

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE INTEGRAÇÃO

Uma proposta do NECE – Núcleo de Educação em Ciências e Engenharia Prof.

Marcos Azevedo da Silveira

Criado em 2011, o **NECE** tem por objetivo aperfeiçoar e modernizar os cursos de Graduação em Engenharia da PUC-Rio. O **NECE** visa atender demandas da educação em Engenharia e Ciências, buscando aumentar a atratividade destes cursos, promovendo o diálogo entre os docentes, com a ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia) e com órgãos governamentais, de modo a contribuir para a formação de profissionais que atendam às necessidades atuais de desenvolvimento social e econômico do Brasil.

Com base na experiência acumulada nos últimos anos, o **NECE** concentrou seus esforços na formulação de um novo currículo para as Engenharias, que tem como projeto piloto a criação de um novo curso de Engenharia de Integração.

Setembro de 2017

I. JUSTIFICATIVA

I.1 Quadro geral

Os engenheiros são hoje formados do mesmo modo que há 40 anos. O mundo se transformou e se transforma, substancial e velozmente – com o advento de novas tecnologias, relações de trabalho e horizontes de produção –, e os cursos de engenharia permanecem inalterados em seus implícitos formativos.

Ou seja, a formação em engenharia precisa ser revista. A formação em engenharia precisa ser posta em diálogo com as tendências do século XXI. Na contramão, põe-se a dificuldade de conceber como seria o novo modelo em suas múltiplas dimensões: teóricas, práticas, éticas, pedagógicas e administrativas.

O rápido e incessante aparecimento de novas tecnologias – de produção, informação, automação, controle, miniaturização, além de seus múltiplos entrelaçamentos – aponta para a necessidade de formação de um profissional capaz de mover-se, com agilidade, para além dos conhecimentos adquiridos na graduação. Trata-se tanto da contínua aquisição de habilidades novas dentro dos seus âmbitos formativos originais – de fronteiras cada vez mais indefinidas – quanto de mover-se, adequadamente, nos contextos em que se inserem as engenharias, desenvolvendo visões de conjunto, capacidades críticas e autocríticas, enfim, a autonomia necessária a lúcidas tomadas de decisão.

O modelo atual investe, inicialmente, na aquisição de conhecimentos matemáticos, físicos e físico-químicos propedêuticos, oferecidos em geral nos chamados “ciclos-básicos” e caminha, em seguida, para o desenvolvimento de competências específicas – da engenharia mecânica, civil, elétrica, industrial, de telecomunicações, de materiais, etc.

Entre as críticas comuns está a de que o modelo tradicional é por demais assemelhado ao das pós-graduações, portanto, voltado para o desenvolvimento de estudos, pesquisas e compartilhamento de conhecimento através de publicações – e, mesmo, à formação de professores com esse mesmo perfil. Outra crítica costumeira é a de que a universidade tem capacidades limitadas de atualizar suas práticas formativas e equipamentos, de modo que, uma vez no mercado, os novos engenheiros precisam de longa formação complementar que os “atualize” e alinhe ao trabalho nas empresas, nivelando por baixo as graduações em Engenharia. Há ainda uma outra crítica bastante comum, a de que o modelo tradicional produz crescente desmotivação nos alunos, especialmente fomentada pela facilidade de acesso às novidades tecnológicas proporcionado pela Web.

Os estágios, numa ponta, assim como a aproximação entre empresa e universidade, no interesse do desenvolvimento de pesquisas aplicadas/encomendadas, poderiam, pelo menos em tese – caso englobassem mais rotineiramente as graduações –, mitigar o descompasso entre a formação que o aluno recebe na universidade e as demandas que efetivamente terá no início da sua vida profissional. Fica por discutir por que essas integrações não se dão de forma mais cabal.

O que se põe em questão é, enfim, que tipo de novo profissional de engenharia poderia melhor se adequar às dinâmicas exigências do mundo contemporâneo, e como ele seria formado nas universidades. Acrescente-se a necessidade de dar a esses profissionais, desde sua graduação, a consciência do importante lugar do engenheiro no mundo contemporâneo.

I.2 Questões e dificuldades

Uma primeira questão é se a “deformação” produzida nas escolas de engenharia se deve, mais, ao modelo que começa com o “ciclo básico” e depois se diversifica e especializa ou se a formação inadequada se radica preferencialmente na pedagogia empregada, baseada na transmissão de conhecimentos preexistentes e na verificação da absorção desses conhecimentos em avaliações por testes e provas. Pode ser que as duas instâncias tenham pesos semelhantes no perfil do egresso.

Começemos pelo ciclo básico. A aquisição de fundamentos matemático-científicos parece responder à necessidade de evitar que os futuros engenheiros sejam apenas operadores de máquinas ou usuários de métodos e procedimentos do tipo caixa-preta, portanto, dependentes e limitados em sua capacidade de enfrentamento de situações que não constem dos manuais. Só que a aquisição de conhecimentos aferida em provas e exercícios tradicionais, por si só, parece cada vez menos proporcionar a desejada “formação teórica”. Acrescente-se a queixa frequente dos alunos quanto a impossibilidade de enxergarem, antecipadamente, sentido prático nesses conhecimentos, com conseqüente efeito de desmotivação, deletério para qualquer aprendizado genuíno. A exceção ficaria por conta dos alunos com maior pendor científico, não exatamente técnico.

Também é preciso considerar em que medida, no ciclo profissional, o aluno realmente consegue se sintonizar com os conhecimentos adquiridos no ciclo básico, ou se aqueles conhecimentos passam a figurar ‘embutidos e invisíveis’ nas técnicas específicas com que passam a lidar. A segmentação em engenharias mecânica, elétrica e outras, ao lidar seletivamente com os conhecimentos

adquiridos no ciclo básico, tende a perder de vista o papel que a formação teórica comum poderia ter no diálogo, já na vida profissional, entre as várias engenharias.

Num plano filosófico-pedagógico amplo, pode ser útil, como forma de síntese das questões até agora apresentadas, recorrer (apenas ilustrativamente) à distinção kantiana entre “juízos determinantes” e “juízos reflexionantes”. Trata-se, no primeiro tipo de juízo, de identificar a que casos gerais pertencem os problemas particulares a resolver. Os conceitos gerais estão disponíveis e é preciso aplicá-los com competência e precisão aos casos particulares. A mão é inversa nos “juízos reflexionantes”. O caso particular não é “enquadrável” num conceito geral disponível, que tem, por isso, que ser criado ou buscado de alguma forma. Saindo do âmbito da filosofia kantiana, pode-se pensar no engenheiro contemporâneo em constante lida com situações novas. Ele precisa ser suficientemente honesto e perspicaz para perceber que a situação é nova, justamente, por não se enquadrar no âmbito dos conhecimentos de que dispõe. Ato contínuo, precisa dar contornos aos saberes de que não dispõe e planejar como provê-los, o que pode abranger um leque muito amplo de ações. A chamada formação tradicional aposta pouco nos “desenvolvimentos reflexionantes”, sendo essa carência tida como mais e mais importante nos modos de produção contemporâneos.

Se essa analogia faz sentido, ela pode ser usada para repensar a formação dos novos engenheiros que, como registrado anteriormente, antevê múltiplas dimensões para o novo modelo formativo: teóricas, práticas, éticas, pedagógicas, administrativas. A pergunta em relação a esse novo modelo poderia observar a seguinte chave: – Que conhecimentos gerais e específicos – sobretudo, que relação entre eles – precisariam ser proporcionados ao aluno para pleno desenvolvimento de suas capacidades “reflexionantes”?

I.3 Competência gerais e conhecimentos específicos

É consenso – tanto na literatura sobre o tema como na opinião de profissionais atuantes no mundo empresarial – que as “competências gerais” imprescindíveis à boa formação do novo engenheiro envolvem, também, o domínio de capacidades comunicativas e a percepção de aspectos ético-relacionais.

Dizendo de forma mais ilustrativa, é razoável reivindicar que o profissional seja capaz de identificar contradições, perceber incoerências, inconsistências ou insuficiências, fazer analogias e transposições, identificar padrões e tendências, contextualizar situações e problemas, perceber prioridades, relevâncias e limites, organizar e expor de forma clara suas dúvidas e conjecturas, perceber potenciais parceiros ou colaboradores.

Não é preciso muito esforço para inferir que essas “competências gerais” não podem “rodar no vazio”, carecendo de conhecimentos específicos sobre os quais possam fazer valer sua potência. Talvez, aqui, uma outra noção filosófica possa ser útil: a de “jogos de linguagem”, trabalhada por Wittgenstein. Desde que o jogador conheça as regras que estruturam um jogo, é razoável imaginar que as referidas competências gerais possam fazer dele um jogador mais hábil, capaz de se deslocar entre jogos que experimentem, com o primeiro, “semelhanças de família”. A questão para a formação do “novo engenheiro”, assim, talvez consista não somente em descobrir como desenvolver as chamadas “competências gerais”, mas selecionar conhecimentos e experiências específicas que lhe permitam, tanto quanto possível, compreender o jogo que se joga na engenharia de hoje, tornando-o capaz de desempenhar suas tarefas e se inserir nas empresas sem ficar confinado a âmbitos demasiado restritos que logo se mostrarão obsoletos.

I.4 Humanidades

Como a engenharia é uma profissão muito envolvida com a vida natural e social, espera-se que promova o bem-estar geral das sociedades em escopo amplo. Está, todavia, longe de ser trivial, desde Platão, o modelo ideal de sociedade a perseguir, bem como as noções de bem e justiça a ele atrelado, sem falar dos meios a serem mobilizados para a promoção da prosperidade em questão.

Os cursos de engenharia da PUC-Rio incluem hoje algumas matérias das chamadas humanidades, como filosofia e ética cristã. Entretanto, essas disciplinas raramente estão contextualizadas com o atual momento hegemonicamente tecnológico da humanidade e com os desafios nele presentes.

A formação do novo engenheiro deveria proporcionar aos alunos não só reflexões abertas e amplas sobre ética – e suas diferenciações em relação a outras formas de regulação de conduta e estabilização de comunidades, como o direito, a política, a religião, etc. –, como consciência do lugar da técnica no mundo contemporâneo, com seus imperativos, demandas, promessas e perigos. Disso depende não só a capacidade do egresso de lidar lucidamente com a necessidade de regras, leis e limites, como a de estar atento às tendências globais e a elas ser capaz de responder, desde o nível mais pessoal até aquele que suas responsabilidades profissionais permitirem e demandarem.

Instituições diversas oferecem, hoje, cursos de “Ética e Liderança”, “Sustentabilidade e Responsabilidade Social”, “Responsabilidade Social Empresarial”, voltados tanto para graduações como MBAs e extensões “in

company”. Esses cursos cumprem, em geral, o papel de preparar os alunos para demandas de mercado, de certificação, e para lidar com a opinião pública. Mas, raramente, proporcionam oportunidade de pensar mais alargada e profundamente, de projetar cenários com maior liberdade e discutir mais a fundo as responsabilidades sociais e ambientais dos setores produtivos.

Um diferencial importante do curso de formação de engenheiros em pauta é investir em disciplinas ou estudos transversais de humanidades que, de fato, possibilitam exercícios ético-especulativos à altura da complexidade do momento civilizacional em que vivemos. Bem entendido, não se fala aqui, nem de longe, de teorias filosóficas, sociológicas ou econômicas descoladas do universo dos engenheiros e de seu lugar na renovação do mundo contemporâneo.

II. BACHARELADO EM ENGENHARIA DE INTEGRAÇÃO: MACRO ESTRUTURA

Essa contextualização da formação em Engenharia aponta para a necessidade de construção de uma nova pauta educacional e envolve profundas mudanças tanto na estrutura curricular vigente – linear e fragmentadora do conhecimento – como desafia a tradicional relação com a sala de aula. A exemplo do que se observa em diferentes países, inclusive no Brasil, essa nova pauta deve se desenvolver baseada em projetos que integrem diferentes saberes, convidando os estudantes a vivenciar novas formas de construção do conhecimento e reconhecendo que o mundo é relacional. Uma pauta educacional que possibilite formar profissionais com conhecimentos multidisciplinares em lugar de especialistas em áreas tradicionais da Engenharia.

O Bacharelado em Engenharia de Integração ora proposto abraça esse desafio. Para tanto, e para aproximar teoria e prática, se estrutura em torno de Projetos/Problemas Integradores que, em seu desenvolvimento, se utilizam de metodologias ativas – de aprendizagem, de processo e de informação – voltadas para a (re)construção e o compartilhamento de conhecimentos e informações. O objetivo é relacionar, desde o primeiro semestre de curso, o conhecimento científico com aplicações reais da engenharia.

A ideia é oferecer um curso que estimule o aluno a aprender a aprender, que ofereça novas formas de fazer e de pensar, que abra espaço para a experimentação. Um curso desenvolvido em ambiente transdisciplinar e interdisciplinar, onde os conteúdos curriculares são trabalhados de forma prioritária, mas não exclusivamente, no âmbito de projetos. Um curso que possibilite a exploração e

estímule o desenvolvimento de competências e habilidades sempre contextualizadas.

II.1 Estrutura curricular

Do ponto de vista curricular, este cenário demanda uma (re)organização dos conteúdos definidos nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (Parecer CNE/CES 1362/2001 e Resolução CNE/CES 11 de 11 de Março de 2002), de maneira que os saberes ali especificados ponham em diálogo percursos técnico-científico e de humanidades, trabalhando-os de forma integrada e simultânea. O objetivo é oferecer ao estudante um conjunto de experiências de aprendizagem, participativo e coerentemente articulado, informado por conhecimentos que possibilitem uma formação mais ampla ao alimentar a troca e a contextualização de conhecimentos.

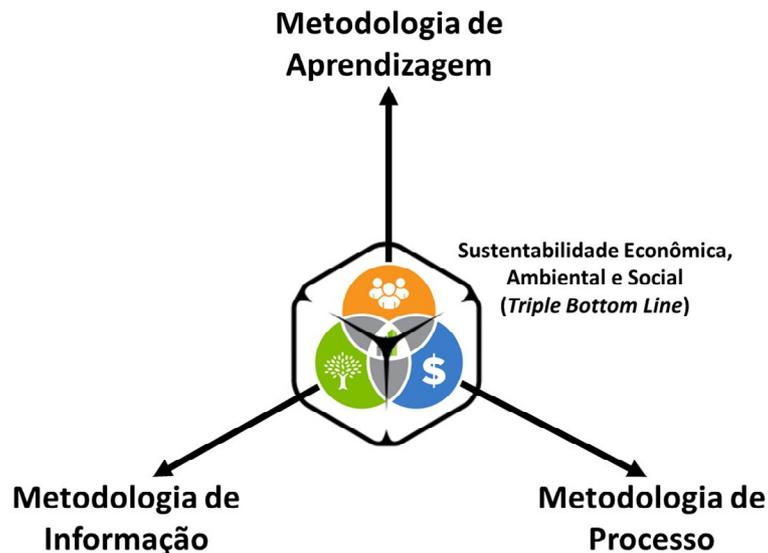
Os Projetos/Problemas Integradores, em torno dos quais se estrutura o currículo, (a) possibilitam a adoção do modelo de currículo em espiral, onde tópicos e conceitos chave são periodicamente revisitados, cada vez com maior complexidade, (b) demandam equipes multidisciplinares de alunos e professores atuando em ambientes de atelier integrado e (c) utilizam sistemas transacionais de forma a viabilizar a aplicação de conceitos teóricos à prática de projeto. Possibilitam, ainda, uma visão articulada entre as características da atuação profissional do futuro engenheiro e a multiplicidade de situações envolvidas na solução de problemas de engenharia.

Ainda no que se refere à estrutura e ao currículo do curso, os componentes curriculares de natureza regulatória, como estágio, monografia de graduação e atividades complementares, serão trabalhados como oportunidades adicionais de formação, seja em campo de formação específica, seja em campo de saber complementar.

II.2 Metodologia

Enquanto os currículos tradicionais dos cursos de Engenharia são direcionados a formar indivíduos capazes de trabalhar em tarefas individuais, mesmo quando intituladas “projetos”, a profissão vem evoluindo de forma a requerer que seus profissionais trabalhem em projetos de maneira distribuída, com foco em resultados globais e na sustentabilidade do empreendimento durante o seu ciclo completo de vida.

No Bacharelado em Engenharia de Integração ora proposto isso é alcançado pela combinação de três metodologias complementares:



Metodologia de Aprendizagem – Aprendizagem Baseada em Projetos/Problemas – De forma bastante simplificada, a ABP – uma metodologia ativa, colaborativa e integrativa – inverte o processo de aprendizagem ao usar problemas para iniciar, focar e motivar a aprendizagem.

Nesse contexto, o aluno deixa de ser um elemento passivo, exposto à informação por meio de aulas expositivas, e passa a buscar o conhecimento para resolução de problemas; o professor deixa de ser um transmissor de conhecimentos e passa a ser um orientador, um facilitador da aprendizagem.

Essa mudança impõe desafios significativos para alunos e professores, ao mesmo tempo em que favorece a construção do conhecimento, a interdisciplinaridade e a demanda da teoria pela prática. Por ser uma metodologia específica de contexto, favorece, também, o desenvolvimento de atributos profissionais não técnicos, importantes para a prática da engenharia em uma sociedade em constante transformação. Na mesma linha, possibilita, ainda, aos alunos (re)elaborar e (re)significar informações e conhecimentos ao serem expostos a complexidade de sua prática futura.

Metodologia de Processo – Design Thinking – Um conjunto de métodos e processos usados para abordar problemas relacionados à coleta de informações, à análise de conhecimento e à proposta de soluções. É considerado a capacidade de fomentar a criatividade para gerar de soluções e a razão para analisar e adaptar soluções ao contexto. Adotado por indivíduos

e organizações, tanto no mundo dos negócios como em engenharia e design contemporâneo, tem visto sua influência crescer entre diversas disciplinas, como uma forma de abordar e solucionar problemas.

O *Design Thinking* busca diversos ângulos e perspectivas para solução de problemas, priorizando a colaboração, em equipes multidisciplinares, em busca de soluções inovadoras. Propõe um novo olhar ao se endereçar problemas complexos; um ponto de vista mais empático que, ao colocar as pessoas no centro do desenvolvimento de um projeto, gere resultados para elas mais desejáveis e, ao mesmo tempo, financeiramente interessantes e tecnicamente possíveis de serem transformados em realidade.

A metodologia, de forma geral, pode ser dividida nas seguintes fases de desenvolvimento:

- Imersão e Observação – para entender o contexto do projeto,
- Análise e Síntese, Definição – para compreender o real enfoque do projeto,
- Ideação – para propor potenciais soluções,
- Prototipação – para materialização de forma dinâmica da potencial solução, e
- Testar/Satisficing¹ - para verificar as hipóteses e buscar a alternativa mais aderente as aspirações do projeto.

Essas fases são a base da estrutura analítica dos projetos, gerando os cronogramas de acompanhamento e de referência para a gerenciamento dos projetos.

Modelagem de Informação em Projetos de Engenharia (MIPE) - Conjunto de procedimentos, técnicas e ferramentas que possibilitam a integração de dados e informações entre diferentes sistemas de um empreendimento. Tem por objetivo a otimizar os processos, os controles e a gestão, evitando a duplicação e promovendo o compartilhamento, em apoio à tomada de decisão.

¹ *Satisficing* é um conceito cunhado pelo economista Herbert Simon onde se busca entender as aspirações antes da escolha das alternativas apresentadas. Tão logo se descubra uma alternativa que esteja de acordo com esse nível de aspiração, ele termina a pesquisa e escolhe essa alternativa. Simon chamou este processo de *Satisficing*. Neste caso, as aspirações dos projetos estão em atender a tríade dos aspectos econômicos, sociais e ambientais, reforçando a abordagem do conceito do *Triple Bottom Line*.

A modelagem de informação se dedica a transformar dados e informações em conhecimento. É um processo que envolve a descrição física dos objetos informacionais assim como seus conteúdos e relacionamentos, os objetivos e o contexto em que se desenvolve o empreendimento. Num certo sentido, a modelagem de informação é, também, a modelagem dos processos organizacionais e busca derrubar as fronteiras entre as diferentes áreas do empreendimento ao oferecer uma visão ampla e integrada, assim como um ambiente adequado de armazenamento e gerenciamento da informação.

A Modelagem de Informação em Projetos de Engenharia (MIPE) é um termo cunhado na presente proposta de criação do curso de Engenharia de Integração para unificar termos relacionados a metodologias semelhantes. Isto é, a modelagem de informação aplicada a áreas distintas recebe diferentes denominações. Na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é conhecida como *Building Information Modeling* (BIM). Em outras áreas, a modelagem de informação recebe outras designações: Automação de Projetos, PLM – *Product Life-cycle Management* ou GIS (*Geographic Information System*).

Na metodologia BIM o empreendimento é representado por objetos inteligentes que possuem informação detalhada sobre eles mesmos e que também entendem as suas relações com outros objetos no modelo 3D do empreendimento. Isso não só muda a forma como desenhos e visualizações são criados, mas também altera dramaticamente todos os aspectos chave envolvidos na realização do empreendimento. Questões tais como os requerimentos impostos pelo cliente são capturados e usados para desenvolver o projeto conceitual; como alternativas de projeto são analisadas; como os vários membros de uma equipe colaboram no projeto, tanto dentro de uma única disciplina como em múltiplas disciplinas; como o empreendimento será de fato construído; e como depois de construído o empreendimento será operado e mantido. BIM impacta cada um desses processos porque traz mais inteligência e maior eficiência.

No desenvolvimento dos Projetos/Problemas Integradores essas metodologias estão transversalmente ancoradas no conceito TBL (Tripé da Sustentabilidade ou *Triple Bottom Line*), termo utilizado para indicar que, no desenvolvimento dos Projetos/Problemas Integradores, as variáveis ambientais, sociais e econômicas devem interagir e trabalhar dependentemente.

Esse conceito, Tripé da Sustentabilidade, foi criado nos anos 1990 por John Elkington, um dos precursores da responsabilidade social e ambiental nas grandes empresas. O conceito corresponde aos resultados de uma organização medidos em termos sociais, ambientais e econômicos, considerando as dimensões:

- Pessoas - Refere-se ao tratamento do capital humano de uma empresa ou sociedade,
- Planeta - Refere-se ao capital natural de uma empresa ou sociedade, e
- Financeiro - Trata-se do lucro. É o resultado econômico positivo de uma empresa.

Essas dimensões são apresentadas nos relatórios corporativos das empresas comprometidas com o desenvolvimento sustentável. Em todos os casos, as empresas que apresentam esta conta tripla de resultados perceberam, antes de outras, que no futuro imediato o consumidor e a sociedade se tornará cada vez mais responsável e exigirá saber o impacto econômico, ambiental e social que geram os produtos que premia com a sua compra ou preferência.

II.3 O Professor

No modelo de curso ora proposto, a prática docente se reveste de novas características e constitui um novo desafio. De uma maneira geral, os docentes são, reconhecidamente, especialistas em sua área de atuação e em relação à disciplina que ensinam. Assim foram capacitados, assim foram formados. O novo contexto, com ênfase na prática, no incentivo ao protagonismo dos estudantes e no entrelaçamento de saberes, transforma o fazer didático em uma atividade necessariamente integradora e o professor (juntamente com monitores e tutores, entidades necessárias nesse novo ambiente), tradicionalmente um transmissor do conhecimento, em um facilitador, um articulador do processo de aprendizagem. Deve-se salientar, ainda, que este modelo não pode prescindir da colaboração de profissionais do setor produtivo.

O novo paradigma educacional impõe desafios ao professor, tanto no que concerne à sua prática pedagógica, necessariamente atenta ao diálogo entre conteúdos de várias áreas do conhecimento, como em relação à sua prática avaliativa que, como elemento auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem, incorpora dimensões próprias do trabalho com projetos. Além da mensuração e verificação do aprendizado específico, questões comportamentais, de processo e de resultados, características desse novo engenheiro que se quer formar, demandam a adoção de formas diversas e instrumentos avaliativos variados.

II.4 A Avaliação

Não se pretende, aqui, indicar ou definir os instrumentos avaliativos a serem utilizados. Pelo contrário. A avaliação – aí incluídos todos os componentes do

processo: o aluno, o professor, as metodologias de ensino, as condições de oferta etc. – se reveste de características diversas e deve incorporar diferentes percepções e interpretações. Para efeitos do presente documento, registramos, porém, algumas características básicas que têm de ser observadas quando da definição dos métodos, mecanismos e instrumentos avaliativos. Devem:

- ser definidos à luz dos resultados a serem alcançados em cada momento do curso,
- fornecer informações qualitativas que possibilitem o aperfeiçoamento contínuo do processo ensino-aprendizagem, e
- contribuir para a construção do profissional com habilidades e competências diferenciadas que se quer formar.

Em resumo, a avaliação no Bacharelado em Engenharia de Integração não deve ser considerada como um fim em si, mas um instrumento capaz de fornecer indicadores para a revisão e o acompanhamento do processo como um todo. Um processo que não se encerra na sua efetivação, mas que se auto alimenta e fornece elementos para a sua permanente revisão e aprimoramento.

II.5 A Infraestrutura Física

No que importam as condições de oferta, a nova pauta educacional demanda uma nova relação de espaço e tempo de aprendizagem – o curso será, necessariamente, em tempo integral –, e a existência de uma infraestrutura que abra espaço para o desenvolvimento de projetos que integrem os conteúdos e convidem os estudantes a vivenciarem este novo contexto educativo. Esse novo espaço-tempo deve possibilitar o encontro, o estudo em grupo, a integração da comunidade acadêmica. Deve dispor de uma infraestrutura que além do acesso a tecnologias e ferramentas, possibilite o fazer, o colaborar, o aprender e o compartilhar. Que propicie o projetar, o prototipar e o criar.

Envolve, ainda, um qualificado relacionamento com o setor produtivo, com empresas parceiras, no aprimoramento e na implementação do projeto educacional, assim como na empregabilidade dos egressos deste novo curso. Não por acaso, algumas empresas têm sua marca associada a espaços instrumentados de aprendizagem colaborativa – ou *Makerspaces*, como são chamados –, tais como alguns instalados na PUC-Rio, vistos como incubadoras de ideias e espaços propícios à inovação.

II.6 O Egresso

Uma última consideração diz respeito ao perfil dos egressos do Bacharelado em Engenharia de Integração da PUC-Rio. Não é demais lembrar que não se trata de preparar gestores ou CEO's de grandes empresas, mas proporcionar aos alunos uma formação que maximize suas chances de encontrar caminho em meio ao cipoal do mundo produtivo contemporâneo, com suas transformações, "esfumamento" de fronteiras e velocidade características. Essa constatação leva, por um lado, a uma desoneração da tarefa formativa, mas, por outro, à lida com âmbitos muito abertos de conhecimentos e apostas ousadas na definição das trajetórias formativas.

As habilidades e competências necessárias a esse novo Engenheiro, destacadas anteriormente neste documento, são, aqui, reiteradas face aos desafios que se impõem: um profissional capaz de identificar contradições, perceber incoerências, inconsistências ou insuficiências, fazer analogias e transposições, identificar padrões e tendências, contextualizar situações e problemas, perceber prioridades, relevâncias e limites, organizar e expor de forma clara suas dúvidas e conjecturas, perceber potenciais parceiros ou colaboradores. Enfim, é razoável reivindicar que esse profissional seja capaz de acompanhar o fluxo de novidades, transformações e desafios que caracteriza a contemporaneidade.

III. PROBLEMAS/PROJETOS INTEGRADORES

Os macrotemas a seguir relacionados possibilitam a integração horizontal e vertical dos conteúdos curriculares, bem como o desenvolvimento do currículo em espiral onde os conteúdos são revisitados em diferentes momentos do curso, cada vez em maior profundidade.

PROBLEMAS INTEGRADORES

Áreas: Fundamentos de Engenharia e Humanidades

Metodologia: ABP – Aprendizado Baseado em Problemas

PROBLEMA 1: CULINÁRIA

PROBLEMA 2: ACADEMIA DE GINÁSTICA

PROJETOS INTEGRADORES

Áreas: todas

Metodologia de aprendizagem: ABPj – Aprendizado Baseado em Projeto

Metodologia de processo: *Design Thinking*

PROJETO 1: MOBILIÁRIO

(conjunto de móveis, objetos e equipamentos que suportam o corpo humano)

Modelagem da Informação de Projeto de Engenharia (MIPE): PLM – *Product Life-cycle Management*

Parcerias: Artes & Design

PROJETO 2: VEÍCULOS

(drones, ROV – Remote Operated Vehicles, Google car etc.)

MIPE: PLM – *Product Life-cycle Management*

Parcerias: Geografia e Meio Ambiente; Artes e Design

PROJETO 3: EDIFICAÇÕES

(hospital, escola, condomínio, aeroporto)

MIPE: BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação para Construção)

Parcerias: Arquitetura & Urbanismo

PROJETO 4: INSTALAÇÃO INDUSTRIAL

(Indústria 4.0, fábrica de automóveis, fábrica de bebidas, fábrica de cosméticos, refinaria)

MIPE: Automação de Projetos (BIM para Indústria)

Parcerias: Engenharia Química

PROJETO 5: INFRAESTRUTURA

(Smart City, Smart Grid, barragem, transportes, saneamento, matriz energética)

MIPE: BIM e Automação de Projetos

Parcerias: Arquitetura & Urbanismo

PROJETO 6: CIDADES

(Smart City, mobilidade, economia circular e compartilhada, sustentabilidade)

MIPE: BIM, GIS (*Geographic Information System*) e Automação de Projetos

Parcerias: Arquitetura & Urbanismo; Geografia e Meio Ambiente

PROJETO FINAL (2 períodos)

Ideal: projetos propostos por alunos nos temas de interesse das empresas parceiras.

Como pode ser observado, nos dois primeiros semestres, os macrotemas escolhidos possibilitam o trabalho com problemas referenciados ao cotidiano das pessoas e que envolvem os fundamentos das engenharias e das humanidades; nos três anos seguintes, temas do universo corporativo trazem maior complexidade aos projetos e possibilitam o trabalho com conteúdos das engenharias contempladas na presente proposta (vide abaixo); finalmente, no último ano do curso os alunos poderão optar por projetos propostos por empresas parceiras e/ou de seu interesse ter como macrotema um projeto que contempla múltiplas abordagens, como o macrotema proposto.

IV. CONTEÚDOS CURRICULARES

O uso de Problemas/Projetos Integradores (PIs), que vinculam diferentes conteúdos curriculares, como diretriz para o desenvolvimento do currículo representa uma mudança de paradigma e envolve significativas mudanças nas disciplinas, tal como oferecidas no modelo tradicional, e no currículo, que passa a ser concebido como um programa de estudos coerentemente integrado, que busca oferecer ao aluno um conjunto de experiências reais de engenharia. O detalhamento dos conteúdos curriculares, precisa, portanto, refletir tanto a integração horizontal e vertical entre os conhecimentos que estão sendo adquiridos, como os objetivos de aprendizagem presentes em cada momento do curso.

Na mesma linha, o foco em projetos/problemas, no aprendizado ativo por meio da valorização e integração de conhecimentos, leva à minimização da carga horária em sala de aula, forma tradicional de aprendizado, posto que as atividades serão desenvolvidas prioritariamente em laboratórios, o que impacta, significativamente, a construção do currículo e, por extensão, o detalhamento dos conteúdos curriculares.

Assim, e conscientes de que a implementação do Bacharelado de Engenharia de Integração deverá, ainda e necessariamente, passar por várias etapas antes de estar pronto para ser implementado, optamos por apresentar, neste momento, dois segmentos de conteúdos curriculares – consoantes com o estabelecido nos instrumentos regulatórios -- presentes no desenvolvimento dos PIs propostos:

- a) Conteúdos Transversais: envolve os fundamentos científicos e tecnológicos que estabelecem as bases da formação em engenharia e aqueles voltados para a compreensão de aspectos estruturais da sociedade, que se desenvolvem de forma integrada, ao longo de todo o currículo.

Humanidades
Acessibilidade
Empreendedorismo e Inovação
Ética e Liderança
Expressão, Criatividade e Representação
Gestão
Legislação e Normas
Mundo e Transcendência
Pensamento Crítico, Lógica e Argumentação
Relações Interpessoais
SMS – Segurança, Meio ambiente e Saúde
Fundamentos
Computação
Física
Matemática
Química

- b) Subáreas da Engenharia de Integração: referem-se aos conhecimentos de formação profissional do Engenheiro de Integração nos termos propostos.

Subáreas da Engenharia de Integração
Alimentícios
Celulose
Construção Civil
Controle
Dinâmica e Controle
Eletrônica
Estruturas
Fármacos
Fluidos e Energia
Geotecnia
Manufatura
Mecânica Aplicada
Petroquímica
Recursos Hídricos e Ambiente
Sistemas de Potência
Telecomunicações
Têxtil
Tintas
Transporte

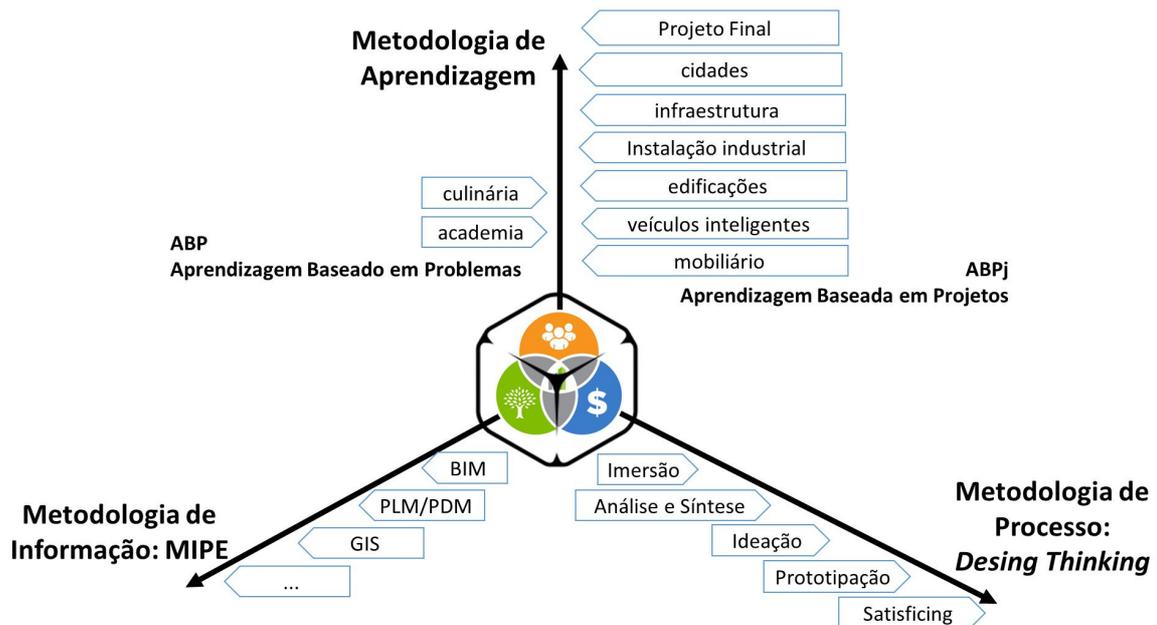
É importante lembrar que a presente proposta oferece, ainda, oportunidades adicionais de formação e aprofundamento, em campos de saber específicos e/ou complementares, através de componentes curriculares de natureza regulatória, como optativas, estágios supervisionados e atividades complementares.

É importante registrar também que o desenvolvimento das metodologias de aprendizagem implica na elaboração de um plano de atividades como o exemplo, a seguir, desenvolvido pelo curso de Arquitetura e Urbanismo.

sem	aula	data	horário	área / assunto e professores	aulas e/ou atividades	
10	17	seg 08/05	7-9	urb e teoria TT e AP	Exibição Documentário "O Porto do Rio" - Pedro Évora e Luciana Bezerra	
			9-11		Discussão sobre a área do Porto / Sto Cristo	
			11-13		Proj. Sto Cristo: Orientação Diagnóstico	
	18	qua 10/05	7-9	projeto J. Calafate e MB	Visita Edifício Irmãos Roberto	
			9-13	urbano TT	Visita ao terreno Sto Cristo	
	19	seg 15/05	7-11	diversos TT, FR e AP	Desenvolvimento Diagnóstico Sto Cristo	
			11-13	palestra convidada	Palestra Habitação no Centro	
	20	qua 17/05	7-13	diversos diversos	Apresent. Diagnóstico. Projeto Sto Cristo: Enunciado.	
	12	21	seg 22/05	7-8	conforto WT	Palestra Terreno Sto Cristo
				8-10	paisagismo FR	Palestra Paisagismo
10-13				Conceitos e implantações.		
8-13				urbano TT		
10-13				projeto MB, MF, LS e CR		
22		qua 24/05	7-9	instalações RM	Palestra Instalações Santo Cristo	
			9-12	estruturas ML	Conceitos e implantações. Solicitação implantação com modelos.	
			9-12	projeto MF e CR		
			10-13	projeto MB e LS		
			13	seg 29/05	7-11	estruturas JV
7-11	conforto WT					
7-13	urb paisag TT e FR					
10-13	projeto MB, MF, LS e CR					
24	qua 31/05	7-13			diversos MB, MF, LS, CR e TT	EP Sto Cristo: Estudos Conceito - Propostas para o Projeto
14	25	seg 05/06	7-9	teoria AP	Conversa projetos Sto Cristo	
			7-12	MF	Desenvolvimento Estudo Preliminar. Solicitação implantação com desenhos blocos com circulações verticais, cortes esquemáticos e modelos.	
			10-13	projeto MB, LS e CR		
			9-11	estruturas JV		
			9-13	conforto WT		
	26	qua 07/06	7-9	instalações RM	Palestra Instalações Santo Cristo	
			9-11	estruturas ML	Desenvolvimento Estudo Preliminar. Solicitação Cortes e Fachadas.	
			9-12	projeto MB, MF, LS e CR		
			9-13	paisagismo FR		
			7-11	estruturas JV		
15	seg 12/06	7-11	conforto WT	EP Sto Cristo ajustes finais		
		7-13	projeto MB, LS e CR			
		10-13	represent. MA			
		9-13	diversos MB, MF, LS e CR			
		28	qua 14/06		7-13	diversos MB, MF, LS e CR
16	29	seg 19/06	7-9	teoria AP	Conversa EP Sto Cristo	
			7-11	MF	AP Sto Cristo	
			10-13	projeto LS e CR		
			9-13	paisagismo FR		
			9-13	conforto WT		
	30	qua 21/06	7-9	instalações RM	Instalações Santo Cristo: Dúvidas (anotadas pelas monitoras)	
			9-10	estruturas ML	AP Sto Cristo	
			9-12	projeto MB, MF, LS e CR		
			12-13	represent. MA		Palestra Painéis para Apresentação Sto Cristo
			17	seg 26/06		7-13
7-10	conforto WT	AP Sto Cristo				
7-10	estruturas JV e ML					
7-10	instalações RM					
8-13	projeto MF e CR					
10-13	projeto MB e LS					
32	qua 28/06	9-13	diversos diversos	AP Sto Cristo: Apresentação. Painéis e Modelos		

V. A TÍTULO DE CONCLUSÃO

No gráfico abaixo é possível visualizar a complementaridade das metodologias que suportam o desenvolvimento do curso em associação com o currículo em espiral que possibilita a integração vertical e horizontal dos conteúdos curriculares.



Sabemos que não há consenso sobre a pedagogia a ser adotada num processo formativo assim esboçado, quer no que concerne ao desenvolvimento conjunto do geral e do específico, quer na identificação de possíveis pontos de partida e seleção de conhecimentos indispensáveis.

Sabemos, também, que são necessários professores sintonizados com essas novas dimensões formativas e, que, sendo os alunos naturalmente diferentes uns dos outros, tem de haver liberdade para a adoção de diferentes percursos formativos. Cada um desses percursos formativos, por sua vez, tem de conter um núcleo de competências gerais e específicas sincronizados, de modo que, no afã de “inovar”, não se caia num processo de formação prematura de especialistas de qualquer espécie.

Os desafios são enormes, mas parece, neste momento, ser imperativo enfrentá-los. Amanhã será tarde!