

Detalhamento da Proposta Inicial para o Curso de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP

Details of the Initial Proposal for the Chemical Engineering Course at the Polytechnic School of USP

Ardson dos Santos Vianna Júnior; Adriano Rodrigues Azzoni; Luiz Alexandre Kulay; Moisés Teles dos Santos; Thiago Ollita Basso; Antonio Carlos. Seabra; Liedí Légi Bariani Bernucci

RESUMO: O Projeto Institucional de Modernização da Escola Politécnica da USP (PIM) será desenvolvido em 8 anos sendo que neste capítulo apresentam-se os resultados e planejamento futuro dentro dos dois anos iniciais. O texto apresenta as reflexões a visão de futuro para a educação em engenharia a partir de uma escola de engenharia, como se pretende incluir a educação para o desenvolvimento de competências, o papel do processo de acolhimento estudantil nessa nova realidade e o detalhamento das ações desenvolvidas ao longo desses dois anos e qual o planejamento para os próximos dois anos.

ABSTRACT: USP's Polytechnic School Institutional Modernization Project (PIM) will be developed in 8 years and this chapter presents the results and future planning from the initial two years perspective. The text presents the reflections on vision for engineering education future from an engineering school point-of-view, how to implement the educational institution for the development of competences, the role of the student welcome process in this new reality and the details of actions developed over these two years and what is the planning for the next two years.

Introdução

A Escola Politécnica da USP (EPUSP) submeteu um projeto (PMG-2018981270P) para a Capes/Fulbright dentro do Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG - EUA) Edital 23/2018. A proposta foi contemplada e o projeto piloto envolve o Curso de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP. Entre outros motivos, a proposta foi contemplada pelo fato de corroborar o conceito de modernização esperado para os projetos PIM – Capes/Fullbright. Neste

contexto, entende-se por modernização da educação a renovação e atualização de conteúdos, metodologias, ferramentas de ensino e infraestrutura educacional, tendo em vista as mudanças pelas quais passa nossa sociedade

Modernizar as práticas de ensino-aprendizagem em Engenharia, tendo como piloto no caso da EPUSP a Engenharia Química, implica em adequar o perfil do engenheiro formado nessa modalidade às mudanças pelas quais passa a sociedade, tornando-o apto a responder de maneira satisfatória, consistente e efetiva a desafios que transcendem os limites da Indústria de Processos Químicos, para também observar áreas de atuação nos segmentos de saúde, energia e meio-ambiente. O mesmo conceito aplica-se às outras engenharias, partindo de suas especificidades.

Visão de futuro para a Educação em Engenharia

A proposta do PIM-EPUSP incluiu uma fase inicial de aprofundamento das questões conceituais do projeto curricular. Assim, a primeira ação foi conhecer as próprias iniciativas já em andamento dentro da EPUSP. Isso foi feito através do “Seminário em Práticas Inovadoras no Ensino e Aprendizagem em Engenharia na Escola Politécnica da USP”, realizado de 27 a 31 de maio de 2019. Nesse seminário foram apresentadas 36 iniciativas já em andamento no âmbito da EPUSP, e que podem interagir efetivamente.

Os resultados desse seminário podem ser acessados no site do evento (EPUSP, 2019), que se encontra em português e em inglês.

Adicionalmente, realizou-se um workshop, envolvendo docentes e discentes, procurando responder a seguinte pergunta; “Quais os 5 eixos principais que orientarão o ensino e a aprendizagem em engenharia nos próximos 10 anos?”. A partir deste trabalho surgiram 5 diretrizes gerais:

- 1) **Estimular a Cultura do Aprender:** Para isso deve-se repensar a avaliação; capacitar os docentes; criar um alinhamento entre disciplinas; aprimorar a orientação pedagógica; melhorar a interação estudante-professor e estudante-estudante; estimular a auto-avaliação crítica/construtiva; reconhecer e incentivar o envolvimento com atividades complementares; valorizar o conhecimento.
- 2) **Promover o Desenvolvimento Humano Integral:** Para isso deve-se promover a sociabilidade e empatia; a responsabilidade individual (escolhas e gerenciamento de tempo); a visão crítica; a responsabilidade social; a visão holística; o trabalho em equipe; a

liderança; a solução de problemas; a capacidade de gestão e de inovação, o empreendedorismo, as competências específicas, a expressão (ex. gráfica); a comunicação e a habilidade de programação.

- 3) **Valorizar os Fundamentos da Engenharia:** Para isso deve-se ensinar com forte base conceitual; fomentar nos estudantes o interesse pelos fundamentos; fomentar a interdisciplinaridade; acolher e motivar os estudantes no estudo de fundamentos; incentivar o pensamento crítico/analítico em oposição ao instrumental/operacional; escolher e priorizar fundamentos, explicitando-os aos estudantes.
- 4) **Interagir com a Sociedade:** Para isso deve-se promover a inserção na cadeia de inovação, ter visão multidisciplinar, promover as responsabilidades social, ambiental e econômica e promover o comportamento ético em toda a instituição.
- 5) **Ter abertura a novos métodos de ensino-aprendizagem:** Para isso recomenda-se estabelecer um observatório para identificar novas tecnologias de aprendizagem (buscando referências em outras escolas e campos do conhecimento); realizar periodicamente evento de troca de experiências; promover o “como estudar e aprender”; estimular feiras e oficinas sobre o tema; promover a divulgação sistemática de eventos no tema; disseminar práticas que valorizem a presença e criação de vínculos durante a aprendizagem; disseminar e discutir a aplicação de práticas como PBL, CBL, CDIO e outras; discutir os novos papéis dos atores; criar um grupo de pesquisa em ensino de engenharia e se basear em evidências científicas para escolher e validar metodologias.

Para propiciar o pleno desenvolvimento de ações relacionadas a essas diretrizes, foram identificadas três premissas essenciais, a gestão institucional consistente, uma infraestrutura adequada e o acolhimento estudantil.

Tanto a gestão institucional como a adequação de infraestrutura serão tratadas especificamente para o caso da Engenharia Química. Antes porém será feita uma breve descrição das ações de acolhimento que foram planejadas e implementadas a partir de 2019.

Figura 1 – Diretrizes que devem guiar o Ensino-Aprendizagem em Engenharia.



O Acolhimento como premissa para o desenvolvimento do Ensino-Aprendizagem

Um dos papéis centrais de qualquer instituição educacional é o de proporcionar a todos seus integrantes condições propícias para poder, individual e coletivamente, desenvolver o seu potencial, aprimorar seus conhecimentos e, de um modo mais amplo, reforçar as possibilidades de convívio com seus pares e com todos integrantes da comunidade. A EPUSP vem construindo desde 2019 um programa que visa melhorar o processo de integração dos novos estudantes com veteranos e docentes.

Uma primeira ação foi a disponibilização pública de videoaulas por docentes dos Institutos de Matemática (IME), Física (IF) e Escola de Engenharia (EP) da USP empregando o formato *lightboard* (lousa de vidro) como ilustra a Figura 2 (EPUSP, 2020).

Figura 2 – Aulas digitais como ponte entre o ensino médio e o ensino superior para ingressantes. Aulas disponíveis publicamente.



Essas aulas estão paulatinamente sendo desenvolvidas para os ingressantes, focando na travessia do Ensino Médio (tradicional ou profissionalizante) para o início na Escola de Engenharia, focando principalmente em cálculo e física de maneira integrada.

Uma segunda ação é o Programa de Tutoria Acadêmica (EPUSP, 2020), onde estudantes veteranos e docentes, voluntariamente e com reconhecimento institucional, são tutores de grupos de ingressantes. O processo de tutoria estimula um maior contato dos veteranos com os novos

ingressantes, permitindo a troca de experiências por pares e auxiliando os novos ingressantes com questões cotidianas, sendo essencialmente um espaço de escuta e intermediação com as estruturas institucionais.

Educação por Competências visando o Desenvolvimento Humano Integral

A novas Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia (EDUCAÇÃO, 2019) estabelecem um novo paradigma na concepção curricular em engenharia ao estabelecer a educação para o desenvolvimento de competências ao invés de apoiá-la integralmente em um simples rol de disciplinas a serem cursadas.

O conceito de Competência não tem uma definição amplamente aceita na literatura (ILLERIS, 2008). Em certo sentido, o conceito de qualificação precedeu o conceito de competência. Pode-se assumir uma perspectiva histórica e observar que durante os anos 1970 e 1980 o conceito de qualificação foi paulatinamente introduzido para dar mais foco à ideia de formação acadêmica e profissional. Naquela época, esse conceito era mais aplicado ao domínio vocacional, para profissões, e portanto assumia um caráter iminentemente técnico. Houve uma expansão natural desse conceito para a ideia de qualificações gerais como responsabilidade, flexibilidade e independência. Assim, o conceito de qualificação tem, historicamente, raízes industriais e procura estabelecer conhecimentos e habilidades necessários para desempenhar determinada tarefa.

O conceito de competência se fortaleceu nos anos 1990 partindo das capacidades do indivíduo e não das tarefas que ele deve realizar, tendo sua origem na psicologia organizacional e na gestão moderna (ILLERIS, 2017, p. 127)

Assim, o conceito de competência toma uma perspectiva distinta daquela do conceito de qualificação pois não parte das demandas imediatas de mercado mas do potencial do indivíduo em mobilizar conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e engajamento (aspectos emocionais e motivacionais) para enfrentar situações incertas e imprevisíveis. A competência, portanto, mobiliza qualificações específicas mas vai além, integra outros aspectos necessários para abordar uma situação ou desafio do mundo real. Ela parte de uma visão abrangente do indivíduo, como, por exemplo, o tipo de pessoa que será capaz de lidar com determinados tipos de situação, e a partir daí identifica qualificações concretas necessárias ou que precisam ser desenvolvidas.

Embora não haja uma definição comumente aceita, é aceito que “competência” envolve a capacidade de pensar e agir apropriadamente em *situações futuras desconhecidas e imprevisíveis* no momento em que essa competência está sendo desenvolvida (ILLERIS, 2008).

As competências podem também ser categorizadas em competências específicas (*hard skills*) e competências socioemocionais (*soft skills*). Destaque-se que o termo “skill” é utilizado em inglês em vários contextos. Quando se referindo à tríade conhecimentos, habilidades e atitudes, ele assume uma dimensão de habilidade técnica; quando se referindo a competências socioemocionais, ele incorpora também valores, significados e percepções do mundo. Habilidades, quando consideradas na dimensão de elementos constituintes de competências, com elas se confundem, estando ligadas ao saber fazer e mobilizando os saberes (conhecimentos, habilidades técnicas, atitudes e valores) para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

A Base Nacional Comum Curricular brasileira, voltada aos ensinos infantil, fundamental e médio, estabelece as competências por meio de um conjunto de habilidades (no sentido mais amplo mencionado anteriormente) que devem ser harmonicamente desenvolvidas, identificando as habilidades que todos estudantes devem desenvolver (competências gerais) e aquelas afeitas a áreas específicas (competências específicas). Assim, para a Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2018, p. 8):

Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

Desenvolver competências nos ambientes educacionais torna-se um grande desafio que requer uma mudança de perspectiva. Não é suficiente estabelecer um currículo apenas a partir de objetivos precisos. A educação plena, dentro do ambiente educacional formal, necessita incorporar competências que mobilizem valores e aspectos socioemocionais através da aprendizagem informal proporcionada inclusive por atividades complementares.

Um curso de engenharia tem como um de seus principais objetivos preparar o estudante para o mundo do trabalho. Do ponto de vista do mundo do trabalho e do desenvolvimento econômico a OCDE (OCDE, 2016, p. 5) considera que:

Uma competência é definida como a capacidade de atender com sucesso demandas complexas em um determinado contexto por meio da mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores (cognitivos, metacognitivos, socioemocionais e práticos).

Como procedimento para identificação de competências a serem desenvolvidas através de Atividades Acadêmicas Complementares para um Currículo de Engenharia, a EPUSP está desenvolvendo em um nível abstrato as competências-chave desejadas e identificando qual a importância em separado da mobilização de conhecimentos, habilidades técnicas, atitudes, valores e engajamento e verificando cuidadosamente que elas (OCDE, 2016, p. 6):

- podem ser aprendidas e, até certo ponto, ensinadas;
- contribuem para resultados individuais altamente valorizados (emprego remunerado, renda, saúde e segurança pessoais, participação política, recursos intelectuais, redes sociais e participação cultural) e resultados para a sociedade (produtividade econômica, processos democráticos, solidariedade, coesão social, paz e direitos humanos, equidade e igualdade, sustentabilidade ecológica);
- são instrumentais para atender demandas complexas e importantes em um amplo espectro de contextos;
- são importantes para todos os indivíduos;
- envolvem um nível mais alto de complexidade mental, identificado como prática reflexiva que implica o uso de habilidades metacognitivas, habilidades criativas e tendo uma postura crítica.

Naturalmente as competências-chave devem ser detalhadas de maneira a facilitar o estabelecimento de ações educativas que visem o seu desenvolvimento. Este detalhamento pode ser feito por meio de descrições dos comportamentos desejados, primeiramente em nível de programa de curso e em seguida em nível de disciplinas, procurando empregar sempre que possível verbos de ação.

Como forma de validação desse procedimento a EPUSP está aplicando esse conceito nas Atividades Acadêmicas Complementares estabelecidas no âmbito da Universidade de São Paulo (USP, 2019).

Ações no Curso de Engenharia Química

Visando a interação entre o curso de engenharia e a sociedade, emprega-se ao longo do curso problemas reais com diferentes graus de complexidade. Entre os critérios de seleção desses problemas devem ser considerados o uso de abordagens interdisciplinares para sua solução, e a existência de situações potenciais para as quais as habilidades e capacitações do graduando do curso de Engenharia Química possam ser aproveitadas.

Como maneira de facilitar a implementação dessa abordagem, foram constituídos os seguintes eixos de trabalho:

- **Eixo 1: Conteúdo:** que acolhe os temas a serem trabalhados no projeto, bem como, a formulação dos critérios usados para a seleção daqueles a serem desenvolvidos e, posteriormente, implementados;
- **Eixo 2: Forma:** que detalha procedimentos para implementação de metodologias e ferramentas ativas de aprendizado, e coordena a aplicação destas disciplinas que perfazem o conteúdo específico da formação do estudante do DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA -EPUSP, ou a estes venham a se integrar; e,
- **Eixo 3: Infraestrutura de apoio:** que especifica e dimensiona os recursos materiais e humanos necessários para viabilizar as estratégias desenvolvidas no Eixo 2.

Metodologia

O Projeto PIM original da EPUSP estabeleceu como objetivos:

- 1) Definir e implementar a integração entre cursos, estabelecendo o aprendizado através de problemas reais com diferentes graus de complexidade, para estudantes de diferentes graus de avanço no curso.
- 2) Definir e implementar a abordagem interdisciplinar na solução de problemas de engenharia de processos.
- 3) Criar espaços físicos adequados ao ambiente de aprendizado proposto, envolvendo recursos computacionais atualizados e condições para atuação em equipes pelos estudantes.
- 4) Estabelecer a sistemática de comunicação com os setores com os quais a engenharia química conceitualmente se relaciona, como a indústria química, de alimentos, farmacêutica, meio ambiente e outras.

- 5) Estabelecer ou fortalecer vínculos com outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil e no exterior, na área de Engenharia Química, particularmente com instituições nos EUA.
- 6) Aperfeiçoar o modelo de curso cooperativo, com a criação de relações institucionais e metodologias de acompanhamento e avaliação que resultem em vínculos mais próximos e mais intensos com empresas.
- 7) Tornar a indústria um parceiro na educação.
- 8) Desenvolver habilidades e atitudes que gerem inovação e empreendedorismo. Exemplo: saber se comunicar, trabalhar em grupo, vontade de correr risco, perseverança, pensamento criativo e autoconfiança.
- 9) Implementar o método de inovação de Stanford usado no InovaLab em disciplinas na Engenharia Química.

A partir desse objetivo foram estabelecidas as primeiras ações para atender aos propósitos do projeto piloto para a formação específica dos graduandos.

Integração entre cursos

O processo de integração entre cursos é um dos mecanismos que mais aproxima o estudante de engenharia de seu cotidiano profissional, independentemente da modalidade que tenha cursado. Por conta disso, a experiência se apresenta como um meio profícuo e oportuno para formação de um profissional moderno, em sintonia com a expectativa do próprio mercado de trabalho.

Para isso está em desenvolvimento uma estrutura onde os estudantes serão distribuídos em grupos com até quatro integrantes com perfis de formação variados dentro da engenharia e se incumbirão de produzir soluções estruturadas dentro dos vieses que lhes serão solicitados (técnico, econômico, de pesquisa, ambiental, entre outros) para cada situação em análise.

São previstos até três estudos de casos (*ou cases*) por disciplina, concebidos para propiciar graus aditivos de complexidade. A duração de cada caso está planejada para cinco semanas, sendo quatro delas dedicadas a atividades voltadas ao desenvolvimento do caso e uma semana destinada a apresentação e discussão coletiva com colegas e professores dos resultados obtidos ressaltando conceitos, estratégias, premissas e condicionantes, valores e condutas utilizados para alcançar tais soluções. Merece especial atenção o tempo de dedicação esperado para cada caso. Os

estudantes devem se dedicar à solução dos casos basicamente durante as aulas, sem excessivo acúmulo de trabalhos extraclasse.

Os casos visam estimular a sinergia entre habilitações e o processo colaborativo entre os membros da equipe, exercitando o senso crítico de cada estudante para contribuir com estratégias propostas pelos colegas e permitindo o trabalho em equipe.

O professor, mais do que ser um formador clássico, deve ser um facilitador, mediador, mentor e/ou orientador. Além desses papéis ele deve também gerenciar tempos e cuidar para que sejam produzidos resultados formais ao final de cada encontro. Dada a pluralidade de visões (e exigências) que a solução dos *cases* pode proporcionar, a presença de mais do que um docente durante as aulas (ainda que através de incursões pontuais para tratar de temáticas específicas) é bastante desejável.

Está em estudo a integração entre cursos se pela criação de até três disciplinas, que seriam oferecidas, cada qual, durante as sucessivas etapas da formação específica do estudante, respectivamente nos 3º, 4º e 5º anos. Essa forma de organização abre a perspectiva para que os casos possam conter elementos complexos de cada habilitação de engenharia envolvida, dado os graus de avanço e amadurecimentos dos estudantes com relação aos conteúdos de suas modalidades específicas.

Objetivos e metas a serem atendidos:

- Integrar conhecimentos adquiridos por estudantes de diferentes habilitações de engenharia;
- Ter contato com situações 'reais' da carreira do engenheiro dentro de variadas facetas;
- Fortalecimento da aderência entre teoria (aspectos conceituais) e prática (aspectos aplicados);
- Incentivar o trabalho em equipe;
- Fundamentar lógicas de hierarquia, organização de ações, gestão de tempos e responsabilidades;
- Estimular o uso do método Massachusetts Institute of Technology (MIT) e o senso de liderança;
- Difundir a formação transversal.

Abordagem interdisciplinar

A valorização dos fundamentos da engenharia ocorre naturalmente ao se deparar com situações reais e complexas. Em particular, a Engenharia Química exige conhecimentos em química, biologia, física e matemática

além de conhecimentos em ciências da engenharia e suas especificidades. Para identificar, descrever e aplicar tais conhecimentos em problemas originados no Eixo 1, escolheu-se especificamente a metodologia CDIO (criar, projetar, realizar e operar) (CDIO, 2020) e aprendizagem invertida (TALBERT, 2019).

Devido ao caráter integrado e sistêmico da iniciativa, algumas disciplinas se tornam, naturalmente, candidatas imediatas a incorporarem novos temas, metodologias e ferramentas. São esses os casos de disciplinas que abordem a introdução à engenharia, projetos de formatura, projeto de processos químicos, dentre outras. No entanto, no longo prazo, é desejável, oportuno e até, esperado, que os novos modelos possam ser aplicados em muitas outras disciplinas. Se as atividades realizadas forem capazes de proporcionar aos estudantes ganhos de aprendizagem conforme a Taxonomia de Bloom (1 – Lembrar, 2 – Entender, 3 – Aplicar, 4 – Analisar, 5 – Avaliar, e 6 - Criar), as experiências poderão ser validadas por meio de uma perspectiva didático-pedagógica.

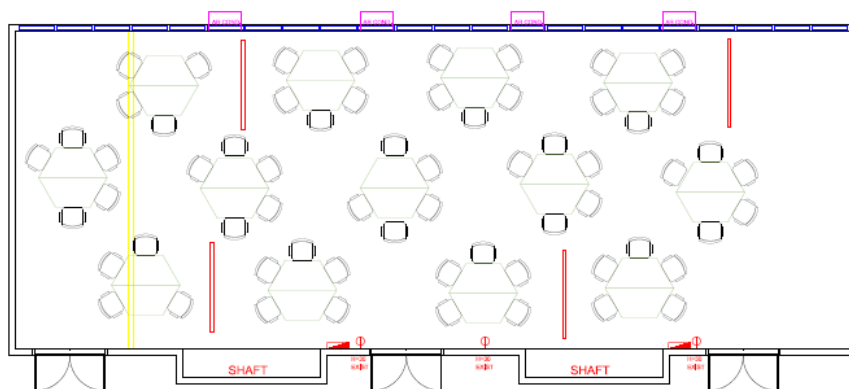
Objetivos e metas:

- Proposição dos novos temas aos estudantes e escolha das ferramentas/metodologias a serem usadas. Descrição metodológica do trabalho com divulgação das experiências em periódicos de educação em engenharia e congressos da área.
- Atração de empresas para a proposta. O tema em discussão está sendo: *Sua empresa quer ser parceira na educação em Engenharia Química?*
- Abordagem de um mesmo problema simultaneamente segundo as dimensões técnicas, sociais e ambientais.

Espaços físicos

Essa ação descreve aspectos físicos (mobiliário e materiais) e serviços utilizados durante a construção do Laboratório de Ensino no Departamento de Engenharia Química da EPUSP, com 19,44m x 7,41 m de área. O espaço tem capacidade para acomodar de maneira confortável 65 alunos, distribuídos em grupos de até cinco integrantes em conjuntos constituídos por duas mesas de formato hexagonal dispostas frente a frente como ilustra a Figura 3.

Figura 3: Arranjo de mesas hexagonais para 65 alunos sendo 5 em cada dupla de mesas.



A sala dispõe de tomadas em todas as mesas, sistemas de iluminação, som e de ar condicionado para oferecer conforto visual, acústico e térmico aos usuários, dois projetores de teto, seis lousas móveis confeccionadas em vidro e cadeiras empilháveis, que permitem comportar grupos com 2, 3 ou 5 alunos. Essa versatilidade possibilita a implementação de diversas estratégias de ensino nas quais a integração entre alunos e o trabalho em equipe são favorecidos, além de permitir maior acompanhamento do professor nos trabalhos desenvolvidos. Também favorece o desenvolvimento de um ensino descentralizado do professor, que atua mais como um mediador de discussões e gerenciador da dinâmica da aula.

Diálogo com a Sociedade

A Engenharia Química tradicionalmente se relaciona com a indústrias química, petroquímica, metalúrgica, biocombustíveis, alimentos, farmacêutica e de prestação de serviços ambientais, dentre outros. Está em discussão a participação de representantes de diversos segmentos em:

- I. Disciplinas curriculares e extracurriculares;
- II. Eventos organizados por docentes e estudantes;
- III. Oferecimento de estágios profissionais;
- IV. Oferecimento de temas e/ou casos a serem desenvolvidos em disciplinas como introdução à engenharia ou projeto de conclusão de curso;

Fortalecimento de vínculos com outras instituições de ensino e pesquisa

Para estabelecer (ou fortalecer) vínculos com outras instituições foi elaborado um programa de intercâmbio entre centros. O objetivo dessa interação é conhecer e, na medida da possibilidade, absorver, técnicas de aprendizagem atuais, vanguardistas ou diferentes das praticadas correntemente. Para tanto, previu-se que as mobilidades tenham duração média de 15 dias.

As mobilidades envolvem instituições norte-americanas de diferentes regiões que foram selecionadas pela Fulbright Brasil a partir de critérios diversos, mas que sempre se pautaram pelos objetivos do projeto junto à CAPES..

As Tabelas 1 apresenta uma relação de instituições norte-americanas cujos modelos de ensino-aprendizagem foram considerados como referência no contexto atual da formação dos engenheiros químicos daquele país.

Tabela 1 – Intercâmbios a serem realizados por Pós-doutorandos e Doutorados.

Instituição	Objetivos	Contato/Professor
Purdue University	Pesquisas de opinião junto aos alunos - <i>School of Engineering Education</i> - Escola de Educação em Engenharia	Dr. Heidi Arola
	Problem-Based Learning / Global Engineering Education	Dr. Brent Jesiek
	Cross-disciplinary ways of thinking, acting, and being	Dr. Robin Adams
University of Illinois	Data collection	Profa. Anne Lucietto
	Metodologia de Avaliação dos docentes	Prof. Chris Migostsky
University of Texas	Modernização do currículo de engenharia química	Prof. Xiao Su
	Work in teams	Prof. Scott Evans
North Carolina State University	Bacharelado em Inovação Liderança e Empreendedorismo em Engenharia	Prof. Raul Fernandes
	Proposta do Prof. Felder com grupo de três alunos	Dr. Rebecca Brent
Stanford	Consolidar a aplicação do método Stanford	A definir

O programa de mobilidades também prevê estadias na EPUSP de docentes e pesquisadores da área de ensino de instituições dos Estados Unidos.

Aperfeiçoamento do modelo de curso cooperativo

Passados mais de 15 anos de sua implementação plena, o conceito de curso quadrimestral cooperativo se consolidou como uma solução efetiva e acertada de encaminhamento no sentido mais amplo de sua missão; qual seja: desenvolver nos estudantes, ainda durante o curso de formação, a vivência e a visão que deles se espera no mundo empresarial. A taxa anual de colocação de engenheiros químicos formados pela EPUSP em postos diversificados de trabalho supera, desde então, o limiar de 95%. Por outro lado, a Engenharia Química é praticada no país de maneira dinâmica e, assim, o modelo cooperativo precisa sofrer ajustes e adequações periódicos para permanecer em condições de acompanhar essas correções de rota, sem comprometer seus índices de excelência.

Essa linha do projeto atua na mesma interface ao fortalecer ainda mais as relações institucionais firmadas entre a EPUSP e as empresas, revendo e aprimorando o acompanhamento dos estudantes nas atividades de estágio de 40 horas semanais por 3 meses, tanto a partir da intensificação da atuação do professor supervisor, como por uma ação ainda mais participativa e integrada com o gestor do estágio que representa a organização que oferece o estágio.

A adequação constante das atividades e tarefas para cada período dessa prática foi intensificada a partir do projeto PIM em função de variáveis inerentes ao estágio como (i): o segmento de atuação da organização; (ii) setor no qual o estudante irá desenvolver as atividades ligadas ao estágio; (iii) o grau de avanço em que ele se encontra no curso de formação; e (v) as responsabilidades que lhe serão atribuídas.

Está em estudo a implantação de um Programa Piloto, que envolveria entre três e cinco estudantes, que seriam alocados em áreas diversas da organização, não necessariamente interligadas e definidas conjuntamente entre os supervisores acadêmico e profissional antes mesmo do início dos trabalhos. O Programa Piloto terá uma duração máxima de três anos, sendo que ao menos um módulo de estágio deva ser cumprido a cada ano, e sempre dentro da estruturação prevista. Essa regularidade permite explorar de forma mais efetiva o desenvolvimentod e competências pelos estudantes ao longo do curso de formação. Os objetivos e metas a serem atendidos nesse caso seriam:

- Aprimoramento/atualização do curso cooperativo;
- Fortalecimento das relações institucionais entre a EPUSP e organizações de diversos segmentos.
- Valorização dos fundamentos da engenharia através da realização de atividades profissionais cotidianas do engenheiro químico;

- Concepção de estratégias, práticas e condutas que tornem essa experiência mais aderente às condições e circunstâncias do atual mercado de trabalho para o engenheiro químico; e,

Tornar a indústria um parceiro na educação

Este eixo de trabalho visa intensificar a interação com o setor produtivo por meio de três estratégias de ensino.

A primeira estratégia está amparada na Aprendizagem Orientada por Projetos – AOPj, mais especificamente por Estudos de Casos. Com este enfoque pretende-se introduzir em algumas disciplinas do curso de graduação um conjunto de casos – com amplitude maior que os usados tipicamente em sala de aula – originados, em parte, de problemas e situações de empresas parceiras da Escola. A intenção dessa abordagem é vincular bases teóricas e fundamentos a situações reais e cotidianas da organização (ou de um setor produtivo).

Como forma de gerir e estimular esse formato entre docentes, está em estudo a criação de uma comissão, composta por docentes e alunos de pós-graduação ligados ao PIM, para elaborar ou definir casos adequados ao conteúdo programático das disciplinas.

A segunda estratégia é a criação dos “Estágios em Pesquisa” onde os alunos de graduação possam realizar o módulo de estágio (ME) no âmbito de projeto de pesquisa estabelecidos a partir de colaboração entre docentes do curso e empresas parceiras. Dessa forma, intensifica-se a atuação dos docentes que já atuam como supervisores acadêmicos dos estágios, na execução dos mesmos. No Departamento de Engenharia Química da EPUSP esse processo tem ocorrido historicamente a partir de convênios estabelecidos com empresas na forma de projetos que envolvem docentes, pesquisadores e alunos. A participação dos alunos pode se dar no ambiente industrial, na universidade ou ambos, sendo o vínculo estabelecido no módulo de estágio, formalizado a partir de contrato e bolsa.

A terceira estratégia em estudo consiste em adotar o modelo de interação bastante exitoso que é praticado pela Universidade do Texas (Arlington). Em linhas gerais, esta ideia consiste em mimetizar uma relação de consultoria entre alunos e empresas. A organização propõe um problema que deve ser resolvido pelos alunos dentro de objetivos, metas, produtos (intermediários e final) e prazos definidos. Para isso, um contrato formal é realizado. Na Universidade do Texas o contrato envolve uma verba destinada a remuneração dos participantes, e/ou custeio de atividades relacionadas a iniciativa.

Ampliação do modelo INOVALab

A EPUSP dispõe de um laboratório multidisciplinar para inovação (INOVALAB, 2020) localizado na Engenharia de Produção (PRO) que oferece recursos avançados para a elaboração de projetos e prototipagem para estudantes de graduação. O INOVALab também se ocupa em desenvolver processos integrados com foco na resolução de problemas complexos de engenharia que exigem abordagem multidisciplinar.

Por meio do projeto PIM está-se viabilizando participação de disciplinas de engenharia química na construção de soluções inovadoras.

Aprendizagem invertida

A aprendizagem ativa, ao colocar o foco sobre o aluno, figura central desse enredo, desenvolve novas habilidades nos estudantes, deixando apenas de apresentar conteúdos e passando também a avaliar contextos. Uma forma de avaliar o grau de complexidade das atividades desenvolvidas pelo estudante pode ser feita, mais uma vez, empregando-se a Taxonomia de Bloom, na forma como essa se apresenta quanto à estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais (Figura 4).

Figura 4: Ilustração da Taxonomia de Bloom.



De acordo com essa leitura, a mera repetição de um conceito consiste do nível mais simples, ou elementar da aprendizagem. No outro extremo de pirâmide da aprendizagem, mais elaborado e complexo e próximo da realidade, aparece exatamente o exercício da criação de algo. A ambição do projeto é que se possa ampliar o processo de ensino-aprendizagem da base para o topo, por meio de um ensino moderno e interdisciplinar, capacitando

o engenheiro formado na escola a atuar em temas de interesse social da atualidade.

A informática também colaborou de maneira significativa para a evolução do processo de ensino-aprendizagem. Podem ser citados como adventos adquiridos a partir de seu aparecimento:

- Aprendizagem invertida: considera a aprendizagem síncrona e assíncrona, presencial ou não (TALBERT, 2019);
- Aprendizagem misturada ou mista (*blended learning*): quando parte das atividades é realizada online e parte presencialmente;
- Iniciativa CDIO: *Conceive - Design - Implement - Operate* (criar, projetar, realizar e operar) (CDIO, 2020);
- PBL – *Problem, Project, System Based Learning*: ensino baseado em Problemas, Projetos ou Sistemas.

Seguindo por esta perspectiva, cada professor pode adotar as ferramentas que julga serem mais adequadas para modernizar suas estratégias de aprendizagem. A título apenas de sugestão, são elegíveis algumas direções que se apresentam como sendo mais aderentes com a formação do estudante de Engenharia Química da EPUSP:

- Efetivamente implementar o método de ensino proposto pelo Prof. Felder: grupos de 03 (três) alunos em sala convencional, mas com atenção voltada ao aluno (FELDER, 2020). As referências são:
- Inserir a filosofia CDIO (*Conceive - Design - Implement - Operate*) utilizando o INOVALab;
- Permeiar atividades relacionadas com *soft skills* em todas as disciplinas.

Conclusão

Apresentou-se neste capítulo o conjunto de ações propostas e em andamento na EPUSP de 2019 a 2020 dentro do escopo do Programa de Modernização do Ensino em Engenharia promovido pelo CNE/Capes/Fulbright/Embaixada Americana no Brasil. Destaque-se em especial a mudança de foco para uma educação voltada ao desenvolvimento de competências, centrada no estudante e priorizando a capacidade de atender com sucesso demandas complexas .

Referências Bibliográficas

- CDIO. **Iniciativa CDIO : Conceive - Design - Implement - Operate**, 2020. Disponível em: <<http://www.cdio.org/>>. Acesso em: Agosto 2020.
- MEC. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares - Cursos de Graduação**, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>..
- EPUSP. **Seminário em Práticas Inovadoras no Ensino e Aprendizagem em Engenharia**, 2019. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=69411>>. Acesso em: agosto 2020.
- EPUSP. **Estou na Poli! e-Disciplinas USP**, 2020. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=72684>>. Acesso em: agosto 2020.
- EPUSP. **Programa de Tutoria Acadêmica**. Poli-USP, 2020. Disponível em: <<https://www.poli.usp.br/ingressantes2021/acolhimento-ingressantes-2021>>.
- FELDER, R. **Learner Cenered Teaching**, 2020. Disponível em: <<https://www.engr.ncsu.edu/stem-resources/legacy-site/learner-centered/>; <http://chemcollective.org/activities/info/65>; <https://www.youtube.com/watch?v=1J1URbdisYE>>. Acesso em: Agosto 2020.
- FERRAZ, A. P. M. B. R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Gestão & Produção, p. 17(2): 421-431, 2010. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>>.
- ILLERIS, K. **Competence Development – the key to modern education, or just another buzzword?** Asia Pacific Education Review, p. 9:(1-4), 2008.
- ILLERIS, K. **How we learn: learning and non-learning in school and beyond**. [S.l.]: Routledge, v. 2a., 2017.
- INOVALAB. **INOVALab@Poli**, São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://usp.br/inovalab/>>. Acesso em: Agosto 2020.
- MEC, M. D. E. Ministério da Educação, **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/7. Orienta%C3%A7%C3%B5es aos Conselhos.pdf>>.
- OCDE, E. P. C. **E2030 Conceptual Framework: Key Competences for 2030 (DeSeCo 2.0)**, 2016. Disponível em: <<https://www.oecd.org/education/2030/E2030-CONCEPTUAL-FRAMEWORK-KEY-COMPETENCIES-FOR-2030.pdf>>. Acesso em: Agosto 2020.
- TALBERT, R. **Guia para Utilização da Aprendizagem Invertida no Ensino Superior**. Porto Alegre: Penso, 2019.
- USP, **RESOLUÇÃO CoG, CoCEx e CoPq Nº 7788, DE 26 DE AGOSTO DE 2019**, 2019. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-cog-cocex-e-copq-no-7788-de-26-de-agosto-de-2019>>. Acesso em: Agosto 2020.