 Organização e Realização:

Comissão de Graduação - CG.

4.9 Apoio:

GT Graduação (enquanto ativo), CETEPE e Comissão de Sustentabilidade da EESC.

4.10 Verificar possibilidades de incentivo para ampliar a participação dos docentes no processo de Ambientalização Curricular:

4.10.1 Priorizar a distribuição de bolsa PAE para apoiar os docentes que trabalharão nessas disciplinas;

4.10.2 Oferecer recursos para livros e outros materiais voltados aos docentes que participaram do processo;

III. REFERÊNCIAS:

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2008.
- BARRON, A.; NAVARRETE, A.; DIDAC, FERRER-BALAS. Sostenibilización Curricular em las Universidades Españolas. España, **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.** 2010, v. 7, n. Extraordinario, p. 388-399.
- BENAYAS, J.; LEME, P. C. S. Cooperação interuniversitária e a Plataforma "Informação, sensibilização e avaliação da sustentabilidade na universidade. 2012. In: JORNADA IBERO-AMERICANA DA ARIUSA. Itajaí, 2012. **Livro eletrônico...** Itajaí: Univali, 2012, p. 57.
- BECK, U. **Risk society**. Beverly Hills: Sage, 1992.
- BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação – CNE. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**. Brasília: MEC/CNE, 2012 (minuta do documento aprovado)
- BRASIL, Congresso Federal. *Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999*. Dispõe sobre a Educação Ambiental. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 1999.
- BRASIL, Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. CNE. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (SECAD/MEC). *Cadernos Secad*. Educação Ambiental: aprendizes de sustentabilidade, 2007.
- BRASIL, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Resolução CNE/CP 2/2012. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de junho de 2012 – Seção 1 – p. 70.
- CADEP. Comisión sectorial de la CRUE para la Calidad ambiental, el Desarrollo sostenible y la prevención de riesgos. **Evaluación de las políticas universitarias de sostenibilidad como facilitadoras para el desarrollo de los campus de excelencia internacional**. España: Madrid: Ministerio de Educación/CADEP, 2010.
- CIELO, P. et al., Uma leitura dos princípios da prevenção e da precaução e seus reflexos no direito ambiental, **Revista CEPPG - CESUC** - Centro de Ensino Superior de Catalão, Ano XV, Nº 26 - 1º Semestre/2012
- COPELLO LEVY, M. I. Fundamentos teóricos e metodológicos de pesquisas sobre ambientalização da escola. **Pesquisa em Educação Ambiental**. v.1, n. 1, jul./dez, 2006, p. 93-110.

_____. Escola ambientalizada e formação de professor@s: compromissos e desafios. In: TAGLIEBER, J. E.; GUERRA, A. F. S. **Pesquisa em Educação Ambiental: Pensamentos e reflexões**. Pelotas, UFPel, 2004, p. 105 – 143.

ENCONTROS e CAMINHOS, Formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores, Luiz Antonio Ferraro Junior, [org.] Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

FREITAS, M. A década de educação para o desenvolvimento sustentável – do que não deve ser ao que pode ser –. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. 5, 2006, **Anais...** Joinville: Associação Projeto Roda Viva, 2007, p. 125 - 140, 2007.

GONZÁLES MUÑOZ, M.C. Principales tendencias y modelos de la educación ambiental em el sistema escolar. **Revista ibero-americana de educación**, 1996, n. 11, p. 13-74.

GUERRA, A. F. S.; Formação continuada de educadores ambientais: desafios e possibilidades. In: RAITZ, T. R.; FERREIRA, V. S; GUERRA, A. F. S. (Orgs.). **Ética e Metodologia: pesquisa na Educação**. Itajaí: UNIVALI, 2007, p. 241 – 255. (Col. Plurais Educacionais – 4).

____.; FIGUEIREDO, M. L. Educação para a sustentabilidade: proposta de inovação pedagógica na ambientalização curricular nos Cursos de Licenciatura da FURG. Projeto de pós-doutoramento. Rio Grande, Universidade Federal de Rio Grande, 2011.

____.; _____. (Orgs.) **Sustentabilidades em diálogos**. Itajaí: Univali, 2010.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. Campinas SP: Papirus, 2004.

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO NO NOVO SÉCULO. Assed Naked Haddad, Rubenildo Python de Barros – Conselheiros Efetivos do CREA/RJ

HAGUETE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

JUNYENT, M. GELI, A., e ARBAT, E., REDE ACES – Rede de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores, 2003.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LEME, P. C. S.; PAVESI, A. A plataforma da sustentabilidade como base para a construção coletiva de comunidades universitárias solidárias e sustentáveis. In: LEME, P.C.S.; PAVESI, A.; ALBA, D.; DÍAZ GONZÁLEZ, M.J. (Org) **Visões e experiências Ibero-Americanas de Sustentabilidade nas Universidades: desdobramentos do 3º Seminário Internacional de Sustentabilidade na Universidade (17 a 19 novembro de 2011, São Carlos, SP, Brasil)**. Madrid: UAM, p. 187-203.

LIMA, G. F. C. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. Campinas, **Ambiente & Sociedade**. v. 6. n. 2, jul-dez, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Crítica. In: FERRARO-JÚNIOR, L. A. (org.). **Encontros e Caminhos: formação de educadoras (es) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA, 2005.

MARCOMIN, F. E.; SILVA, A. D. V. da. A sustentável leveza da universidade. In: GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. **As sustentabilidades em diálogos**. Itajaí: Univali, 2010, p. 171-189.

OMETTO, A. R. et al., Ambientalização do curso de Engenharia de Produção: Caso da EESC-USP. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP 2012, Bento Gonçalves, RS, ENEGEP 2012.

PAVESI, A. Uma Abordagem Prática da Ambientalização Curricular: A Experiência da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). 3º Seminário Internacional de Sustentabilidade na Universidade, São Carlos, 17 a 19 de novembro de 2011.

PLATAFORMA Informação, sensibilização e avaliação da sustentabilidade na Universidade Disponível em: <http://www.projetosustentabilidade.sc.usp.br>. Acesso em 15 mar. 2012.

REDE ACES. Red de Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Disponível em: http://insma.udg.es/ambientalitzacio/web_alfastinas/castella/c_index.htm. Acesso em: 15 mar. 2012.

RUSCHEINSKY, A. (Org.). **Sustentabilidade: uma paixão em movimento**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

SANMARTÍ, N. ; PUJOL, R. M.. ¿Qué comporta capacitar para la acción? Sevilla, **Investigación en la Escuela**. n. 46, 2002, p. 49 - 54.

SILVA, A. D. V. da; MARCOMIN, F. E. A universidade sustentável: alguns elementos para a ambientalização do ensino superior a partir da realidade brasileira. In: **Actas do I Congresso Internacional de Educación Ambiental dos Países Lusófonos e Galicia**. Santiago de Compostela : CEIDA / Universidad de Santiago de Compostela, 2007. v. único.

SZYMANSKI, H. (Org.) **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. Brasília: Plano Editora, 2002. (Série Pesquisa em Educação, n. 4).

THIOLLENT, Michel, **Metodologia da Pesquisa-ação**, 7. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

TRAJBER, R.; SATO, M. Escolas sustentáveis: incubadoras de transformações nas comunidades. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. especial, set. 2010, p. 70-78.

TRISTÃO, M. Espaços/tempos de formação em Educação Ambiental. In: GUERRA, A. F. S.; TAGLIEBER, J. E. (Orgs.). **Educação ambiental: fundamentos práticas e desafios**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2007, p. 37-51. (Coleções Plurais Educacionais).