

DESTAQUES DA MEI

BOAS PRÁTICAS DE PARCERIA
UNIVERSIDADE-EMPRESA EM
CURSOS DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA

mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO



CNI

Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

DESTAQUES DA MEI

BOAS PRÁTICAS DE PARCERIA
UNIVERSIDADE-EMPRESA EM
CURSOS DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

SESI – Departamento Nacional

Robson Braga de Andrade
Diretor

SENAI – Departamento Nacional

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor-Geral

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

DESTAQUES DA MEI

BOAS PRÁTICAS DE PARCERIA
UNIVERSIDADE-EMPRESA EM
CURSOS DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA



mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

Brasília, 2019

CNI

Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

LISTA DE FIGURAS

© 2019. CNI – Confederação Nacional da Indústria.
© 2019. SESI – Serviço Social da Indústria.
© 2019. SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.
© 2019. IEL – Instituto Euvaldo Lodi.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI
Diretoria de Inovação

FICHA CATALOGRÁFICA

D476

Destaques da MEI : boas práticas de parceria universidade-empresa em cursos de graduação em engenharia / Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília : CNI, 2019.
121 p. : il.

1. Inovação 2. Engenharia 3. MEI I. Título

CDU: 005.591.6

FIGURA 1 – COCONSTRUÇÃO CURRICULAR <i>TOP-DOWN</i> E <i>BOTTOM-UP</i>	27
FIGURA 2 – DESENVOLVIMENTO DA IDEIA NO NÚCLEO DE EMPREENDEDORISMO	53
FIGURA 3 – MODELO DE PARCERIAS COM EMPRESAS PARA ATENDIMENTO DE DEMANDAS ESPECÍFICAS	67
FIGURA 4 – ATUAÇÃO DO LAB-CCM	112
FIGURA 5 – CCM EM NÚMEROS (2006-2019)	114

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992
sac@cni.org.br

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – TIPOS DE PARCERIA.....	14
QUADRO 2 – INSTITUIÇÕES, CASOS SELECIONADOS E TIPOS DE PARCERIA	15
QUADRO 3 – EXEMPLOS DE ATIVIDADES DE PAEs	29
QUADRO 4 – INSTITUIÇÕES PARCEIRAS NO ÂMBITO DO PFE.....	40
QUADRO 5 – PROJETO FINAL DE ENGENHARIA – SISTEMA DE GESTÃO DE CARTEIRAS	40
QUADRO 6 – PROJETO FINAL DE ENGENHARIA –RECICLAGEM EM COMUNIDADE VULNERÁVEIS: O CASO DA VILA NOVA ESPERANÇA	41
QUADRO 7 – CURSOS OFERECIDOS PELO INATEL.....	49
QUADRO 8 – EMPRESAS INCUBADAS (LEGALMENTE CONSTITUÍDAS).....	57
QUADRO 9 – CURSOS DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO	66
QUADRO 10 – LABORATÓRIO DE MANUFATURA DIGITAL.....	71
QUADRO 11 – LABORATÓRIO DE INTEGRIDADE ESTRUTURAL E DESEMPENHO DE MATERIAIS	73
QUADRO 12 – LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO EM IOT	74
QUADRO 13 – LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA.....	76
QUADRO 14 – RUPTURA.....	84
QUADRO 15 – EMPRESAS JUNIORES EM ATIVIDADE NA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFMG	87
QUADRO 16 – INDERIOS	88
QUADRO 17 – MERCADO EM CONEXÃO	89
QUADRO 18 – DISCIPLINA “DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS	97
QUADRO 19 – PROJETOS DE ALUNOS NA FÁBRICA DO FUTURO 4.0.....	98
QUADRO 20 – DESDOBRAMENTOS DO CCM – NOVO FORMATO PARA O CURSO DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA	116
QUADRO 21 – ASPECTOS RELEVANTES DAS PARCERIAS	120

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	9
2 INTRODUÇÃO.....	11
3 PROJETOS E ATIVIDADES ESPECIAIS: O CASO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA (MAUÁ)	19
3.1 Introdução.....	19
3.2 Iniciativas de integração universidade-empresa.....	20
3.3 Projetos e atividades especiais (PAEs)	21
3.4 Conclusão.....	31
4 PROJETO FINAL DE ENGENHARIA: O CASO DO INSPER.....	33
4.1 Introdução.....	33
4.2 Engenharia no Inesper	34
4.3 Atividades de integração universidade-empresa.....	36
4.4 Trabalhos de conclusão de curso baseados em propostas empresariais: o Projeto Final de Engenharia (PFE).....	38
4.5 Conclusão.....	44
5 NÚCLEO DE EMPREENDEDORISMO: O CASO DO INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (INATEL)	47
5.1 Introdução.....	47
5.2 Santa Rita do Sapucaí	50
5.3 Ações de empreendedorismo: incubadora de empresas de base tecnológica.....	52
5.4 Conclusão.....	62
6 INVESTIMENTOS EMPRESARIAIS EM LABORATÓRIOS: O CASO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL INACIANA PADRE SABOIA DE MEDEIROS (FEI).....	65
6.1 Introdução.....	65
6.2 Investimentos empresariais em laboratórios	68
6.3 Conclusão.....	78
7 EMPRESAS JUNIORES: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG).....	81
7.1 Introdução.....	81
7.2 Engenharias na UFMG	82
7.3 Integração universidade-empresa na Escola de Engenharia da UFMG.....	83
7.4 Empresas Juniores	85
7.5 Conclusão.....	92
8 CONVÊNIO ESCOLA POLITÉCNICA E ROCKWELL: O CASO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP).....	95
8.1 Introdução.....	95
8.2 Escola Politécnica da USP (Poli/USP)	96
8.3 Convênio Poli/USP-Rockwell	98
8.4 Conclusão.....	105

9 CENTRO DE COMPETÊNCIA EM MANUFATURA: O CASO DO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA)	107
9.1 Introdução.....	107
9.2 Integração universidade-empresa no ITA	109
9.3 Centro de Competência em Manufatura (CCM)	111
9.4 Conclusão.....	117
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119

1 APRESENTAÇÃO

Dispor de profissionais qualificados é essencial para promover a inovação e o consequente aumento da competitividade das empresas. Nesse processo, os engenheiros têm papel primordial, pois a essência do seu trabalho é desenvolver novas e criativas soluções para a sociedade em áreas como habitação, mobilidade, meio ambiente, saúde e produção, com vistas ao bem-estar das pessoas. Temos exemplos de grandes feitos realizados pela engenharia brasileira: Itaipu, Petrobras e Embraer, para citar apenas alguns.

Os novos tempos pedem, entretanto, novas formas de ensino. Não é adequado continuar formando os engenheiros do século 21 nos moldes do século 20. É preciso estimular, nos jovens, as competências para atuar num mundo em profunda transformação tecnológica pela revolução digital. Muitas universidades estrangeiras entenderam que o caminho passa por uma aproximação maior entre academia e empresa, entre o campo do ensino e o do mercado.

Esse debate tem ganhado força no Brasil. A aprovação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em engenharia foi um grande avanço, com a qual a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) contribuiu por meio do Grupo de Trabalho para o Fortalecimento das Engenharias/STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, na sigla em inglês).

Um ponto positivo é justamente o estímulo à maior aproximação entre teoria e prática, entre a sala de aula e o ambiente de trabalho, entre o universo da educação formal e o dia a dia da sociedade. Diversas instituições de ensino superior no país já compreendem a importância dessa integração com o mercado, a fim de preparar os estudantes para enfrentar os desafios com os quais eles terão de lidar quando receberem o diploma.

Nesta publicação, estão reunidas experiências de articulação do curso de graduação em engenharia com o setor empresarial, evidenciando múltiplas oportunidades de trabalho conjunto. Em comum, está a preocupação em incluir, nos cursos, as demandas das empresas e adequar os currículos às competências necessárias para resolver essas e outras questões da comunidade.

Esperamos que as boas práticas aqui reunidas inspirem instituições e empresas a trabalhar cada vez mais em parceria. Isso é fundamental para o processo de formação em engenharia e, de modo mais amplo, para o desenvolvimento científico, tecnológico e da inovação no Brasil.

Robson Braga de Andrade

Presidente da Confederação Nacional da Indústria (CNI)

2 INTRODUÇÃO

As aceleradas mudanças no ambiente produtivo têm desafiado as empresas a buscarem crescentes ganhos de produtividade e a ampliarem suas condições de competitividade por meio de investimentos em tecnologia e inovação. Caracterizada como área de conhecimento aplicado de grande impacto sobre a capacidade de inovação das empresas, a engenharia apresenta-se particularmente relevante para o avanço tecnológico e a modernização produtiva, integrando discussões que envolvem a formulação e a execução de estratégias de crescimento econômico.

De natureza essencialmente interativa, o processo de inovação requer o alinhamento das dimensões científicas, tecnológicas e produtivas com o intuito de viabilizar um deslocamento contínuo das fronteiras do conhecimento e da produção. Nesse contexto, ainda que as empresas continuem ocupando o *locus* central da inovação, percebem, para além de suas competências internas, a relevância de um conjunto de conhecimentos e soluções que pressupõem acesso a redes externas de parceria e colaboração.

A clássica integração universidade-empresa, que abrange atividades de cooperação e relações de troca de interesse mútuo, adquire importância crescente, aumentando consideravelmente sua frequência, seu escopo de atuação e sua abrangência. Esse movimento fortalece os chamados ecossistemas nacionais de inovação, ambientes no qual operam redes de instituições públicas e privadas cujas atividades e interações promovem a criação, o avanço e a difusão de tecnologias.

A crescente complexidade dos produtos e processos produtivos leva as empresas a obrigatoriamente buscarem novas fontes de informação e conhecimento, além de profissionais qualificados e aptos a lidarem com problemas associados à operação.



De um lado, a pesquisa acadêmica apresenta-se como importante meio de geração e transferência de conhecimento, insumo da maior importância para os avanços tecnológicos empresariais. De outro, currículos e metodologias de ensino adequados ampliam a capacidade de aprendizado necessária para uma atuação profissional focada nas demandas do trabalho, sobretudo quando expõem os alunos a desafios práticos e condições compatíveis com a realidade da indústria, incorporando experiências laboratoriais que ultrapassam demonstrações científicas e utilizando estratégias que vinculam os ensinamentos teóricos e as práticas laborais.

O papel do capital humano na competitividade de empresas e países tem adquirido amplo reconhecimento, uma vez que o imperativo da produtividade envolve uma educação de qualidade, aderente aos maiores requisitos tecnológicos e organizacionais da indústria. Nesse sentido, as condições do ensino de engenharia ocupam um lugar de destaque. Como regra geral, a formação dos estudantes requer a inclusão de elementos de estímulo à criatividade e à atitude empreendedora, além de oportunidades de cooperação com o setor produtivo. Desse modo, amplia-se a capacidade dos cursos de atender às necessidades do setor produtivo, expandindo o potencial de transformação do conhecimento acadêmico em novos produtos e serviços que tenham impacto no desenvolvimento dos mercados e na solução dos principais problemas enfrentados pela sociedade.

A realização de esforços coletivos e a adequação da formação e do treinamento de engenheiros potencializam resultados, aumentando a capacidade de aprendizado de caráter mais geral necessária para o desenvolvimento de pesquisas básicas e reforçando as possibilidades de geração de conhecimentos específicos aplicados a áreas tecnológicas e segmentos estratégicos. Assim, fortalecer a conexão entre os esforços de pesquisa e a necessidade de soluções focadas em problemas reais repercute diretamente na capacidade de inovação da indústria brasileira e nas oportunidades de desenvolvimento econômico e progresso social.

O papel do capital humano na competitividade de empresas e países tem adquirido amplo reconhecimento, uma vez que o imperativo da produtividade envolve uma educação de qualidade, aderente aos maiores requisitos tecnológicos e organizacionais da indústria

Consciente desse conjunto de desafios, a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) tem buscado, ao longo dos últimos anos, atualizar e impulsionar a agenda de inovação no país, de modo a adequá-la às condições de mercado e à realidade empresarial. Trata-se, assim, de estimular a estratégia inovadora das empresas e de ampliar a efetividade das políticas de apoio à inovação por meio da interlocução construtiva e duradoura entre a iniciativa privada, a academia e o setor público.

Esse debate tem sido liderado, no âmbito da Agenda de Recursos Humanos para Inovação da MEI, pelo Grupo de Trabalho para o Fortalecimento e a Modernização das Engenharias, que reúne, desde 2016, representantes do governo, da academia e da indústria para discutir e encaminhar propostas para o ensino de engenharia no país. A partir de 2019, o GT ampliou o escopo do debate para STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, na sigla em inglês), passando a chamar-se GT das Engenharias/STEAM. O grupo atuou ativamente pela aprovação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia (DCNs), que prevê a formação por competências, com foco no desenvolvimento do aluno e na educação mais prática e próxima do ambiente profissional. Como se vê abaixo, o texto homologado em abril deste ano explicita a necessidade de integração entre IES e ambiente de trabalho durante o processo de formação dos profissionais de engenharia:

Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola. (Capítulo II, artigo 6º, parágrafo 8º).

De fato, incorporar aos currículos questões relacionadas às necessidades sociais e/ou do mercado é uma das principais tendências observadas em importantes cursos de engenharia ao redor do mundo. Outra tendência é oferecer uma formação mais centrada no aluno, baseada em projetos multidisciplinares, em que o aprendizado no *campus* se conecta ao mercado de trabalho, aponta estudo do MIT¹. Nos dois casos, trata-se de priorizar o *real life learning*.

Com vistas a fomentar iniciativas dessa natureza, o GT reuniu experiências de interação entre empresas e instituições de ensino superior que compõem o Grupo. Os sete casos apresentados abrangem iniciativas empreendidas no âmbito dos cursos de graduação em engenharia e descrevem mecanismos e formas de colaboração voltados para adequar a formação dos estudantes, para promover a geração e a transferência de conhecimentos, além de fomentar a inovação nas empresas. O quadro abaixo, embora não exaustivo, fornece um panorama do amplo leque de possibilidades de que dispõem universidades e empresas para estreitar os laços que as unem.

¹ GRAHAN, Ruth. *The global state of the art in engineering education*. [S.l.]: MIT, 2018.

QUADRO 1 – Tipos de parceria

Tipo de parceria	Descrição
Participação empresarial na definição dos projetos pedagógicos dos cursos	Participação empresarial em conselho(s) consultivo(s) de curso(s) de engenharia ou em instâncias superiores de decisão, a fim de contribuir na definição do perfil do egresso e das competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos projetos pedagógicos dos cursos.
Disciplinas com base em demandas empresariais	Oferta de disciplinas ou módulos estruturados com base em necessidades empresariais e realização de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) com empresas.
Competições baseadas em demandas empresariais	Participação em desafios focados em demandas do setor industrial (ex.: <i>hackathons</i>).
Ações de empreendedorismo	Disponibilidade de escritório de apoio a projetos empreendedores de alunos (foco na criação de negócios).
Acesso à infraestrutura empresarial	Utilização de laboratórios das empresas para a oferta de treinamentos, módulos ou disciplinas.
Tempo da empresa investido em alunos	Realização de mentoria ou oferta de cursos/módulos/disciplinas (ex.: <i>one-day summer courses</i>) pelas empresas.
Tempo da empresa investido em professores	Participação de empresas em atividades de capacitação de professores (ex.: cursos, palestras, treinamentos etc.).
Investimento empresarial em infraestrutura universitária	Realização de doações de recursos ou investimento em infraestrutura de pesquisa para os cursos de engenharia (ex.: criação de laboratórios, centros de treinamento, compra de equipamentos etc.).
Apoio e/ou participação das empresas em eventos universitários	Apoio e/ou participação em eventos acadêmicos de engenharia (ex.: Semana da Engenharia, competições de robôs, feira de estágios e empregos, congressos etc.).
Concessão de bolsas e premiações pelas empresas	Pagamento de bolsas/premiações pelas empresas (iniciação científica, estágio).

As experiências selecionadas não são as únicas existentes em suas respectivas instituições. As escolhas foram feitas de modo a assegurar a diversidade dos tipos de parceria descritos, levando em consideração a disponibilidade de informações e as sugestões dos interlocutores integrantes do GT da MEI.

Espera-se que os relatos possam contribuir para apoiar e inspirar esforços empreendidos por outras instituições de ensino superior e por outras empresas, ajudando a aprimorar a formulação e execução de novos programas de sucesso. Nesse sentido, esta publicação reúne *benchmarks* que visam a permitir que outras instituições possam adaptá-los a suas próprias realidades, formatando, a partir do conhecimento adquirido, parcerias que tragam resultados efetivos para todos os envolvidos. Por essa razão, procura-se, sempre que possível, apontar os eventuais obstáculos que foram percebidos durante a implementação e de que forma esses obstáculos foram superados. Adicionalmente, busca-se, ao final de cada relato, incluir uma observação sobre sua associação com as novas DCNs.

Os casos selecionados envolvem as seguintes instituições de ensino superior:

- Instituto Mauá de Tecnologia (Mauá);
- Insper;
- Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel);
- Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Medeiro (FEI);
- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG);
- Universidade de São Paulo (USP); e
- Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

As informações institucionais foram coletadas nos *sites* e documentos disponíveis, em formulário padronizado preenchido por seus representantes, em entrevistas remotas e em visitas às instalações onde as iniciativas selecionadas operam. Uma versão preliminar de cada capítulo foi encaminhada aos correspondentes contatos institucionais para complementação, ajustes e validação, de modo a garantir a precisão dos dados e uma descrição fiel das parcerias.

Na maioria dos casos descritos, é possível identificar mais de um tipo de parceria, uma vez que as ações são muitas vezes complementares entre si. Assim, se há, por exemplo, algum tipo de investimento empresarial em infraestrutura universitária, frequentemente há também a concessão de bolsas ou premiações pelas empresas. Da mesma forma, quando se oferecem disciplinas baseadas em demandas empresariais, é frequente haver também algum tipo de acesso de professores e alunos à infraestrutura empresarial. Ainda assim, em cada um dos casos prevalecem tipos mais marcantes de parcerias, o que permite seu enquadramento conforme o quadro a seguir.

QUADRO 2 – Instituições, casos selecionados e tipos de parceria

Instituição	Caso selecionado	Tipos de parceira destacadas
Mauá	Projetos e Atividades Especiais (PAEs)	Oferta de disciplinas com base em demandas empresariais. Investimento de tempo da empresa em alunos e professores.
Insper	Projeto Final de Engenharia (PFE)	Oferta de disciplinas com base em demandas empresariais. Acesso de professores e alunos à infraestrutura empresarial. Investimento de tempo da empresa em alunos.
Inatel	Núcleo de Empreendedorismo	Ações de empreendedorismo no ambiente acadêmico.
UFMG	Empresas Juniores	Ações de empreendedorismo no ambiente acadêmico. Investimento de tempo da empresa em alunos. Apoio e/ou participação das empresas em eventos universitários.
FEI	Investimentos empresariais em laboratórios	Investimento empresarial em infraestrutura universitária.

Instituição	Caso selecionado	Tipos de parceira destacadas
USP	Convênio Escola Politécnica da USP e Rockwell (Convênio Poli/USP-Rockwell)	Investimento empresarial em infraestrutura universitária. Concessão de bolsas ou premiações pelas empresas.
ITA	Centro de Competências em Manufatura (CMM)	Investimento empresarial em infraestrutura universitária. Concessão de bolsas e/ou premiações pelas empresas. Investimento de tempo da empresa em alunos e professores.

A equipe da MEI agradece às instituições que participaram dessa iniciativa, aceitando compartilhar informações e experiências a fim de contribuir para a disseminação de boas práticas de interação universidade-empresa no país.



3 PROJETOS E ATIVIDADES ESPECIAIS: O CASO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA (MAUÁ)

3.1 INTRODUÇÃO

O Instituto Mauá de Tecnologia (Mauá) é uma associação civil educacional sem fins lucrativos, de direito privado e utilidade pública, dedicada ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica. Fundada em 1961 por um grupo de engenheiros, industriais, professores universitários e outros profissionais liberais, possui desde o nascedouro uma forte vocação empreendedora, como indica a escolha de seu nome, que homenageia um dos mais arrojados empreendedores brasileiros.^{2,3}

Sua primeira sede foi instalada em uma pequena sala emprestada pelo Instituto de Engenharia na cidade de São Paulo, onde começou a funcionar nos moldes do que hoje se caracterizaria como uma *startup*. A partir de meados da década de 1960, passou a contar também com um terreno em São Caetano do Sul, cedido pela prefeitura municipal como contrapartida à oferta de bolsas de estudos para residentes no município correspondentes a 2% do número de alunos de graduação.

² INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA. **Manual de compliance e de controles internos**. 2018. Disponível em: <https://maua.br/files/112018/manual-compliance-novo-090950.pdf>. Acesso em 03 set. 2019.

³ INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA. **Guia do aluno**. Disponível em: https://maua.br/files/012019/guia-do-aluno-2019-281712.pdf?_ga=2.261964749.1966473743.1565901404-342788615.1565901404. Acesso em 03 set. 2019.

Laboratório de Mecânica dos Sólidos.
Créditos: Mauá.

Atualmente, a Mauá desenvolve atividades didáticas e administrativas nos *campi* de São Paulo e São Caetano do Sul, sendo uma das instituições de ensino, pesquisa e extensão mais renomadas do País pela qualidade, pela inovação, pela vanguarda de seus projetos pedagógicos e pelo comprometimento do corpo docente. Oferece dois cursos de graduação nas áreas de Administração e *Design* e nove cursos de graduação nas áreas de Engenharia (Engenharia de Alimentos, Engenharia Civil, Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia Química), além de cursos de especialização, atualização, aperfeiçoamento e educação continuada. Congregando cerca de 3.500 alunos e 200 professores, sua categoria administrativa é classificada como Centro Universitário, possuindo autonomia para abertura de cursos e fixação de vagas.

Embora cada curso possua um currículo próprio, descrito em seu projeto pedagógico e organizado por meio de matriz curricular específica, as disciplinas do ciclo básico das Engenharias são comuns aos nove cursos ministrados e visam proporcionar uma base de conhecimentos indispensáveis à formação profissional do futuro engenheiro. Instituídos mais recentemente, os cursos de Administração e *Design*, por sua vez, mantêm uma conexão lógica com os cursos de Engenharia. Historicamente, cerca de 10% do faturamento da instituição provém da prestação de serviços para as empresas, constituindo-se as mensalidades pagas pelos alunos em aproximadamente 90% desse total.

O *campus* de São Caetano do Sul, extenso e bem equipado, concentra mais de 120 laboratórios e instalações-piloto que atendem a todos os cursos oferecidos pela Mauá, além de sediar um Centro de Pesquisas que funciona desde 1966. É por intermédio desse centro, com foco na pesquisa aplicada e no desenvolvimento de tecnologias voltadas para solucionar problemas da indústria, que se dá a desejável aproximação com o setor produtivo. Os esforços de interação da instituição com o mercado são também reforçados pela Coordenadoria de Estágios e a Academia de Talentos do MAUÁ, que organizam reuniões, *workshops* e palestras com empresas, direcionando os alunos a estágios profissionalizantes e orientando os formandos e os egressos na busca por oportunidades profissionais.

3.2 INICIATIVAS DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

Estimulados pela filosofia de aprendizado "*hands on*", que valoriza experiências práticas laboratoriais, vivências empresariais e engajamento nos projetos de pesquisa, os alunos da Mauá adquirem competências técnicas e sociais que os habilitam a realizar trabalhos em equipe envolvendo várias áreas do conhecimento. Além disso, a instituição realiza uma série de atividades em parceria com empresas de diversos ramos de atuação econômica.

A empresa Mauá Jr., por exemplo, presta serviços de consultoria a empresas atuantes no mercado brasileiro, oferecendo aos alunos da Mauá a oportunidade de estabelecer contatos e vivenciar uma experiência profissional ao longo de sua graduação. Diversos trabalhos de conclusão de curso são projetos desenvolvidos nas áreas de Engenharia, Tecnologia da Informação e *Design* de produto elaborados com base nos desafios apresentados pelas empresas.

O desenvolvimento das habilidades, conhecimentos e atitudes valorizadas pelo mercado de trabalho, por sua vez, é um importante desdobramento de projetos realizados em parceria com grandes empresas. Além de facultarem aos alunos acesso a equipamentos industriais modernos e atualizados, aderentes às necessidades reais do mercado, os projetos também incluem a oferta de treinamentos para técnicos e professores. O oferecimento de cursos de capacitação *online* aos docentes também faz parte do rol de parcerias firmadas entre a Mauá e as empresas. Envolvendo áreas como programação, banco de dados, sistemas operacionais e segurança cibernética, representam uma oportunidade de qualificação do corpo docente sem qualquer ônus para a instituição. Do ponto de vista das empresas, as capacitações, palestras e oficinas ministradas atendem aos interesses de divulgação e disseminação de produtos e serviços. Além disso, essas ações de aproximação com a academia resultam na prospecção de talentos para programas de estágio e trainees, por exemplo.

3.3 PROJETOS E ATIVIDADES ESPECIAIS (PAEs)

Uma iniciativa de grande destaque nos cursos de engenharia da Mauá enquadra-se no tipo de parceria que envolve a oferta de disciplinas ou módulos estruturados com base nas necessidades empresariais. Desde o primeiro ano acadêmico, a Mauá disponibiliza para os estudantes os chamados projetos e atividades especiais (PAEs), que abrem espaço para uma abordagem dinâmica de problemas concretos vividos pelas empresas e reafirmam o compromisso da instituição com a formação de engenheiros alinhados com as demandas prioritárias do mercado, tanto do ponto de vista técnico como no que diz respeito ao conjunto de habilidades pessoais requeridas. Atualmente, cerca de 15% da carga horária de integralização dos cursos de Engenharia da Mauá consiste nesse tipo de atividade, que desenvolve nos alunos a capacidade de lidar com situações reais por meio da metodologia de aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning*).



Laboratório de Automotiva. Créditos: Mauá.

Desde 2015, uma mudança na matriz curricular dos cursos de Engenharia introduziu, em paralelo à disponibilização de disciplinas tradicionais, a oferta de projetos desenhados por professores de diferentes áreas, que dispõem de grande liberdade para propor atividades envolvendo uma vasta diversidade de conteúdos e estratégias pedagógicas⁴. Considerando critérios de interesse e viabilidade para o programa de engenharia, uma lista é estruturada com base nessas propostas⁵. Os estudantes podem então selecionar livremente os projetos, as práticas de engenharia e os *workshops* de suas preferências. Desde que foi dada partida a essa iniciativa, na Mauá já foram estruturadas e oferecidas mais de 500 PAEs (cerca de 200 por ano), a serem desenvolvidas pelos estudantes.

⁴ Posteriormente, os projetos passaram a integrar a disciplina denominada PAE: "A PAE se estrutura como disciplina apenas com a finalidade de controle acadêmico, sendo composta por atividades semestrais eletivas, livremente propostas pelos professores do Mauá e por eles supervisionadas". (Disponível em: <http://brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/473>. Acesso em: 10 out. 2019).

⁵ MATTASOGLIO NETO, O.; LIMA, R. M.; MESQUITA, D. Changing an engineering curriculum through a co-construction process: a case study. *International Journal of Engineering Education*, v. 35. n. 4, p. 1129-1140, 2019.

A introdução dos PAEs reconhecidamente contribui para ampliar a autonomia dos estudantes, ao mesmo tempo em que os motiva a avançar no desenvolvimento de novas habilidades. Congregando atividades de complementação curricular oferecidas semestralmente de maneira eletiva, predominantemente na forma de desafios enfrentados pelo mercado, os projetos são estruturados por professores e por profissionais da indústria, que atuam como consultores que apoiam os alunos na busca de soluções. Além de envolverem conteúdos técnicos transversais relacionados à Engenharia, ao *Design* e à Administração, estimulam a aquisição de competências como comunicação, liderança, trabalho em equipe e foco em resultados. Adicionalmente, aproximam o estudante do mundo do trabalho, fazendo com que estabeleçam alguma relação com profissionais que os recebem em seus ambientes laborais e os visitam em seus espaços de aprendizado.

Alunos de diferentes cursos e séries envolvem-se nesses projetos, o que promove uma integração entre as diversas áreas do conhecimento, consolidando conteúdos e formas de trabalho interdisciplinares. Após a delimitação das condições de contorno dos problemas, os estudantes elaboram propostas de soluções que, por vezes, são apresentadas no formato de *pitch* e avaliadas por uma banca composta por profissionais com vasta experiência em cada um dos temas abordados.

Inserindo no currículo escolar temas atuais tratados pelas empresas e estabelecendo relações de parceria entre os graduandos de Engenharia, professores e profissionais já experientes vinculados ao mundo empresarial, esse modelo apresenta muitos benefícios tangíveis e intangíveis. Como regra geral, pode-se afirmar que a introdução nos currículos da carga horária destinada aos PAEs flexibiliza os conteúdos disciplinares, criando a possibilidade de modernização permanente dos temas e das abordagens, além de valorizar o desenvolvimento de competências essenciais para uma atuação bem-sucedida dos novos engenheiros.

Inserindo no currículo escolar temas atuais tratados pelas empresas e estabelecendo relações de parceria entre os graduandos de Engenharia, professores e profissionais já experientes vinculados ao mundo empresarial, esse modelo apresenta muitos benefícios tangíveis e intangíveis



Laboratório de Materiais. Créditos: Mauá.

Uma vez que os temas e desafios são propostos semestralmente considerando a livre oferta dos aplicadores (professores da Mauá e profissionais de fora da instituição) e acatados pelos alunos com base em suas preferências, a matriz curricular torna-se livre de amarras usualmente encontradas nos formatos dos cursos tradicionais, o que facilita sua atualização e permite alterações nos conteúdos ministrados. Alinhados a currículos inovadores que têm como meta acolher necessidades do mundo real e trabalhar modelos de aprendizado que concorram para seu atendimento, os PAEs revelam-se, assim, exemplos de boas práticas na formação de profissionais voltados para o mercado.

Do ponto de vista de sua formalização, não há diferença entre os PAEs e as demais disciplinas oferecidas nas matrizes curriculares dos cursos de Engenharia. No passado, a Mauá já trabalhava com iniciativas dessa natureza, sem, entretanto, tratá-las de maneira formal, oferecendo aos alunos a chance de realizar atividades classificadas como extracurriculares. A possibilidade de institucionalização e expansão dessas atividades permitiu sua incorporação à matriz curricular como atividade complementar, conforme determinação do Ministério da Educação (MEC), permitindo que passassem a ser contabilizadas para fins de integralização dos cursos⁶.

⁶ Como previsto pela Resolução nº 2 da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, estágios e atividades complementares dos cursos de graduação e bacharelados na modalidade presencial, não deverão exceder a 20% da carga horária total dos cursos, salvo determinações legais em contrário. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/rces002_07.pdf. Acesso em: 01 set. 2019.

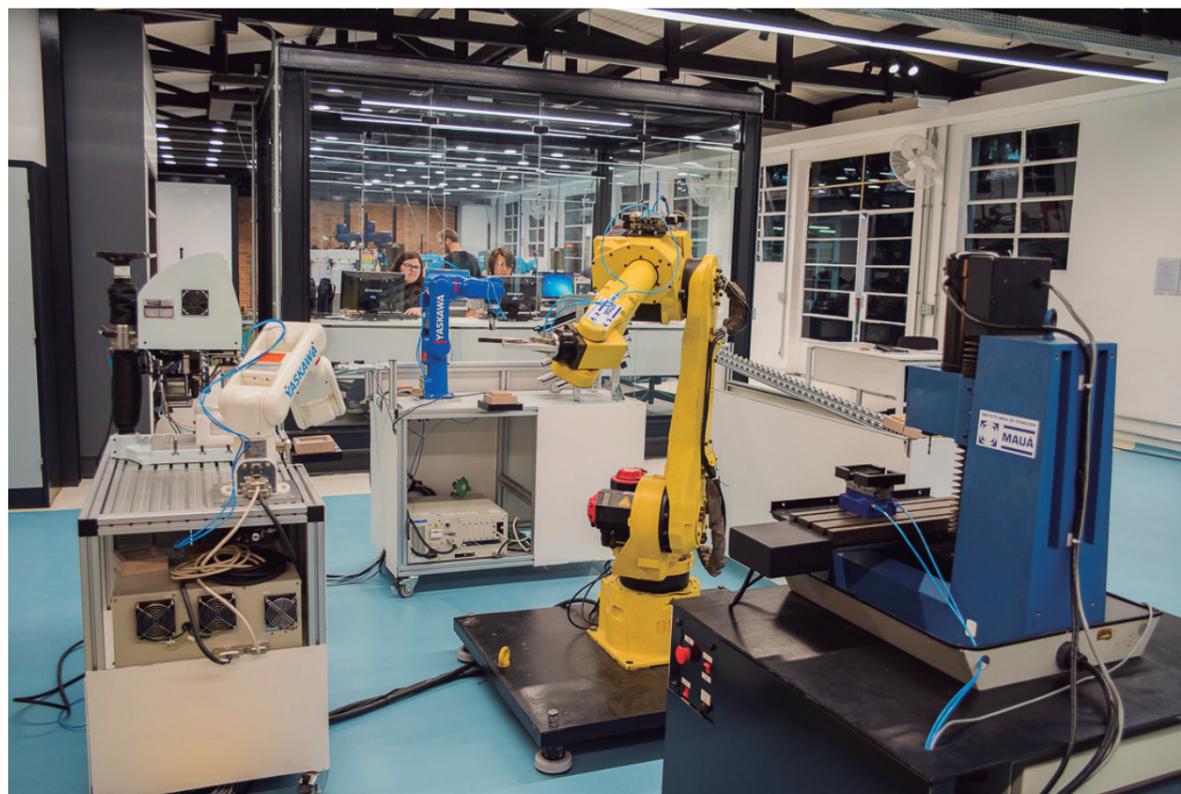
Embora como regra geral a iniciativa dos PAEs seja responsabilidade da Mauá, há casos em que os projetos são propostos pelas próprias empresas, que avaliam diante de suas necessidades como é possível avançar, oferecendo um portfólio de oportunidades para os trabalhos de pesquisa discentes. Em muitas ocasiões, essas companhias têm interesse até mesmo em oferecer sua infraestrutura física, pois a proximidade criada com alunos e professores alavanca a divulgação da marca e dos bens que comercializa. Esse é o caso, por exemplo, de empresas de *software* que esperam que a experiência e os conhecimentos proporcionados aos acadêmicos resultem no uso e na especificação de seus produtos e serviços ao longo de suas carreiras. O contato mantido pelas empresas com alunos e professores também tem o mérito de propiciar a identificação de talentos, viabilizando a contratação dos melhores alunos como *trainees*, por exemplo, embora essa não seja a finalidade principal do modelo adotado. Em alguns casos, os projetos podem alavancar a atuação de empresas juniores. Em outros, as empresas chegam a disponibilizar um profissional para acompanhar os PAEs de seu interesse, o que fortalece e intensifica os vínculos interpessoais estabelecidos.

Identificam-se, também, algumas situações nas quais os processos de cooperação com empresas (incluindo os PAEs) são estruturados com base em iniciativas de ex-alunos, que configuram um dos múltiplos canais de interlocução possíveis (indicações, relações interpessoais e Internet são algumas das vias utilizadas para a estruturação dos projetos e atividades complementares). Esse caminho também aporta uma visão empresarial aos processos, direcionando os temas e as metodologias de pesquisa aos propósitos de oferecer soluções inovadoras e criativas para o mercado.

Por não estarem vinculados a um curso específico ou a uma série determinada, os PAEs não têm quaisquer pré-requisitos e não obedecem a um conteúdo obrigatório determinado. Como mesclam alunos de diversos cursos, que se posicionam em diferentes semestres de suas respectivas matrizes curriculares e apresentam diferentes níveis de maturidade, tampouco preveem formas homogêneas de avaliação. Assim, usualmente é avaliado se as tarefas previstas para os alunos nas atividades e nos projetos programados foram cumpridas satisfatoriamente ou não, podendo o estudante, em caso de negligência ou insucesso, ser reprovado como em qualquer outra disciplina.

Com carga horária média de 40 horas por semestre, os PAEs contam créditos para os alunos, que precisam fazer pelo menos quatro atividades/projetos nessa modalidade de disciplina por ano. Em muitos casos, os estudantes optam por fazer além do mínimo requerido, com vistas a aprimorar o aprendizado acerca dos desafios e das rotinas empresariais, o que lhes permite exercitar a prática profissional e impulsionar condições de empregabilidade, além de conferir personalização ao currículo.

Para os professores, que necessariamente se responsabilizam por cada um dos PAEs em andamento, o esforço dessa atividade é diferente daquele realizado em sala de aula. No caso dos professores horistas, propor e responsabilizar-se por um PAE constitui-se em uma forma de remuneração adicional pela qual podem optar. Embora muitas vezes essa

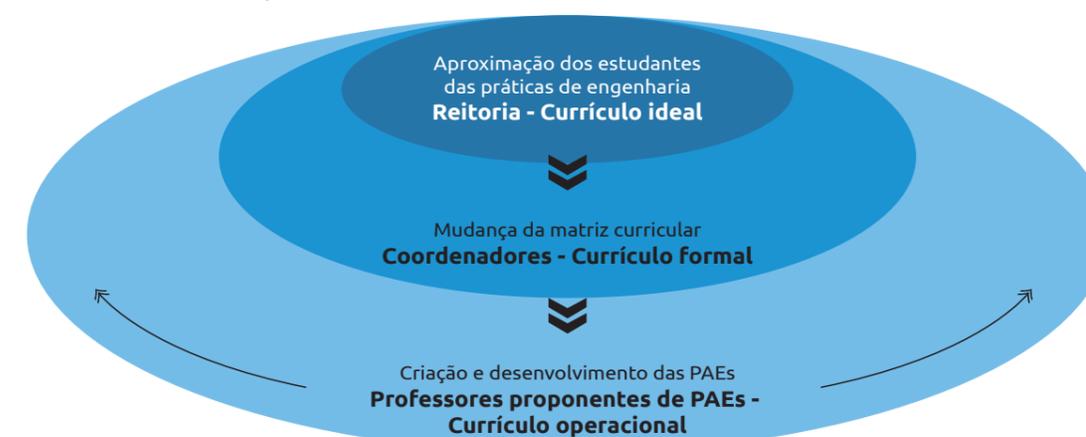


Laboratório de Manufatura Avançada. Créditos: Mauá.

atividade seja mais desafiadora e trabalhosa por envolver avaliações customizadas e um acompanhamento personalizado dos trabalhos, pode ser interessante e recompensadora, gerando uma atmosfera mais aberta e flexibilizando as possibilidades de formação e treinamento dos alunos. Por outro lado, as turmas dos PAEs são menores, contando usualmente com menos de 20 pessoas, o que permite uma boa organização das atividades. Os professores participantes dos PAEs contam ainda com uma capacitação específica para acompanhar os projetos e as atividades, o que muito contribui para o sucesso das iniciativas.

A Mauá avalia que o PAE tem gerado impactos bastante positivos para alunos, professores, empresas e profissionais do mercado envolvidos, mas ainda não dispõe de uma tabulação estruturada desses resultados. Avançar nessa direção, construindo indicadores que permitam registrar e mensurar os efeitos dos esforços empreendidos, é uma melhoria importante a ser considerada pela instituição. Em linhas gerais, pode-se afirmar que, ao lado dos investimentos em infraestrutura necessários para suportar as atividades, dois requisitos básicos constituem-se em eixos de sustentação para o sucesso da iniciativa, promovendo uma melhoria na qualidade dos currículos de modo a fortalecer a formação dos alunos de Engenharia: i) diretrizes institucionais de natureza *top down*, que asseguram a necessária autoridade para suportar o processo; e ii) capacitação e sensibilização de professores para operacionalizar as necessárias mudanças curriculares com grande liberdade para a estruturação dos projetos pedagógicos (movimento de natureza *bottom-up*).

FIGURA 1 – Coconstrução curricular *top-down* e *bottom-up*



Fonte: Adaptado de MATTASOGLIO NETO, O; LIMA, R. M.; MESQUITA, D. Changing an engineering curriculum through a co-construction process: a case study. *International Journal of Engineering Education*, v. 35. n. 4, p. 1129-1140, 2019.

Um desdobramento positivo da implementação do PAE na Mauá é o aumento da circulação de pessoas de fora da academia, sobretudo vinculadas a empresas parceiras, como as citadas a seguir:

Advantech	Dassault	HydraForce
BRF S.A.	Dorset	Iscar
Cargill Agrícola S.A.	Enova	MRV e Mbigucci
Casa Ronald McDonald's	Fesa Group	Poli Angels
Cisco	General Motors Brasil	Polícia Militar de SP
Corbion – Purac Sínteses Indústria e Comércio Ltda.	GPA	TIVIT

Para finalizar, vale a pena destacar alguns desafios associados a essa iniciativa, alertando aos interessados para que possam replicar o modelo de sucesso descrito às ações de integração universidade-empresa. Em primeiro lugar, convém mencionar que houve uma forte resistência inicial à implantação dessa sistemática arrojada e inovadora, por romper paradigmas e afastar os atores envolvidos – especialmente professores e dirigentes de diversas instâncias acadêmicas – de suas zonas usuais de conforto. Além disso, a implementação dos PAEs requereu esforços de sensibilização e capacitação docente por meio de palestras, *workshops* e treinamentos específicos, sem os quais possivelmente não se teria conseguido avançar de forma satisfatória. Um terceiro ponto desafiador que ainda hoje demanda especial atenção é a estruturação de um sistema eficiente de avaliação, tendo em vista a heterogeneidade dos projetos e das atividades, e os diferentes requisitos de cada um dos alunos envolvidos. A necessidade de atualização constante das instalações e laboratórios é também um ponto crítico para o sucesso dos PAEs, que precisam contar com uma estrutura capaz de permitir aos alunos contato com aquilo que é usualmente utilizado no mercado. Por fim, a oferta de PAEs aos alunos do período noturno é substancialmente mais restrita, inclusive em função da disponibilidade dos profissionais das empresas.

A despeito dessas ressalvas, a Mauá conta hoje com vasto leque de opções a serem selecionadas pelos alunos, o que confere qualidade e diversidade às atividades realizadas. No quadro a seguir, apresentam-se alguns exemplos de projetos e atividades que integram o portfólio de sugestões de PAEs, descrevendo-se brevemente suas principais características.

QUADRO 3 – Exemplos de atividades de PAEs

Aplicações de manutenção preditiva 4.0

Atividade prática aplicada na formação de engenheiros e administradores. Com base em ferramentas de sensores de monitoramento a distância e gerenciamento da operação e manutenção, por meio do *software* Sysman, são desenvolvidas duas aplicações de manutenção preditiva em modernos equipamentos adquiridos na oficina da Mauá. Tem como base a aplicação prática da metodologia de ensino baseado em projetos e problemas (PBL) com base no apoio do professor, do técnico monitor do laboratório e do engenheiro da empresa Advantech. Os integrantes das equipes desenvolvem o projeto, a organização do trabalho e o processo de uso, operação e manutenção preventiva e preditiva de dois equipamentos selecionados. As avaliações finais são efetuadas pelo responsável do PAE, pelos convidados e pelo engenheiro especialista da Advantech. Todos os participantes do PAE são convidados a realizar uma visita técnica a empresas clientes da Advantech que utilizam o monitoramento dos equipamentos para a manutenção preditiva.

Assuntos regulatórios

A área de assuntos regulatórios trabalha diretamente para que novos produtos estejam cada vez mais perto do consumidor, seja trabalhando com novas legislações, seja avaliando o conteúdo dos rótulos de produtos. O objetivo dessa atividade é analisar os requisitos para que um produto alimentício esteja de acordo com a legislação brasileira, bem como antecipar possíveis desafios regulatórios.

CyberSecurity essentials

Essa atividade usa o conceito de ensino híbrido, com suporte ao ambiente “Cisco Networking Academy” baseado nos cursos “Introduction to Cybersecurity” e “Cybersecurity Essentials”. A atividade baseia-se no uso de recursos de educação a distância (materiais de teoria, conteúdos multimídia, atividades interativas, jogos e testes) e em encontros presenciais (uso de simuladores, laboratórios, cenários e máquinas virtuais). Ao final do PAE, o aluno pode receber até dois certificados emitidos pela empresa Cisco, conforme aproveitamento e cumprimento de metas.

Desafios reais em Internet of Things (IoT)

Cada vez mais a “Internet das Coisas” está presente no dia a dia das soluções de negócio. Entretanto, ainda existe um significativo *gap* entre a solução técnica e as necessidades do mercado. Tendo como referência desafios reais apresentados por empresas parceiras, e utilizando uma plataforma de *IoT* de fácil operação, serão desenvolvidas provas de conceito (concepção e implantação) para propostas de solução que agreguem valor a produtos e serviços. Nessa atividade, são desenvolvidas as competências para identificar as necessidades do mercado e propor soluções que considerem, além dos aspectos técnicos, a viabilidade do modelo de negócio e a experiência do usuário.

Empreender com startup

Segundo Eric Ryes, uma *startup* é “uma instituição humana projetada para criar produtos e serviços sob condição de extrema incerteza”. Elas estão alterando, geralmente de forma disruptiva, todo o ambiente de negócios atual e, principalmente, a forma de empreender. Nessa atividade, discutem-se os passos necessários para a criação de uma startup por meio do uso da metodologia *icorps* criada em Stanford, no Vale do Silício.

Estudo e otimização de processos de usinagem

Esse PAE é oferecido em conjunto com a empresa ISCAR, que oferece uma premiação aos melhores projetos. Seus objetivos envolvem: i) propiciar aos alunos estudos de casos reais de uma empresa com a aplicação da Engenharia no estudo e na otimização de processos de usinagem; ii) trabalhar metodologias para definição do problema e possíveis soluções com aplicação de técnicas de Engenharia e inovação; e iii) modelar possíveis soluções com recursos de Engenharia e ensaios de usinagem.

Indústria 4.0 para principiantes

Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, expressa a aplicabilidade de tecnologias que permitem a conectividade de dados por meio de soluções digitais, como sistemas ciber-físicos, *IoT* e computação em nuvem. Essas novas tecnologias trazem inúmeras oportunidades para a agregação de valor às empresas e aos clientes por meio de novos modelos de negócios e do aumento de produtividade dos processos, bem como de sistemas de distribuição e de operação mais inteligentes. As oficinas da Mauá esclarecem o que é a Quarta Revolução Industrial e abordam a aplicabilidade de tecnologias digitais, benefícios, investimentos e pré-requisitos. Além disso, destacam quais são as oportunidades nas escalas local e global.

Network essentials

A rede é a essência da transformação digital. Embora muitas vezes invisível, ela nos mantém conectados, na medida em que nos movimentamos livremente usando nosso *laptop* ou *smartphone*. Esse PAE discute os conceitos básicos de redes e as qualificações profissionais associadas. Os princípios subjacentes podem ajudar a configurar uma rede SOHO (pequeno escritório/*home office*) ou até mesmo habilitar o aluno a comandar uma rede corporativa de maior dimensão.

Oficina de tempos e métodos de produção

A oficina de tempos e métodos de produção é uma importante atividade prática aplicada na formação de engenheiros e administradores. Com a participação em atividades práticas, mediante as ferramentas de produção enxuta, ou *lean manufacturing*, são desenvolvidas competências voltadas à racionalização de procedimentos e tempos para a montagem de produtos. As atividades são desenvolvidas em uma linha de produção real de montagem de karts, patrocinada pela Pirelli/Prometeon e, na sala de projetos, patrocinada pela GM. Os participantes aplicam as ferramentas de tempos e métodos, com destaque para a troca rápida de ferramentas (TRF), também conhecida como *Single Minute of Exchange or Die (SMED)*, a ferramenta 3P ("preparação do processo de produção") e o Kaikaku aplicado em 3P. Além das atividades práticas, as equipes utilizam os principais indicadores de produção, desenvolvendo habilidades voltadas à organização do trabalho e ao atingimento de metas da empresa.

Tecnologia de desenvolvimento de alimentos *plant based*

Aliando conceitos de mapeamento de tendências de mercado, fluxo de desenvolvimento de produtos e tecnologia de alimentos *plant based*, o PAE de tecnologia de alimentos *plant based* é orientado para os futuros profissionais da área de Engenharia que têm interesse em conhecer mais as características de inovação, processo, qualidade e mercado de alimentos *plant based*.

Visita à construção de edifícios

Essa atividade permite aos alunos visitas técnicas aos canteiros de obras, podendo observar a dinâmica que envolve a execução dos serviços em várias fases da construção de uma edificação e a movimentação de máquinas e materiais, bem como a atuação dos colaboradores e prestadores de serviços e a preocupação com a qualidade e segurança.

3.4 CONCLUSÃO

Desenhados com base na experiência dos professores e selecionados pelos alunos em função de suas preferências, os PAEs introduzem nos currículos de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia problemas concretos vividos pelas empresas, capacitando os estudantes a lidar com situações enfrentadas no mundo real. Além de desenvolverem habilidades técnicas associadas às diversas áreas de engenharia, os PAEs estimulam a aquisição de competências associadas à comunicação, à liderança, ao trabalho em equipe e ao foco em resultados, contribuindo para preparar os novos engenheiros para uma atuação exitosa no mercado de trabalho.

As características dessa iniciativa permitem caracterizá-la como um tipo de parceria que abrange tanto a oferta de disciplinas baseadas em demandas empresariais quanto o investimento do tempo da empresa (ou de profissional da empresa) em alunos.

Bem articuladas com as novas DCNs, as mudanças na estrutura curricular implementadas no Mauá foram motivadas pela necessidade de prover aos estudantes, desde o início do curso, acesso a conteúdos e práticas relevantes com a utilização de laboratórios e a interação com as empresas e suas demandas por soluções de Engenharia. Proporcionando a aquisição de conhecimentos e competências em diferentes contextos além da sala de aula, o desenvolvimento dos projetos coloca os alunos frente a desafios que os estimulam a buscar soluções criativas e aderentes às necessidades do mundo empresarial. Exemplos de boas práticas na reformulação curricular em busca da formação de profissionais com um perfil mais adequado para o mercado, os PAEs, que já estavam amparados pelas antigas DCNs, foram ainda mais fortalecidos pelas novas diretrizes e obedecem inteiramente às orientações de aproximar as escolas de Engenharia do setor produtivo e favorecer o desenvolvimento de competências essenciais para o mundo do trabalho.

Inspere

4 PROJETO FINAL DE ENGENHARIA: O CASO DO INSPER

4.1 INTRODUÇÃO

O Inspere é uma instituição de ensino superior e pesquisa de natureza privada, sem fins lucrativos, atuante nas áreas de Administração, Economia, Direito e Engenharia. Em seu *campus* universitário, localizado na cidade de São Paulo, oferece cursos de graduação em Administração, Economia e Engenharia, além de cursos de pós-graduação e programas de educação executiva voltados para diversos tipos de público, com distintos objetivos de aprendizagem. Adicionalmente, desenvolve atividades de pesquisa, geração e disseminação de conhecimento, que se concentram no Centro de Políticas Públicas (CPP), no Centro de Estudos e Negócios (CeNeg), no Centro de Finanças (CeFi), no Centro de Liderança e Inovação (CLI), no Centro de Agronegócio Global (Inspere Agro Global) e no Centro de Empreendedorismo (Cemp), que integram um ecossistema empreendedor voltado para apoiar a aquisição de competências necessárias para a transformação de ideias em negócios.

Atuando no ensino de graduação desde 1999, o Inspere congrega atualmente 2.253 estudantes de graduação, 3.516 discentes matriculados em cursos de pós-graduação *lato e stricto sensu* e 6.538 alunos nos cursos de educação executiva. As receitas são geradas a partir das mensalidades cobradas pela prestação dos serviços educacionais, além de taxas de inscrição em vestibulares, pesquisas, emissão de carteiras estudantis, diplomas e certificados.

Inspere Fab Lab.
Créditos: Inspere.

Adicionalmente, a instituição conta com doações destinadas a iniciativas de livre escolha do doador, que incluem programa de bolsas, patrocínio de espaços no *campus*, formação de cátedras e projetos e pesquisa e inovação⁷.

O Insper não participa de iniciativas governamentais como o Programa Universidade para Todos (Prouni) ou o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES), optando, alternativamente, pela modalidade de assistência estudantil sustentada por recursos de natureza privada. Em 2018, foram captados cerca de R\$ 9,6 milhões para o fundo de bolsas da instituição, dos quais R\$ 5 milhões foram destinados ao Fundo de Administração e Economia e R\$ 4,6 milhões alocados nas áreas de Engenharia. Esses recursos provêm fundamentalmente de três fontes de captação: i) restituição de *alumni* bolsistas parciais; ii) parte da receita arrecadada com os cursos ministrados; e iii) doações de pessoas físicas e jurídicas.

4.2 ENGENHARIA NO INSPER

Embora o Insper ainda seja predominantemente conhecido por sua atuação nas áreas de Economia e Administração, o Instituto oferece também, desde 2015, cursos de Engenharia cuja concepção remonta ao ano de 2013. Ainda em fase de consolidação financeira, o programa de engenharia do Insper enfatiza o desenvolvimento de novas tecnologias e de profissionais empreendedores, oferecendo três diferentes opções de cursos: Mecânica, Mecatrônica e Engenharia da Computação.

Os três cursos de Engenharia adotam uma grade comum de disciplinas nos dois primeiros semestres, que compõem o chamado ciclo básico. No terceiro e quarto semestres, os graduandos de Engenharia da Computação iniciam as disciplinas do ciclo específico, enquanto os alunos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica continuam seguindo a mesma grade curricular. Ao longo dos quinto, sexto e sétimo semestres, projetos que integram todas as disciplinas em torno de um determinado tema são oferecidos aos alunos, que desenvolvem seu trabalho final de curso no oitavo semestre, reservando o nono e décimo semestre para disciplinas eletivas e estágios⁸.

Essa estrutura curricular leva em consideração a importância do aprendizado pela experiência, que busca expor os alunos a problemas complexos que reproduzem aspectos relevantes da vivência profissional. As disciplinas aplicadas não apenas estimulam a participação ativa dos estudantes, mas também desenvolvem atributos como pensamento lógico, visão crítica e foco em resultados. Além disso, cerca de 20% do tempo consagrado aos cursos envolvem desenvolver habilidade de trabalho em equipe (realização de atividades

em grupo e redação de relatórios informativos, por exemplo), considerados fundamentais para a aquisição de habilidades interpessoais, sociais e emocionais (*soft skills*) necessárias para uma boa inserção no mercado de trabalho.

A formatação das grades de disciplinas e atividades complementares dos cursos de Engenharia oferecidos contou com um cuidadoso *benchmarking* das melhores práticas de mercado. O interesse do Insper em montar um projeto arrojado sustentou a valorização da *práxis* profissional e das múltiplas qualificações requeridas pelo mercado de trabalho, evitando a especialização excessiva dos estudantes. Assim, considerando as demandas de potenciais empresas contratantes, contando com a flexibilidade de poder estruturar os cursos sem quaisquer amarras anteriores e explorando o potencial oferecido pelos cursos de Economia e de Administração em operação, procurou-se enfatizar o conhecimento acerca do contexto (sociológico, histórico e político, por exemplo) de atuação profissional dos futuros engenheiros e estimular, desde o princípio, sua possibilidade de coletar, sistematizar e filtrar informações, desenvolvendo a capacidade de construir suas próprias condições de aprendizagem.



Equipe de Inovação Social. Créditos: Insper.

Atualmente, há 50 docentes nos cursos de graduação em Engenharia do Insper e o número de alunos matriculados alcança cerca de 500, equivalente a pouco mais de 20% do total de graduandos da instituição. Trata-se de um percentual significativo, que deve continuar aumentando à medida em que os cursos se consolidem no mercado. As reduzidas taxas de evasão registradas (em torno de 15%), o alto interesse pelos estagiários (100% dos alunos inseridos em empresas) e o reconhecimento internacional da instituição indicam o acerto do modelo adotado e confirmam a relevância de proporcionar aos alunos um ambiente que valoriza a integração entre a academia e o mundo do trabalho.

⁷ Disponível em: https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2019/05/RA_2018.pdf. Acesso em 02/09/2019.

⁸ Oficialmente, o estágio ocorre no décimo semestre e não pode coincidir com o período de desenvolvimento do PFE.

4.3 ATIVIDADES DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

As diretrizes que nortearam os cursos de Engenharia do Insper, afinadas com os propósitos originais da instituição, valorizam diversas iniciativas de integração universidade-empresa. Algumas dessas atividades são relatadas na sequência, indicando a variedade de opções disponíveis para integrar a comunidade acadêmica ao mundo empresarial.

O primeiro exemplo vem do setor agropecuário. Em 2017, cerca de 100 alunos de instituições públicas e privadas participaram de um evento da Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora/MG, com o objetivo de desenvolver soluções digitais para o setor rural brasileiro ou, nas palavras dos organizadores, de levar a Indústria 4.0 para o meio rural. Ao longo de 36 horas, os alunos tiveram contato com problemas reais e a equipe do Insper foi campeã com o Cow App, um aplicativo para analisar as receitas e despesas com a produção leiteira.

Em 2018, dentre os vários eventos identificados, destaca-se o desempenho dos alunos de Engenharia na primeira edição da competição *BTG Pactual Code*, momento onde foram desafiados a desenvolver soluções para questões vivenciadas no dia a dia do mercado financeiro utilizando a tecnologia *blockchain* de códigos para segurança de informações. Ao longo de 20 dias, os participantes desenvolveram um projeto de câmbio de moedas envolvendo transações de conversão do real para o dólar americano, mostrando habilidades e conhecimento adquiridos ao longo de seus estudos de graduação. Esses alunos, que saíram vitoriosos da competição, fazem parte da *Blockchain Insper*, primeira organização universitária do Brasil dedicada inteiramente aos estudos de *blockchain*.

Um projeto interdisciplinar associado a desafios empreendedores também ganhou evidência em 2018. Formado por alunos dos cursos de Administração e Engenharia, um grupo representante do Insper venceu a competição *A5 Challenge*, promovida pela gestora de investimentos *A5 Capital Partners*, que envolveu 210 participantes e 64 grupos provenientes de diversos estados brasileiros. Estruturado com o objetivo de estimular jovens estudantes que desejam empreender a partir de ideias inovadoras, o desafio, que durou pouco menos de um mês, incluiu o desenvolvimento de uma análise de mercado e de um plano de negócios para uma das *startups* do portfólio da A5⁹. O prêmio principal garantiu ao grupo de estudantes do Insper a participação na *Web Summit 2018*, maior conferência de tecnologia, inovação e empreendedorismo do mundo, realizada em Lisboa.

O ano de 2018 foi marcado também pela organização da primeira Feira de Recrutamento de Engenharia do Insper, que ofereceu aos alunos a oportunidade de conversar com empresas atuantes em diversos segmentos de mercado e abriu a possibilidade de contratação de

estudantes como estagiários, facultando-lhes a experiência de exercitar na prática os conteúdos aprendidos em sala de aula. Durante o evento, as organizações participantes apresentaram aos alunos suas estruturas organizacionais, esclareceram eventuais dúvidas e facultaram a possibilidade de cadastramento para disputar as vagas disponibilizadas.

Ainda na área de Engenharia, o Insper realizou pela primeira vez o Momento Insper Engenharia, especificamente dedicado aos três cursos disponíveis na área. Destinado a candidatos interessados em ingressar na instituição e conhecer melhor a estrutura e os programas oferecidos, o evento reuniu professores e coordenadores talhados para esclarecer dúvidas relativas aos cursos, às respectivas grades curriculares, à rotina de atividades no *campus* e ao mercado de trabalho.

Valorizando uma vertente social, os alunos de Engenharia receberam também, no âmbito da programação da disciplina *Natureza do Design*, o projeto *Pimp My Carroça*, que atuou para dar visibilidade aos catadores de materiais recicláveis, aumentar sua autoestima e sensibilizar as pessoas para essa causa a partir de ações criativas que utilizam a arte do grafite para conscientizar, engajar e transformar a sociedade. Durante um intenso processo de imersão, os alunos projetaram e implementaram diversas melhorias para as carroças de catadores de materiais recicláveis, utilizando suas habilidades técnicas para atuar com empatia em favor de uma sociedade mais inclusiva.

O ano foi marcado ainda por reconhecimentos importantes, entre os quais ao menos dois merecem destaque:

- o Insper foi incluído entre as 34 instituições de ensino superior brasileiras com nota máxima na avaliação do Índice Geral de Cursos (IGC), calculado pelo MEC a partir da ponderação de alguns indicadores de qualidade. Envolvendo a avaliação de mais de duas mil instituições, esse resultado foi obtido por apenas 1,6% das escolas de ensino superior no país, das quais apenas 18 são privadas; e

Oferecendo aos graduandos a oportunidade de aplicar o conteúdo acadêmico assimilado ao longo do curso a um tópico de preferência, os PFEs os motivam a utilizar habilidades de análise e resolução de problemas, argumentação e criatividade, contando com a orientação de um membro do corpo docente e com a colaboração ativa de um parceiro industrial

⁹ Trata-se da *startup* Colab, uma rede social para a cidadania que faz a ponte entre o cidadão e o poder público.

- o Insper foi a única escola brasileira a ser mencionada como destaque em pesquisa encomendada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que classificou os cursos de Engenharia oferecidos pela instituição como *places to watch* (lugares a serem observados) por seu potencial de inovação. O estudo entrevistou cerca de 50 pessoas em 18 diferentes países e classificou o programa de graduação em Engenharia do Insper como uma nova forma de ensinar, que valoriza um currículo prático e centrado no aluno ("*a new hands-on, student-centered curriculum*"¹⁰).

No âmbito das diversas ações de integração universidade-empresa adotadas pelo Insper, destaca-se ainda o Projeto Final de Engenharia (PFE). Trata-se, conforme se descreve a seguir, de uma forma de canalizar os esforços dos alunos durante a elaboração dos trabalhos de conclusão de curso para a solução de problemas identificados pelas empresas.

4.4 TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO BASEADOS EM PROPOSTAS EMPRESARIAIS: O PROJETO FINAL DE ENGENHARIA (PFE)

Estruturados com a atenção voltada para a formação de profissionais empreendedores, os cursos de engenharia do Insper têm no Projeto Final de Engenharia (PFE) uma oportunidade de promover a interação dos estudantes com o mercado de trabalho e de fazê-los refletir acerca de problemas concretos enfrentados por empresas brasileiras. Inspirados em um modelo comumente adotado nos Estados Unidos e tendo como referência o *Olin College* (programa de graduação em Engenharia amplamente reconhecido que serviu como *benchmarking* para o Insper), os PFEs partem da identificação de um problema do mundo real e procuram apresentar propostas inovadoras para solucioná-lo. Trata-se, assim, de uma iniciativa inspirada nos denominados *Senior Capstones*, que representam o ponto culminante dos cursos e treinamentos dos alunos de graduação nos Estados Unidos.

Preocupando-se com os resultados dos esforços discentes e com a aplicação dos conhecimentos apreendidos ao longo dos estudos de graduação, esse projeto educacional tem se destacado como uma alternativa de capacitação teórica e prática, consolidando o aprendizado dos alunos a partir de esforços direcionados para solucionar desafios específicos. Ao mesmo tempo, funciona como um eficiente instrumento de avaliação, permitindo um julgamento baseado na consistência das análises empreendidas e na adequação das soluções propostas.



Apresentação do Projeto Final de Engenharia. Créditos: Insper.

Oferecendo aos graduandos a oportunidade de aplicar o conteúdo acadêmico assimilado ao longo do curso a um tópico de preferência, os PFEs os motivam a utilizar habilidades de análise e resolução de problemas, argumentação e criatividade, contando com a orientação de um membro do corpo docente e com a colaboração ativa de um parceiro industrial. Em 2018, os alunos da primeira turma de Engenharia do Insper tiveram acesso a mais de 30 projetos sugeridos por empresas parceiras, tendo sido divididos em grupos cujo objetivo era prestar serviços voltados à oferta de soluções para os desafios apresentados.

As demandas podem ser apresentadas não apenas por empresas, mas também por instituições públicas ou por organizações sociais que busquem soluções associadas à área de Engenharia (Quadro 4). De qualquer modo, busca-se privilegiar as demandas efetivamente relacionadas à prática da Engenharia. Isso quer dizer que empresas que têm apenas escritórios de representação (e que não fazem, por exemplo, desenvolvimento de produtos no Brasil) não tendem a fazer parte do universo atendido.

¹⁰ [The global state of heart in engineering education](http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/MIT_NEET_GlobalStateEngineeringEducation2018.pdf). Disponível em: http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/MIT_NEET_GlobalStateEngineeringEducation2018.pdf. Acesso em 03/09/2019.

QUADRO 4 – Instituições parceiras no âmbito do PFE

Concluídos	Em andamento
Lote45 Participações	WEG Equipamentos Elétricos
Coca-Cola Femsa	<i>Johnson & Johnson Medical Devices</i>
Embraer	Ultracargo
Pollux Automation - Hahntel	General Motors do Brasil
Indústrias ROMI	Ambev S.A.
WEG Equipamentos Elétricos	Dell Technologies
Motorola <i>Mobility</i> Comércio de Produtos Eletrônicos	J. Assy
Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein	Votorantim
Schneider <i>Electric</i>	
Comunidade Vila Nova Esperança	
<i>Bright Photomedicine</i>	
IBM Brasil	

Acompanhados de um professor orientador, esses grupos – que podem ser formados por alunos dos três diferentes cursos de Engenharia, a depender da abrangência e do escopo de cada um dos projetos – têm o propósito de desenvolver uma solução inovadora que possa ser futuramente utilizada. Como regra geral, o trabalho envolve a mobilização de habilidades técnicas, organizacionais, interpessoais e de comunicação, por exemplo, valorizando a capacidade de trabalho em equipe, o espírito empreendedor e os conhecimentos em *design*. Esses são alguns dos critérios utilizados pelas bancas de avaliação intermediária e final, que são compostas por acadêmicos do Insper, a maioria com experiência de trabalho na indústria.

O processo de construção dos projetos começa com a iniciativa do Insper de sensibilização das empresas para a importância de formalizar demandas de elaboração de projetos de interesse envolvendo esforços de inovação e prospecção de soluções para os problemas apresentados. Em geral, o Insper e seus professores já contam com uma rede de parcerias empresariais, estimando-se que cerca de 30% das firmas contatadas participem da iniciativa a cada semestre, sendo que as que já tiveram projetos concluídos manifestaram interesse em ter mais uma equipe de alunos no semestre seguinte. A formação dos grupos de trabalho, que podem envolver até quatro alunos, privilegia problemas práticos nas diversas áreas de Engenharia, levando em conta as preferências de estudantes e professores envolvidos. Os quadros 5 e 6 resumem dois desses trabalhos.

QUADRO 5 – Projeto Final de Engenharia – Sistema de gestão de carteiras

O relatório descreve uma colaboração entre a Lote45 e o Insper ao longo de um ano acadêmico no qual os alunos desenvolveram uma solução para um problema real do mercado financeiro. O sistema em si é um aplicativo móvel para o gerenciamento de portfólios que faz o acompanhamento de investimentos. O aplicativo traz de modo simples a melhor maneira de gerir os investimentos de forma interativa e fácil visualização, com o propósito de atingir um novo nicho de clientes para a Lote45, passando de um grupo exclusivo de gestores como usuários da plataforma, para uma solução aberta ao público.

QUADRO 6 – Projeto Final de Engenharia – Reciclagem em comunidade vulneráveis: o caso da Vila Nova Esperança

A Vila Nova Esperança (VNE) é uma comunidade em situação vulnerável na divisa municipal de São Paulo e Taboão da Serra. Previamente, foi identificada uma oportunidade de melhoria na gestão de resíduos recicláveis dentro da VNE, realizada de maneira informal por moradores que obtêm parte de seu sustento dessa atividade.

A partir desse contexto, o projeto teve como objetivos: i) o refino da cadeia de reciclagem dentro da comunidade; ii) a criação de um banco de alimentos onde os próprios moradores podem converter seus recicláveis em pontos que podem ser trocados por alimentos não perecíveis, servindo, dessa maneira, como ponto de convergência de resíduos; e iii) a agregação de valor aos resíduos coletados por meio de processamento e manufatura, a fim de aumentar a receita total proveniente de sua comercialização, visando a tornar o ciclo financeiramente autossuficiente e sustentável.

A metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto foi baseada, principalmente, no *IDD Design Workbook*, um conjunto de práticas de inovação social, desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e *Olin College*.

O relatório documenta uma jornada de um ano de trabalho. Inicialmente, buscou-se: i) conhecer com profundidade o dia a dia dos moradores da comunidade e a cadeia de reciclagem na perspectiva local; ii) estabelecer uma relação de confiança entre o grupo e a liderança da comunidade; e iii) elaborar uma proposta de solução sustentável e apropriável. O relatório documenta ainda o processo de implementação da prova de conceito da solução proposta e de todos os aprendizados gerados, com o objetivo de fornecer as bases para a continuação do projeto pela próxima turma do Projeto Final de Engenharia - Inovação Social.

Para as empresas, além da divulgação da marca e dos produtos, o envolvimento nos PFEs gera oportunidades de prospecção de talentos e recrutamento de pessoas para programas de estágios e *trainees*. Nesse sentido, o compromisso de receber os alunos e/ou de promover reuniões remotas ao menos uma vez por semana constitui-se não apenas em uma oportunidade de discutir e encaminhar os trabalhos, mas também em uma forma de travar relações de proximidade com os discentes. Há vários registros de alunos que ingressaram nos programas de recrutamento empresariais a partir da experiência dos PFEs, que têm se consolidado como uma porta de entrada para o mundo do trabalho. Esse é, inclusive, um dos pontos do PFE mais valorizados pelas empresas. Do ponto de vista das empresas, a avaliação das soluções apresentadas e dos alunos eventualmente admitidos tem sido usualmente muito positiva. Há registro, inclusive, da criação de uma nova disciplina eletiva para a continuidade de um PFE específico.

Para os professores, a participação como orientador é contabilizada em sua carga horária de trabalho semestral. Em média, cada docente assume a responsabilidade por duas ou três disciplinas por semestre, contabilizando-se duas orientações de PFEs como equivalentes a uma disciplina ministrada.

Para os alunos, por fim, o PFE equivale a quatro disciplinas comuns, compondo os requisitos necessários para a conclusão de seus cursos de graduação em Engenharia. Propiciar aos discentes um precioso treinamento e colocá-los em contato direto com a realidade empresarial costuma ajudar os alunos na definição de suas preferências e estratégias de carreiras, além de permitirem a construção de uma rede de contatos importante para a futura trajetória profissional.



Apresentação do Projeto Final de Engenharia. Créditos: Insper.

Esse conjunto de elementos permite classificar como bem-sucedida a experiência de implementação dos PFEs nos cursos de graduação em Engenharia do Insper, ressaltando as contribuições para o imprescindível processo de aproximação entre a academia e as empresas. Como forma de contribuir para o aprimoramento e a disseminação dessa experiência, convém destacar alguns dos principais desafios enfrentados e esclarecer algumas questões que podem ajudar a aprimorar a utilização dessa abordagem.

Em primeiro lugar, convém ressaltar questões associadas à burocracia envolvida nos contratos estabelecidos com as empresas, que abrangem temas como a confidencialidade dos dados e a propriedade intelectual. Embora o Insper não tenha interesse em se apropriar dessas informações ou dos resultados gerados pelo trabalho, o aluno tem o direito de colocar em seu currículo que participou da elaboração do projeto e estabeleceu uma relação de parceria com a empresa. A natureza dos trabalhos acadêmicos, por sua vez, pressupõe a ampla disseminação dos resultados obtidos. Isso muitas vezes gera dificuldades, uma vez que as empresas não têm interesse em divulgar informações de uso interno. A solução encontrada pelo Insper, nesse caso, envolveu a preparação de duas versões do trabalho. Na versão simplificada, que é amplamente divulgada, os dados sigilosos são suprimidos, de modo a evitar quaisquer constrangimentos para as empresas. Na versão completa, apropriada pela empresa parceira, constam todas as informações utilizadas.

Outro ponto que chama a atenção ao longo da elaboração dos PFEs diz respeito ao fato de que, ao contrário do que acontece nos Estados Unidos, as empresas não são cobradas

por sua participação na iniciativa. Elas disponibilizam informações e recursos materiais para o projeto, porém, não aportam recursos financeiros. Isso faz com que o Insper tenha que arcar com algumas despesas vinculadas à execução dos trabalhos, como, por exemplo, materiais ou, excepcionalmente, deslocamentos e viagens de alunos e professores. Por se tratar de um serviço gratuito para as empresas, o PFE poderia, em tese, gerar uma espécie de competição com a empresa júnior do próprio Insper. Nesse caso específico, contudo, como a atuação em projetos de Engenharia é ainda incipiente, a percepção é que o PFE deva contribuir, no futuro, para a captação de projetos para esse tipo de iniciativa.

Um desafio que resultou do próprio sucesso do programa está relacionado ao número proporcionalmente grande de projetos captados (23, neste momento) em relação ao número ainda reduzido de alunos em condições de desenvolvê-los (24). Como a intenção é que se formem grupos de alunos – inclusive em função do caráter multidisciplinar dos problemas –, o atendimento a essas solicitações tem sido dificultado.

Por fim, a possibilidade de reprovação dos projetos encerra também um desafio, vinculado à forma de lidar com a situação. Por funcionar como um instrumento de avaliação, o PFE naturalmente incorpora a possibilidade de que o aluno não atenda aos requisitos mínimos previstos. Embora o Insper procure minimizar essas situações, prevendo um acompanhamento permanente do orientador, estabelecendo entregas parciais para os projetos e instituindo uma banca de avaliação intermediária, a chance de reprovação existe e a dificuldade de encaminhar esse tipo de evento persiste como uma questão a ser superada.

4.5 CONCLUSÃO

Conforme se viu ao longo deste capítulo, o Insper atua de forma a promover, de diversas maneiras, a interação de seus cursos de graduação com as necessidades e as carências das empresas. Em particular, destacou-se, neste capítulo, o Projeto Final de Engenharia (PFE), que permite que os alunos canalizem os esforços empreendidos durante a elaboração dos trabalhos de conclusão de curso para a solução de problemas identificados pelo setor produtivo. Trata-se, portanto de um tipo de parceria em que a oferta de disciplinas se baseia em indicações empresariais.

Com isso, os alunos, ao longo da elaboração dos PFEs, têm a oportunidade, em algumas situações, de conhecer e ter acesso à infraestrutura empresarial. Além disso, em muitos casos, a empresa termina investindo tempo nesses alunos, especialmente durante as discussões acerca dos problemas identificados. Para as empresas, o envolvimento nos PFEs gera oportunidades de prospecção de talentos e recrutamento de pessoas para programas de estágios e *trainees*.

A iniciativa descrita tem uma evidente conexão com as novas DCNs, especialmente porque, cada vez mais, se busca privilegiar a avaliação das habilidades dos alunos que concluem os cursos, e não apenas os processos que, ao longo da graduação, contribuem para a aquisição dessas habilidades. Nesse sentido, a percepção é que as novas DCNs validaram modelos de aproximação com empresas que já existiam no Insper, facilitando a prestação de informações para o Ministério da Educação (MEC), uma vez que explicitaram a aderência das ações executadas pela instituição às novas orientações curriculares.

Inatel

5 NÚCLEO DE EMPREENDEDORISMO: O CASO DO INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (INATEL)

5.1 INTRODUÇÃO

Fundado em 1965, o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) é uma instituição de ensino e pesquisa privada sem fins lucrativos, mantida pela Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações (Finatel). Localizado no município de Santa Rita do Sapucaí (MG), foi o primeiro centro de ensino do país a oferecer um curso superior de Engenharia com foco na área de telecomunicações.

Atualmente, o Instituto congrega cerca de 1.300 alunos matriculados em cursos de graduação e pouco menos de 500 em cursos de pós-graduação, além de quase 70 docentes e mais de 200 técnicos-administrativos. Conta também com cerca de 550 pessoas no *Inatel Competence Center (ICC)*, que presta serviços tecnológicos a mais de uma centena de parceiros nacionais e internacionais, incluindo companhias como a Huawei e a Ericsson, além de diversas empresas do Polo Tecnológico de Santa Rita do Sapucaí. Reunindo mais de 470 especialistas e 240 estagiários nas áreas de *hardware*, *software*, capacitação corporativa, ensaios, calibração e consultoria, o ICC atua transferindo conhecimento da academia para o setor produtivo, funcionando como uma extensão das áreas de pesquisa, desenvolvimento e inovação dos parceiros empresariais. A proximidade com esses parceiros reflete-se em grandes benefícios para o Inatel e seus alunos, como a instalação de laboratórios modernos

Laboratório de Física.
Créditos: Inatel.



e bem-equipados, a oferta de cursos de suplementação desenhados a partir das necessidades empresariais e a maior facilidade de inserção dos engenheiros egressos no mercado de trabalho. O ICC tem um papel fundamental no apoio às ações de empreendedorismo realizadas pelo Inatel.

Desde 2016, por meio do ICC, o Inatel é uma das unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), que disponibiliza financiamento para projetos de inovação realizados em parceria com empresas. Alguns desses projetos são financiados pela Lei da Informática, utilizando recursos próprios das companhias, enquanto outros recebem recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Existem determinados laboratórios de empresas parceiras que funcionam dentro do prédio do Inatel, como, por exemplo: Ericsson, Qualcomm, Datacom, Comarch, Giga, Sense e Huawei.

No ano de 2018, o faturamento do Inatel alcançou R\$ 166 milhões. Desse total, aproximadamente 35% provieram de receitas acadêmicas (mensalidades) e os 65% restantes tiveram como fonte de recursos projetos e convênios com empresas (frequentemente no âmbito do ICC e associados a incentivos previstos na Lei de Informática) e editais publicados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e por órgãos de fomento, como a Finep, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A instituição oferece nove cursos de graduação – dois dos quais destinados à formação de tecnólogos –, cursos de pós-graduação *lato sensu*, um curso de mestrado e um curso de doutorado em telecomunicações, além de cursos de educação a distância, cursos de extensão presenciais em diferentes áreas tecnológicas e cursos de capacitação *in company*. O Quadro 7, a seguir, relaciona alguns desses cursos, evidenciando o foco da instituição em áreas técnicas associadas ao desenvolvimento, à implantação e à manutenção de sistemas de comunicações.

O empreendedorismo faz parte do próprio projeto acadêmico do Inatel, permeando o conjunto de atividades e iniciativas institucionais. Ainda na década de 1980, antes mesmo do conceito de incubadoras disseminar-se no Brasil, o Inatel já acolhia empresas nascentes, oferecendo informações, apoio técnico e suporte de infraestrutura física

QUADRO 7 – Cursos oferecidos pelo Inatel

Graduação

- Engenharia Biomédica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia de Controle e Automação
- Engenharia de Computação
- Engenharia de Produção
- Engenharia de Telecomunicações
- Engenharia de *Software*
- Tecnologia em Automação
- Tecnologia em Gestão

Pós-graduação *lato sensu*

- Engenharia de Sistemas Eletroeletrônicos, Automação e Controle Industrial
- Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações
- Engenharia Clínica e Engenharia Biomédica
- Desenvolvimento de Aplicações para Dispositivos Móveis e *Cloud Computing*
- Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações
- Internet das Coisas
- Indústria 4.0
- MBA em Gestão Empresarial em Ambiente Tecnológico

Pós-graduação *stricto sensu*

- Mestrado em Telecomunicações
- Doutorado em Telecomunicações

Dispondo de quase 50 laboratórios, o Inatel valoriza o treinamento prático dos alunos, que contam também com uma empresa júnior que contribui para a formação profissional dos membros a partir dos esforços orientados para a estruturação de soluções e capacitações tecnológicas para o mercado. O Laboratório de Ideação e o Fab Lab Inatel¹¹ são exemplos de espaços institucionais voltados para estimular a criatividade e abrigar processos de inovação, apoiando o desenvolvimento de protótipos que aproximam a universidade das demandas empresariais. Diretrizes de incentivo ao empreendedorismo e à integração com o mercado são também reforçadas pela existência de projetos de incubação de empresas, que contam com o apoio de uma pré-incubadora e uma incubadora com capacidade para acolher simultaneamente 11 empreendimentos. A oferta de programas de intercâmbio, vagas de estágios e atividades que permitem aos alunos a vivenciar a realidade do mercado e desenvolver habilidades requeridas para uma atuação confiante dos profissionais de engenharia são ainda ações de grande destaque na instituição.

A aplicação prática do conhecimento técnico e científico norteia os programas de empreendedorismo do Inatel, que estão no centro dos relatos de experiências de integração universidade-empresa incluídos neste capítulo. Em particular, ressaltam-se as ações de empreendedorismo vinculadas à incubadora de empresas de base tecnológica, que contribuem ativamente para o dinamismo da região de influência da instituição.

¹¹ Abreviação para “laboratório de fabricação”, em inglês.



Laboratório Indústria 4.0. Créditos: Inatel.

5.2 SANTA RITA DO SAPUCAÍ

Conhecida como Vale da Eletrônica, a cidade de Santa Rita do Sapucaí, importante polo de desenvolvimento tecnológico do país, localiza-se no sul do estado de Minas Gerais, entre os três maiores centros econômicos e comerciais do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte). Abrigando cerca de 43 mil habitantes, conta com mais de 150 empresas nas áreas de eletrônica, automação industrial, telecomunicações, *software* e eletromedicina, entre outras áreas afeitas aos ramos da Engenharia e da Tecnologia.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o florescimento dessas empresas levou a uma participação do setor industrial no Produto Interno Bruto (PIB) municipal da ordem de 37% em 2016. O PIB *per capita* municipal, por sua vez, alcançou no mesmo ano praticamente R\$ 39 mil, superando significativamente o PIB *per capita* registrado para o conjunto do país, da ordem de R\$ 30,5 mil¹².

Ao lado da localização estratégica e da boa qualidade de vida, a presença de instituições de ensino e, em particular, a disponibilidade de educação técnica e superior de qualidade

na região justificam a atração de investimentos externos e o surgimento de empresas locais, algumas das quais provenientes do próprio Inatel. Graças à diversidade das empresas implantadas, ao intenso grau de integração e à capacidade de articulação entre instituições públicas, iniciativa privada e Academia, a cidade tornou-se sede do Arranjo Produtivo Local (APL) Eletroeletrônico Sul Mineiro, que congrega instituições de ensino e empresas inovadoras que oferecem produtos e serviços para todo o Brasil e exportam para diversos países do mundo. O ambiente favorável ao empreendedorismo é reforçado, entre outras ações, pela permanente promoção de eventos que possibilitam maior interação entre os parceiros, além de promoverem a disseminação de conhecimentos e a divulgação de boas-práticas, estimulando o fortalecimento do ecossistema de inovação e empreendedorismo local.

O modelo de incentivo identificado é um exemplo a ser replicado em outros municípios brasileiros, revelando elevado potencial para mobilizar, a partir do apoio de instituições de ensino e de estímulos do poder público, o potencial de desenvolvimento tecnológico e produtivo existente em outras localidades. Entretanto, ainda que seja possível avançar na construção de uma estrutura produtiva e acadêmica inspirada na experiência do polo de Santa Rita do Sapucaí, nem sempre será trivial a consolidação de uma cultura empreendedora e inovadora similar em outros espaços. Afinal, a formação de mão de obra empreendedora e qualificada, a tendência à geração de inovação e a construção de bom ambiente de negócios – elementos fundamentais para atrair investimentos e desencadear um ciclo de crescimento econômico – dependem fundamentalmente da consolidação do chamado capital social, definido como o conjunto de informações e normas que integram redes interinstitucionais capazes de facilitar a ação coletiva e ordenada voltada para o benefício comum de seus integrantes.

Congregando cerca de 160 empresas de base tecnológica, o Polo de Santa Rita do Sapucaí constituiu-se em um ambiente propício ao desenvolvimento de negócios e empreendimentos inovadores, estruturando um ecossistema rico em interações que retroalimentam o crescimento econômico. As oportunidades de estágio e emprego geradas pelas empresas atuantes na região abrem espaço para que estudantes e engenheiros formados pelo Inatel estejam inseridos nessa dinâmica, sendo parte integrante do processo de desenvolvimento do APL. A presença de 1800 estudantes em áreas afeitas à Engenharia e às Telecomunicações, a variedade de cursos ofertados e o fato de que cerca de 60 das empresas de base tecnológica implantadas no município originaram-se do Inatel são algumas das evidências que comprovam a relevância institucional para a economia local.

¹² Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-do-sapucaí/panorama>. Acesso em 28/08/2019.

5.3 AÇÕES DE EMPREENDEDORISMO: INCUBADORA DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

O empreendedorismo faz parte do próprio projeto acadêmico do Inatel, permeando o conjunto de atividades e iniciativas institucionais. Ainda na década de 1980, antes mesmo do conceito de incubadoras disseminar-se no Brasil, o Inatel já acolhia empresas nascentes, oferecendo informações, apoio técnico e suporte de infraestrutura física.

Criado em 1999, principalmente com recursos próprios da Fundação Finatel, o Núcleo de Empreendedorismo do Inatel (NEMP) tem como objetivo disseminar uma cultura empreendedora entre estudantes, alunos egressos, professores e funcionários da faculdade, além de envolver ações abertas a toda a comunidade local. Desde que foi instituído, o NEMP assumiu a incumbência de unificar todas as atividades empreendedoras do Instituto, coordenando um conjunto de ações e eventos voltados para a formação de empreendedores e para o estímulo à criação de novas empresas, de modo a contribuir para a aplicação dos conhecimentos acumulados nas áreas de Engenharia e para o desenvolvimento da economia local e regional.

Englobando um laboratório de ideação associado a um Fab Lab, uma pré-incubadora e uma incubadora de empresas e projetos, o NEMP dá suporte a alunos, ex-alunos, professores e pessoas associadas a esses indivíduos que tenham interesse em transformar ideias em negócios, apoiando as etapas de teste de conceito e mercado, teste de protótipo no mercado e colocação do produto no mercado. Todos os alunos de graduação do Inatel passam pelo NEMP, uma vez que há um conjunto de atividades complementares obrigatórias, como treinamentos e *workshops*. Nesse ambiente, surgiram cerca de 15 empresas de alunos ainda na graduação.

Atualmente, nove pessoas são responsáveis pelas atividades do Núcleo, cinco delas funcionários do Inatel e quatro, estagiários. Entre os funcionários, três são professores – um gestor geral do NEMP, um especialista em empreendedorismo e inovação e um especialista técnico em prototipação – e dois são técnicos – uma especialista em gestão e uma pessoa de apoio administrativo.

A figura a seguir ilustra a organização das iniciativas.

FIGURA 2 – Desenvolvimento da ideia no Núcleo de Empreendedorismo



Fonte: Empreendedorismo e inovação. Disponível em: <https://inatel.br/empreendedorismo/empreender/spin-off>. Acesso em 28/08/2019.

O Laboratório de Ideação do Inatel é um espaço voltado para estimular a criatividade e dar partida a um processo de inovação. Nele, aqueles que desejam empreender, testar uma ideia, criar um conceito ou prototipar um modelo de negócios encontram apoio em abordagens centradas no usuário, como *design thinking* e *customer development*, que permitem exercitar a criatividade, realizar experimentos e avançar na simulação de negócios. Além de estar estruturado para ser um modelo completo de fábrica de prototipagem de ideias, o laboratório do Inatel constitui-se em um espaço seguro que disponibiliza aos usuários acesso a impressoras 3D de última geração, máquinas de usinagem para placas de circuito impresso, equipamentos para corte a *laser* e *CNCs Routers* de pequeno e grande formato. Contando com uma agenda repleta de atividades inovadoras, oferece treinamentos pontuais e periódicos para o uso de equipamentos de prototipagem e para o desenvolvimento de metodologias por meio de palestras, oficinas, *workshops*, *hackathons* e *demodays*.

O Fab Lab Inatel, por sua vez, é um espaço acadêmico e profissional concebido para que seus usuários criem praticamente tudo o que desejam. Sua infraestrutura atende a padrões internacionais de Fab Labs, tendo como referência as orientações da *Fab Foundation*, à qual está associado. A localização do Fab Lab ao lado do Laboratório de Ideação é estratégica, uma vez que juntas essas estruturas conseguem oferecer um ambiente realmente propício à criatividade e à geração de inovações. Apoiando aqueles que pretendem empreender, desejam testar uma ideia, precisam buscar soluções tecnológicas ou prototipar um produto ou um modelo de negócio, o Fab Lab Inatel foi projetado e equipado para oferecer uma estrutura que dirige o foco dos pesquisadores para o usuário das inovações que serão desenvolvidas, levando em consideração técnicas do *design thinking* que privilegiam processos criativos de experimentação, simulação, validação e modelagem de novas *startups*.



Fonte: Fab Lab. Créditos: Inatel.

Por meio do Programa Inatel Maker, composto por uma série de cursos voltados para habilitar e certificar pessoas para utilizar com excelência o Laboratório de Ideação e o Fab Lab¹³, o Inatel dissemina a utilização de metodologias *hands on* e de aprendizado por meio de projetos que poderão ser prototipados nos diversos equipamentos de fabricação digital disponíveis. O ambiente é aberto a alunos, ex-alunos, professores, pesquisadores, funcionários, empresários ligados à Incubadora do Inatel e outros empreendedores da comunidade externa, esses últimos tendo acesso por meio de parcerias firmadas com o Inatel por meio do NEmp/Incubadora¹⁴.

¹³ Os treinamentos, em geral, não são pré-requisitos para o uso do espaço. Somente é pré-requisito nos casos em que procedimentos de segurança devam ser seguidos (por exemplo, uso do espaço de corrosão de placas de circuitos impressos).

¹⁴ Disponível em: <https://inatel.br/empreendedorismo/laboratorio-de-ideacao>. Acesso em 28/08/2019.

Atualmente, há seis *startups* em fase de validação da ideia no Inatel, quatro delas formadas por alunos de graduação:

- *PicUp*, que busca solucionar problemas de interação entre os fotógrafos e seus clientes;
- *Iotech*, que presta serviços de tecnologia e engenharia;
- *Intelligent Deal*, que utiliza um modelo tecnológico baseado em *softwares* de administração e gestão para eliminar o intermediário entre o contratante e o real executor de grandes projetos;
- *Cardiomed*, que desenvolve melhorias na utilização de *holters*;
- Iniciativa para desenvolvimento de eletroencefalógrafo digital computadorizado, que usa comunicação via *bluetooth* com *software* capaz de mapear ondas cerebrais; e
- *Laborshare*, que promove o encontro da oferta e da demanda de trabalho na área de desenvolvimento de *software*, seguindo a tendência das empresas de utilizar o *staff* sob demanda.

A Pré-incubadora de Empresas e Projetos, criada no ano de 2003, é uma etapa que precede o programa de incubação e que acolhe projetos ainda não totalmente maduros, em busca da modelagem mais adequada para o negócio e de um parecer conclusivo sobre sua viabilidade técnica, mercadológica e financeira. Como parte integrante da incubadora, tem capacidade para apoiar vários projetos simultaneamente, fazendo com que seus participantes convivam em um ambiente criativo, inspirador e produtivo. Nesse sentido, contribui para o desenvolvimento de habilidades empreendedoras, para a construção e consolidação de *networkings* e para a difusão da cultura empresarial e de instrumentos de gestão, aumentando a empregabilidade dos alunos na medida em que descortina outras possibilidades profissionais. O programa de pré-incubação tem duração de até nove meses, ao longo dos quais os projetos passam por etapas como: i) a validação da ideia e a modelagem do negócio; ii) a construção de validação do Mínimo Produto Viável (MPV); iii) a elaboração de um plano de negócios; iv) a realização de pesquisa de mercado; v) a organização de visitas e missões empreendedoras; e vi) a elaboração de estudos de viabilidade¹⁵.

Existem atualmente sete equipes pré-incubadas no Inatel, a maioria composta por alunos de graduação:

- *Aurem*, que utiliza o reconhecimento de voz em *web* para captar a fala do professor, transcrevendo-a em tempo real durante a aula;
- *Fiscoserv*, que desenvolve soluções de *data science* para gerar informações financeiras e contábeis;

¹⁵ Disponível em: <https://inatel.br/empreendedorismo/pre-incubadora>. Acesso em 28/08/2019.

- Me Vende Aí, que conecta o varejo local com o consumidor de forma simples e econômica;
- Soil, focada em soluções para a irrigação de grandes lavouras, levando para o agricultor o controle do sistema de irrigação da fazenda;
- ASW, que traz para o mercado soluções que maximizam os resultados operacionais e caixa com automação e racionalização dos inventários de EPI;
- Geplan, que busca trazer tecnologia e confiabilidade para a gestão de plantões e funcionários em hospitais; e
- Iniciativa para o desenvolvimento de intermitentes de pré-secadores rotativos de café, que visa a economizar energia elétrica e reduzir os custos de manutenção dos secadores.

A incubadora de projetos e empresas do Inatel, por fim, foi criada antes mesmo da estruturação do NEmp, datando de 1985. Ao longo de seus mais de 30 anos de história, já graduou 62 empresas e recebeu por duas vezes o prêmio "Melhor Programa de Incubação de Empreendimentos Inovadores do País", conferido pela Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec). Registrando um período médio de incubação de cerca de 2,5 anos, apresenta uma taxa de mortalidade que gira em torno dos 20%.

A incubadora está localizada em prédio próprio localizado no *campus* do Inatel e possui uma área de aproximadamente 1.000 m², que abriga:

- Onze ambientes individuais e exclusivos para as empresas;
- Salas de reuniões e treinamentos;
- Biblioteca e videoteca com títulos ligados à gestão, ao empreendedorismo e à inovação;
- Laboratório de prototipagem rápida e impressão 3D (além de facultar o acesso a outros laboratórios do Inatel); e
- Equipamentos laboratoriais de medição e controle e para P&D.

Além da infraestrutura, a incubadora oferece apoio aos empreendedores, como, por exemplo:

- Suporte gerencial e empresarial nas áreas de gestão, mercado, finanças, tecnologia e desenvolvimento pessoal do empreendedor;
- Treinamentos, mentorias e consultorias especializadas;
- Consultoria e auxílio na captação e gestão de recursos financeiros;
- Aproximação com investidores; e
- Medição e acompanhamento constantes da evolução da empresa.



Incubadora de empresas. Créditos: Inatel.

No Quadro 8, disposto a seguir, descrevem-se as empresas atualmente incubadas no Inatel, criadas por estudantes ainda na graduação em engenharia ou que envolveram ex-alunos em sua criação.

QUADRO 8 – Empresas incubadas (legalmente constituídas)

Agrorigem

A Agrorigem dedica-se à venda direta de café especial com rastreabilidade, disponibilizando informações referentes aos lotes a serem comercializados por meio de uma plataforma *online*.

Inovação: digitalizar o processo de comercialização do café cru; facultar aos produtores novas oportunidades de venda no mercado interno e externo; e disponibilizar aos compradores, em um único ambiente de rede, acesso a inúmeras variedades e origens dos melhores cafés do Brasil.

Expertise tecnológica: desenvolvimento de interfaces web de usuário e aplicações *mobile* nativas para a plataforma iOS e Android, utilizando os frameworks React e ReactNative, respectivamente. Programação de microcontroladores utilizando a linguagem C++.

Das Coisas

A Das Coisas desenvolve e fabrica *hardware*, módulos, sistemas e *kits* de desenvolvimento com conectividade sem fio para Internet das Coisas.

Inovação: oferecer novas maneiras de coletar e contextualizar dados, interagir com o ambiente e integrar diferentes produtos, serviços e sistemas de maneira segura, robusta e escalável.

Expertise tecnológica: conectividade, segurança da informação, interoperabilidade.

Laager

A Laager é uma *spin off* que desenvolve soluções tecnológicas para aprimorar a gestão dos recursos naturais (eficiência energética e hídrica) e promover o desenvolvimento econômico sustentável de cidades inteligentes, utilizando tecnologias avançadas para infraestruturas de abastecimento, monitoramento e gestão de água, gás, energia elétrica e iluminação pública.

Inovação: i) desenvolver armazenador de dados (DataLogger) com diversas portas digitais e analógicas que operam com praticamente todos os tipos de sensores disponíveis para as atividades de saneamento e energia, criando uma solução *all in one*; e ii) oferecer, conjuntamente, uma plataforma de *software* com inteligência artificial e *big data* para monitoramento e gestão de dados.

Expertise tecnológica: algoritmos de inteligência artificial, *big data*, IoT e recursos de conectividade.

Neurobrinq

A Neurobrinq cria soluções inovadoras para atender às necessidades atuais das áreas da educação e saúde.

Inovação: prover solução de estimulação infantil para aprimorar tratamentos e terapias para crianças de até 12 anos de idade com transtorno do espectro autista, utilizando recursos tecnológicos baseados em IoT.

Expertise tecnológica: IoT aplicada à neurociência, saúde e educação

Nowigo

A Nowigo é especializada no controle e na gestão do acesso e consumo *cashless* de pessoas em eventos. O controle é feito por meio de pulseiras RFID que funcionam como ticket de entrada e armazenam os dados dos participantes. O sistema permite que o público recarregue o dispositivo RFID em pontos físicos ou *online* e consuma nos estabelecimentos credenciados pelo evento.

Inovação: por meio do cruzamento dos dados coletados pelos sistemas de controle, a plataforma identifica o perfil dos participantes e seus padrões de consumo no evento em tempo real.

Expertise tecnológica: desenvolvimento de sistemas por meio de *web servers* utilizando JavaEE e banco de dados MySQL, além de tecnologias como Hibernate, JPA, Spring e Tiles, com interface de comunicação de *web services* com microcomputadores e apps em plataforma iOS e Android; desenvolvimento de *hardware* com leitores RFID e programação em microcontroladores (Raspberry Pi e Arduino) nas linguagens Python, Java, C e C++. Utilização de Power BI para Analytics, bem como *Machine Learning* e *Deep Learning*.

4intelligence

Desenvolve soluções em inteligência competitiva para o uso de modelos estatísticos e econométricos, além de complexos algoritmos matemáticos para suporte à tomada de decisões estratégicas.

Inovação: combinar, em uma plataforma, conceitos tecnológicos de *big data analytics* e de inteligência econômica.

Expertise tecnológica: desenvolvimento de *software* nas linguagens de programação Java, Python, R, SQL e NoSQL com metodologia Scrum; domínio de utilização do *framework* Hadoop fornecido pela Apache, plataforma de *datahub* disponibilizada comercialmente pela IBM.

Para que se possa ter uma ideia dos valores envolvidos no NEmp, estima-se que os investimentos para a estruturação do laboratório de ideação giraram em torno de R\$ 1 milhão, enquanto os gastos para a instalação da pré-incubadora e incubadora foram da ordem de R\$ 2,5 milhões. Em 2018, o custo total do Laboratório de Ideação, da pré-incubadora, da incubadora e da empresa júnior do Inatel alcançou R\$ 569 mil. Desse total, R\$ 118 mil foram financiados pelas próprias empresas incubadas, enquanto os R\$ 451 mil restantes foram diretamente custeados pela Finatel¹⁶. De modo geral, o NEmp se mantém com recursos próprios da Finatel, arrecadação junto a empresas incubadas e apoio de órgãos de fomento.

¹⁶ Como a Finatel é parcialmente financiada com recursos gerados pelo ICC, esse instituto termina contribuindo indiretamente para o funcionamento do NEmp.

O programa de incubação inclui ainda a incubação permanente da empresa júnior CP2eJr, que pode, assim, contar com uma orientação constante que minimiza a sazonalidade gerencial que usualmente ocorre em iniciativas acadêmicas dessa natureza. Beneficiando-se dessa estrutura, a empresa júnior do Inatel desenvolve tecnologias voltadas à Engenharia, incluindo atividades que vão desde a pesquisa até a prototipagem e a validação dos produtos. Esse é um modelo inédito no Brasil, que apoia, diferencia e valoriza os esforços de empreendedorismo do Inatel.

Além do programa de incubação de empresas, o NEmp também disponibiliza uma iniciativa de pré-aceleração de empresas em parceria com a Ericsson (empresa parceira do Inatel há 50 anos) e o *Telefónica Open Future*, programa global que agrega todas as iniciativas do Grupo Telefónica relacionadas ao empreendedorismo e à inovação aberta. Trata-se do programa *CrowdVale* da Eletrônica, primeiro do país a integrar o Programa *Telefónica Open Future*. As ações conjuntas realizadas pelas instituições parceiras visam a capacitar empreendedores, a fortalecer o ecossistema de *startups* e a oferecer suporte para a estruturação e o desenvolvimento de projetos e *startups* inovadoras, utilizando uma metodologia própria baseada na dinâmica do programa de pré-incubação do Inatel e dos espaços de *crowdworking* da *Telefónica Open Future*, a partir de procedimentos de aceleração de *startups* utilizados pela Aceleradora Wayra e do *know-how* da Ericsson. A seleção dos empreendimentos – que passam a estabelecer um contrato com o Inatel – é feita por uma banca composta de representantes da academia e das empresas e o tempo de incubação médio é de cerca de 2,5 anos.

Em 2017, o suporte oferecido às equipes e aos projetos selecionados para o programa *CrowdVale* da Eletrônica incluiu:

- Espaços de trabalho compartilhados, com infraestrutura física e tecnológica adequada ao desenvolvimento das atividades do negócio (Pré-Incubadora do Inatel);

A valorização do empreendedorismo permeia a cultura e as diretrizes do Inatel, interferindo na estruturação de disciplinas, projetos de pesquisa e outras atividades técnicas e científicas desenvolvidas pela comunidade acadêmica

- Infraestrutura de suporte, com ambientes para reuniões e treinamento, Laboratório de Criatividade e Ideação, Espaço *Maker* e Fab Lab Inatel;
- Capacitação em conteúdos relacionados aos estágios iniciais de desenvolvimento do negócio, com foco em definição do MPV e sua validação;
- Mentorias individuais com investidores, empreendedores, especialistas e executivos do Inatel, Wayra, Ericsson e *Telefônica*;
- Sessões de *pitch* periódicas com feedback de um comitê de especialistas, executivos e investidores do Inatel, Wayra, Ericsson e *Telefônica*;
- Infraestrutura laboratorial, com equipamentos de medição, controle, testes e *kits* de desenvolvimento do Inatel;
- Benefícios e serviços com custos especiais para construir seu protótipo em parceria com o Inatel;
- Suporte para pleitear investimentos de até R\$ 30.000 para confecção de protótipos em parceria com o Inatel por meio do programa Sibratecshop;
- Suporte de especialistas na construção e validação do MPV ou protótipo, modelagem e validação do negócio, realização de pesquisas de mercado e viabilidade financeira e elaboração do plano de negócios;
- Participação no espaço do *Crowd Vale* da Eletrônica dentro da Plataforma *Open Future* da *Telefônica*, com divulgação da empresa/*startup*, conteúdos e eventos;
- Visita e participação em eventos na aceleradora Wayra, assim como em outros espaços de *coworking* que fomentam o ecossistema de *startups*;
- *Network* com empreendedores em vários estágios de desenvolvimento, investidores, e executivos da Wayra, Ericsson e *Telefônica*;
- Possibilidade de *fast-track* com a Wayra e *fit* com a *Telefônica* e Ericsson.

Além disso, o programa de empreendedorismo conta também com o apoio de órgãos de fomento governamentais como, por exemplo: i) a Fapemig, que provê apoio financeiro a projetos de disseminação da cultura empreendedora; ii) o Sebrae, que colabora permanentemente com as ações de empreendedorismo realizadas e; iii) a Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí, que presta apoio institucional e financeiro à realização de eventos relacionados ao empreendedorismo, entre outros. Atualmente, a Finatel vem estudando a possibilidade de apropriar-se de parte dos resultados gerados pelas empresas incubadas (como por ocasião de sua venda, por exemplo), considerando que um dos grandes desafios que enfrenta é a captação de parcerias que apoiem os custos de manutenção do programa de empreendedorismo.

Na esfera acadêmica, não se identifica volume significativo de publicações científicas, participações em eventos e outros resultados dessa natureza. E as patentes geradas a

partir dos projetos incubados pertencem diretamente às empresas e não são apropriadas pela faculdade. Entretanto, a valorização do empreendedorismo permeia a cultura e as diretrizes do Inatel, interferindo na estruturação de disciplinas, projetos de pesquisa e outras atividades técnicas e científicas desenvolvidas pela comunidade acadêmica. Nesse sentido, o NEmp fortalece a instituição e o conjunto de seus resultados, contribuindo para a maior densidade do conteúdo das disciplinas e das práticas laboratoriais dos cursos de Engenharia. Assim, desempenha um papel relevante na formação de seus alunos, em suas possibilidades de aquisição de competências associadas ao mundo empresarial e em suas condições de empregabilidade. A proximidade do Inatel com as empresas incubadas ou que passaram por processos de incubação cria também a facilidade de contar com a participação de empresários em palestras, rodas de conversas ou aulas esporádicas, permitindo que os alunos tenham contato direto com visões empreendedoras, tomando conhecimento das ações realizadas por aqueles que de fato empreendem, das tecnologias disponíveis e dos mercados nos quais essas empresas atuam. Para estimular os estudantes a se envolverem nessas atividades, prevê-se um número mínimo de horas obrigatório de participações em palestras, *hackathons*¹⁷ e outras iniciativas do tipo.

Além disso, as ações de empreendedorismo do Inatel têm certamente impactos positivos para a economia local. O faturamento anual das empresas já graduadas no programa de incubação da instituição, por exemplo, alcança o patamar de R\$ 220 milhões, o que dinamiza a economia do município, com desdobramentos positivos sobre indicadores de produção, renda e emprego. Conforme indicado anteriormente, dados do IBGE revelam uma diferença positiva e significativa entre o PIB *per capita* municipal e o PIB *per capita* do Brasil, além de registrarem uma participação relativa do setor industrial muito superior à registrada para o conjunto do país.

A despeito de todos os avanços, enfrentam-se algumas dificuldades no processo de interação universidade-empresa. A primeira delas relaciona-se à localização do Inatel, que, apesar da proximidade dos três maiores centros econômicos e comerciais do Brasil, sofre com a inexistência de um aeroporto regional, o que causa algum embaraço a um maior fluxo de mercadorias e pessoas. Outro ponto de atenção refere-se ao ICC, iniciativa fundamental para a manutenção do NEmp, que enfrenta dificuldades de apresentar às empresas seu modelo diferenciado de interação com o mercado, o que limita as possibilidades de expansão dos projetos executados. Com relação às empresas, a restrição de tempo dos profissionais para acompanhar os projetos realizados em parceria com a academia, sua reduzida disponibilidade para receber estudantes em visitas e programas integrados e a limitação de recursos financeiros para serem empregados nas iniciativas conjuntas são elementos de preocupação.

¹⁷ De forma geral, o *hackathon* pode ser definido como uma maratona de desenvolvimento tecnológico voltada para a resolução de problemas.

5.4 CONCLUSÃO

A cultura empreendedora faz parte, desde o princípio, do próprio projeto acadêmico do Inatel, orientando uma série de atividades e iniciativas institucionais. O ambiente empreendedor do polo tecnológico de Santa Rita do Sapucaí e a consistência do ecossistema de inovação local sustentam o sucesso da infraestrutura e dos projetos de inovação implantados na instituição, que se beneficiam da proximidade com empresas arrojadas e dispostas a estabelecer interações com o ambiente acadêmico.

A criação do NEmp, ainda no final da década de 1990, permitiu a articulação do conjunto de iniciativas inovadoras do Inatel, conferindo coerência e unidade aos esforços de captação de recursos, estruturação de suporte físico, assistência à abertura de empresas e construção de parcerias interinstitucionais. Esse conjunto de atividades – envolvendo professores, alunos e profissionais do mercado – enriquece o processo de formação dos futuros engenheiros, imprimindo aos currículos e às estratégias de ensino elementos associados às novas DCNs, que valorizam o desenvolvimento de competências associadas ao mercado de trabalho e estimulam uma maior aproximação entre a academia e o mundo empresarial.



6 INVESTIMENTOS EMPRESARIAIS EM LABORATÓRIOS: O CASO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL INACIANA PADRE SABOIA DE MEDEIROS (FEI)

6.1 INTRODUÇÃO

As origens do Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Medeiros (FEI) remontam à década de 1940, quando foram criadas: i) a Escola Superior de Administração de Negócios (ESAN), inspirada no modelo da *Graduate School of Business Administration*, da Universidade de Harvard; e ii) a Fundação de Ciências Aplicadas, instituição mantenedora da antiga Faculdade de Engenharia Industrial, que iniciou suas atividades em 1946 oferecendo 50 vagas na modalidade Engenharia Química no município de São Paulo.

Em 1963, em função do crescimento do número de cursos e de alunos, as instalações da antiga FEI foram transferidas de São Paulo para São Bernardo do Campo, dando suporte às necessidades geradas pelo intenso processo de industrialização vivenciado pela região. No ano de 2002, seguindo uma proposta de integração e agregação de competências, a antiga FEI, a ESAN e a Faculdade de Informática (FCI) – em atividade desde 1999 com o curso de Ciência da Computação – foram transformadas no atual Centro Universitário FEI, que, a partir de 2005, passou a oferecer também cursos de pós-graduação *stricto sensu* em Engenharia e em Administração.



Laboratório de Manufatura Digital.
Créditos: Centro Universitário FEI.

Também em 2002, a Fundação de Ciências Aplicadas passou a ser denominada Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Medeiros (FEI).

Com a transformação em centro universitário e a subsequente implantação de programas de mestrado e de doutorado, o desenvolvimento de pesquisas passou a ocorrer de forma institucionalizada, intensificando significativamente seu ritmo. Como decorrência dessa tendência, registrou-se um aumento expressivo do número de professores em regime de dedicação integral à docência e à pesquisa, o que consolidou sua presença institucional no ambiente científico e tecnológico do estado de São Paulo.

Concentrando suas atividades administrativas e acadêmicas nos *campi* de São Paulo e São Bernardo do Campo, a FEI atualmente oferece cursos nas áreas de gestão, tecnologia e engenharia, reunindo cerca de 380 docentes e mais de 6,5 mil alunos. Desse total, 5,2 mil estudantes e aproximadamente 340 professores vinculam-se aos nove cursos de graduação em Engenharia (quadro 9), que congregam em torno de 80% da comunidade acadêmica da FEI. A instituição conta ainda com cerca de 180 alunos de pós-graduação matriculados em cursos relacionados às Engenharias (especialização, MBA, mestrado e doutorado), alguns dos quais se desdobram em áreas específicas de conhecimento.

QUADRO 9 – Cursos de graduação e pós-graduação

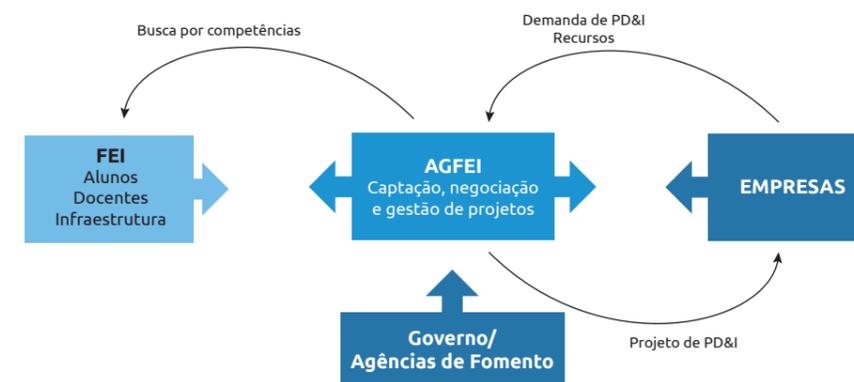
Graduação	Pós-Graduação
Engenharia Civi	
Engenharia da Automação e Controle	
Engenharia de Materiais	
Engenharia de Produção	
Engenharia Elétrica	Especialização
Engenharia Mecânica	MBA
Engenharia Química	Mestrado e Doutorado
Engenharia de Robôs	
Engenharia Automobilística	
Administração	
Ciência da Computação	

Em 1975, a FEI passou a contar com o Instituto de Pesquisas e Estudos Industriais (IPEI), voltado para o desenvolvimento e a transferência de tecnologia para o setor produtivo por meio da oferta de serviços tecnológicos, da prestação de assessoria e da estruturação de projetos nas áreas de engenharia de produção, mecânica, química, eletroeletrônica, têxtil e metalúrgica. Em 2015, foi criada a Agência FEI de Inovação (AGFEI), Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) vinculado ao IPEI cujas principais atribuições são a gestão da propriedade intelectual, a transferência de tecnologia e o incentivo ao empreendedorismo e à cultura da inovação¹⁸.

¹⁸ Desde 2013, a FEI já desenvolvia atividades atribuídas ao NIT por intermédio do IPEI.

Incentivando, acompanhando e fomentando o desenvolvimento da inovação em seu ambiente interno e externo, a AGFEI tem atuado nas áreas de proteção e transferência de tecnologia para o setor produtivo, além de contribuir para os objetivos estratégicos de inovação do Centro Universitário FEI. Sua criação reforçou o entendimento de que a inovação tecnológica é o motor do desenvolvimento econômico, fortalecendo o processo de difusão do conhecimento gerado nos programas de pós-graduação em operação por meio da articulação das competências de seus pesquisadores às demandas específicas do setor produtivo. Além de estimular a interação universidade-empresa, a agência também procura despertar o viés empreendedor dos alunos, apoiando-os na participação de eventos de empreendedorismo e inovação, bem como estimular sua participação nos projetos realizados em parceria com as empresas.

FIGURA 3 – Modelo de parcerias com empresas para atendimento de demandas específicas



Fonte: FEI.

Operando como o elo entre o Centro Universitário FEI e o setor produtivo, a AGFEI aproxima a universidade do meio empresarial por meio de programas de transferência de tecnologia e da formação de parcerias que viabilizam o desenvolvimento de projetos acadêmicos com apoio material, financeiro e técnico das empresas. Embora os programas de pós-graduação *stricto sensu* sejam todos de natureza acadêmica, a maioria dos projetos desenvolvidos pelos alunos possui forte apelo tecnológico e/ou funciona em estreita relação com os principais desafios e demandas do mercado. Esse modelo reforça os papéis complementares desempenhados pelas empresas e pelas universidades, valorizando a aplicação do conhecimento acadêmico e a conversão de boas ideias em inovações.

Seguindo a visão contemporânea do ecossistema de inovação, a FEI incorporou à sua missão institucional o propósito de transferência e disseminação de conhecimentos para a sociedade, em adição aos objetivos tradicionais de formação de recursos humanos qualificados por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão. Como consequência, assumiu funções associadas ao desenvolvimento de projetos tecnológicos executados em

cooperação com empresas, entendendo ser esse o caminho adequado para superar desafios tecnológicos e promover a inovação. Nessa perspectiva, o estabelecimento de vínculos interinstitucionais deixou de ter um caráter informal e esporádico para constituir-se como atividade formalizada, planejada e incentivada.

A atmosfera de estímulo à integração entre universidade e empresas tem favorecido diversas relações de parcerias, que congregam alunos, pesquisadores e empresas na prospecção de soluções para os problemas identificados e na busca do avanço do conhecimento tecnológico. Essas parcerias envolvem desde atividades simples, como a realização de trabalhos de iniciação científica ou tecnológica em temas de interesse comum, até atividades muito mais complexas, como a criação de laboratórios para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de ponta. Embora a prestação de serviços (como, por exemplo, calibração ou emissão de laudos de análise) seja uma possibilidade de interação observada, a proposta de atuação da FEI tem recaído sobre o desenvolvimento de projetos conjuntos, uma vez que entende que não cabe a ela atuar em um mercado concorrencial. Ao invés disso, prefere atuar em atividades onde as competências internas possam ser mais bem aproveitadas.

6.2 INVESTIMENTOS EMPRESARIAIS EM LABORATÓRIOS

Dentre as cerca de 20 parcerias com o setor industrial atualmente ativas, quatro se destacam por envolverem investimentos empresariais em infraestrutura universitária: i) Laboratório de Manufatura Digital – parceria com a Siemens e com a SPI Integradora desde 2016; ii) Laboratório de Integridade Estrutural e Desempenho de Materiais – parceria com a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) desde 2016; iii) Laboratório de Inovação em Internet das Coisas (*IoT*, no acrônimo em inglês) – parceria com a Telefônica Vivo desde 2014; e iv) Laboratório de Eletrônica de Potência – parceria com a SMS Legrand desde 2013.

A FEI incorporou à sua missão institucional o propósito de transferência e disseminação de conhecimentos para a sociedade, em adição aos objetivos tradicionais de formação de recursos humanos qualificados por meio de atividades de ensino, pesquisa e extensão



Laboratório de Inovação em Internet das Coisas (IoT). Créditos: Centro Universitário FEI.

De forma geral, esses laboratórios resultaram de investimentos das empresas e da própria FEI, constituindo-se em parcerias vantajosas para ambas as partes:

- para as empresas, muitas vezes não vale a pena investir nesses equipamentos para usá-los apenas em momentos específicos, sendo mais vantajoso estabelecer parcerias com instituições de pesquisa e aportar contrapartidas de natureza financeira ou na forma de equipamentos. Além disso, a operação dos laboratórios exige equipes multidisciplinares formadas por pessoas altamente especializadas em suas respectivas áreas de competência. Equipes com esse perfil seriam caras e muitas vezes subutilizadas nas empresas, que julgam ser mais conveniente contar com professores de várias áreas da engenharia com a qualificação requerida para o desenvolvimento dos projetos. Além disso, iniciativas dessa natureza são positivas para os esforços de divulgação da marca, sendo também frequentemente utilizadas como forma de prospecção de talentos nas universidades. De fato, há vários casos em que os alunos envolvidos em projetos desse tipo foram contratados como *trainees* nas empresas parceiras; e

- para a FEI, que usualmente arca com a cessão do espaço, a disponibilização de infraestrutura de rede e os custos de energia e de horas de dedicação dos professores, a presença dos laboratórios não somente permite o desenvolvimento de pesquisas, como também contribui para uma formação mais sólida dos alunos de graduação frente às demandas do mercado. Além disso, embora não se coloque, de acordo com as informações coletadas, a questão da cotitularidade da propriedade intelectual como um elemento fundamental nas discussões de projetos, a FEI não descarta essa possibilidade. Em alguns casos, a FEI prefere negociar aportes iniciais maiores das empresas e abrir mão de eventuais patentes resultantes dos projetos, preservando, todavia, em quaisquer situações, os créditos pelo desenvolvimento dos resultados.

Além dos benefícios institucionais, alunos, pesquisadores e professores usufruem diretamente desse tipo de parceria:

- para os alunos de graduação, o envolvimento em projetos de iniciação científica nesses laboratórios reverte-se em créditos e pode contribuir para a elaboração dos trabalhos de conclusão de curso. Em certos casos, os benefícios abrangem também financiamentos à participação em eventos e/ou a concessão de bolsas com valores eventualmente mais atrativos do que aqueles oferecidos por órgãos de fomento; e
- pesquisadores e professores contam com apoio à participação em eventos, ampliam suas chances de publicar e passam a ter acesso a melhores condições para desenvolver suas pesquisas. Em alguns projetos, pode haver incremento nas remunerações. Nesses casos, contudo, eventuais limitações impostas pela legislação trabalhista (quanto à possibilidade de remuneração variável, por exemplo) restringem a adoção de modelos mais arrojados.

Interações como as descritas nesta seção sempre costumavam começar a partir de contatos pessoais estabelecidos entre docentes e empresas, muitas vezes representadas por antigos alunos da instituição. A partir desse contato inicial, procurava-se avançar na formalização das parcerias negociadas por meio da formatação de contratos. Atualmente, ao lado desse modelo, tem se estruturado negociações que assumem um caráter mais institucionalizado. Nesse formato, a demanda parte da empresa e a FEI busca identificar os professores capazes de implementar o projeto. Ainda que formalmente mais robusto, esse caminho tem enfrentado, como principal desafio, a dificuldade institucional de identificar os professores com disponibilidade para o desenvolvimento dos projetos nos prazos requeridos, tendo em vista os pesquisadores já terem o seu tempo alocado às diversas atividades acadêmicas.

As empresas envolvidas nessas iniciativas usam instrumentos de políticas de inovação (como a Lei de Informática, por exemplo) para financiar investimentos nos laboratórios.

Nesse sentido, as experiências relatadas nesta seção são fortemente relacionadas com a presença desse tipo de apoio, o que sugere que talvez as empresas envolvidas – que são frequentemente multinacionais – preferissem investir em seus países de origem se não tivessem podido contar com incentivos específicos no Brasil.

As quatro iniciativas mencionadas no início desta seção encontram-se em diferentes estágios de maturidade e são apresentadas na sequência como exemplos de cooperação a serem utilizados como referência por outras instituições de ensino superior que desejam avançar nessa direção.

QUADRO 10 – Laboratório de Manufatura Digital

Inaugurado em fevereiro de 2016, o Laboratório de Manufatura Digital (LMD) do Centro Universitário FEI contou com investimento de mais de R\$ 5,5 milhões. A semente dessa estrutura foi um laboratório didático existente na FEI desde meados da década de 2000, composto por três robôs, três máquinas operatrizes e três correias transportadoras. A infraestrutura existente foi complementada e modernizada por uma célula robotizada doada pela SPI Integradora, que permite que as simulações realizadas em ambiente virtual sejam validadas fisicamente. A Siemens PLM *Software* – unidade de negócios da Siemens *Digital Factory Division*, líder no fornecimento global de *software* e serviços de gerenciamento do ciclo de vida do produto (PLM) e de *software* de gerenciamento de operações de manufatura (MOM) – cedeu 100 licenças do portfólio Tecnomatix, no valor de mais de R\$ 3 milhões, que incluem pacotes de *softwares* de planejamento de processos de manufatura permanentemente atualizados. Essas parcerias, que tiveram início com relacionamentos entre docentes e as equipes da SPI e Siemens, foram fundamentais para equipar o laboratório e assegurar a excelência de suas atividades, viabilizando a disponibilidade de recursos de *hardware* e *software* de última geração.

O LMD visa a promover a fusão entre o ambiente virtual de manufatura e o ambiente real, que configura um dos pilares da chamada Indústria 4.0. Seu objetivo é centralizar, organizar e conduzir o desenvolvimento de estudos, pesquisas e projetos relacionados a esse novo conceito de produção, buscando o domínio tecnológico e científico necessário para a consolidação e implementação dos novos modelos de produção de bens e serviços, com foco na transferência dos conhecimentos gerados para empresas e centros de pesquisa, assim como na preparação e capacitação de alunos para os novos desafios da engenharia. Adicionalmente, o laboratório contribui para o treinamento e a atualização de funcionários envolvidos com suas atividades, aprimorando habilidades técnicas.

Já no ano de inauguração, o LMD foi premiado pelo programa *Partners for the Advancement of Collaborative Engineering Education* (PACE), iniciativa global da General Motors que visa a contribuir para o desenvolvimento do setor automotivo a partir da formação de mão de obra qualificada e atualizada com as mais modernas tecnologias disponíveis. O prêmio PACE *Laboratory* conferido à FEI em 2016 é um reconhecimento às instituições que investiram tempo, esforço e dinheiro na criação de excelentes laboratórios. De acordo com o próprio relatório anual do PACE, o LMD foi escolhido por prover um ambiente computacional que: i) integra fabricação digital e simulação para desafiar a próxima geração de engenheiros com experiências “*hands-on*” em novas tecnologias; ii) encoraja e motiva os alunos a utilizarem a curiosidade e criatividade; e iii) serve como modelo global para as instituições que participam do programa¹⁹. Considerando a vertente de pesquisa científica, oito dissertações de mestrado já foram concluídas ou estão em andamento no âmbito do programa de mestrado em Engenharia Mecânica (área de Produção), tendo resultado na participação dos alunos em conferências nacionais e internacionais²⁰. Além disso, quatro alunos de graduação já concluíram ou estão desenvolvendo trabalhos de iniciação científica relacionados às pesquisas em Indústria 4.0 realizadas no LMD. Os resultados do laboratório também têm sido apresentados em palestras e iniciativas de difusão dos conhecimentos e práticas associados à Indústria 4.0, destacando-se as palestras realizadas no Instituto de Engenharia de São Paulo

¹⁹ Disponível em: https://www.pacepartners.org/files_pub/PACE_AR2016Updated_spreads.pdf. Acesso em 03/09/2019.

²⁰ Dois desses trabalhos já foram publicados ou aprovados em periódicos científicos, enquanto diversos outros artigos já foram submetidos e encontram-se em fase de avaliação.

e a participação em eventos realizados em parceria com o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) e com a Confederação Nacional da Indústria (CNI)²¹.

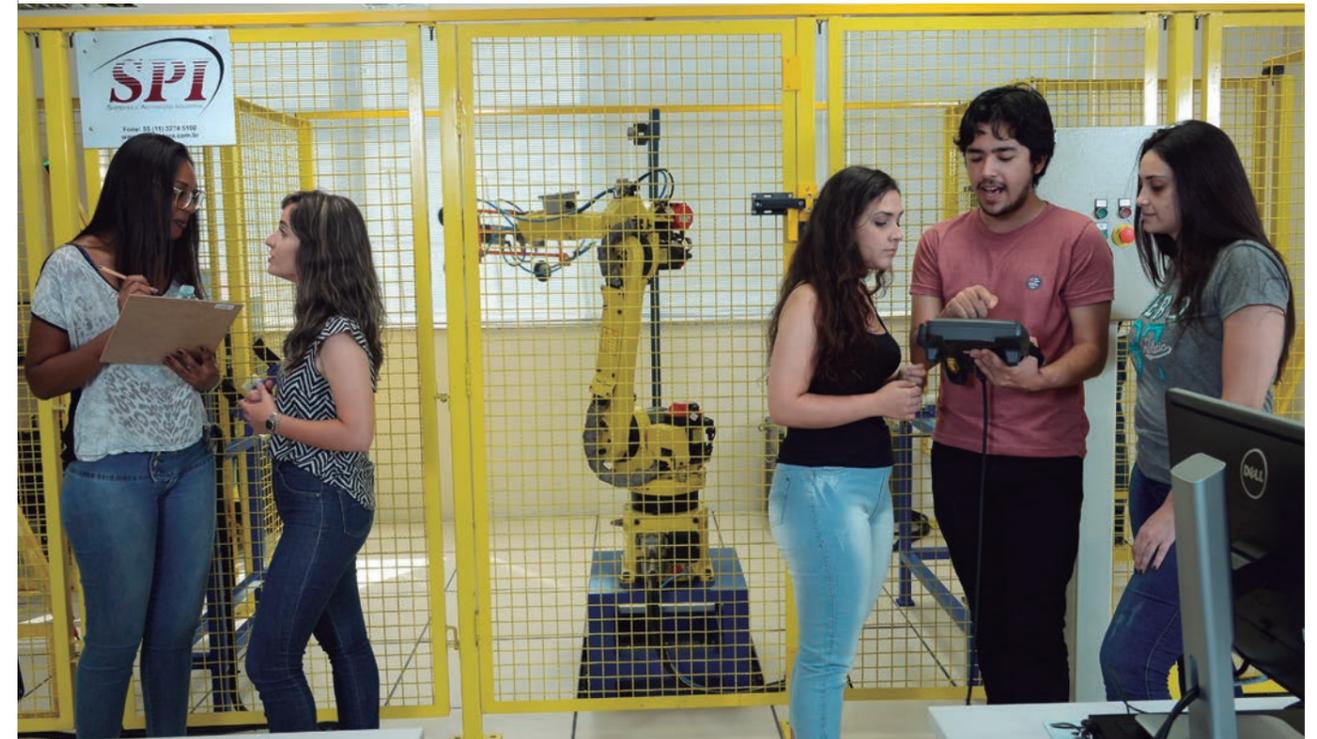
Contando com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) para o desenvolvimento de um projeto com foco na otimização do consumo de energia em sistemas de manufatura utilizando ferramentas de *machine learning*, o LMD desempenha um papel fundamental no apoio às empresas que pretendem ingressar na era da Indústria 4.0. A interação entre o Centro Universitário FEI e as empresas materializa-se também nos treinamentos dos parceiros comerciais da Siemens para o pacote Tecnomatix de manufatura digital, que ocorrem, em média, cinco vezes a cada ano e nos quais são oferecidas vagas também para professores. O uso do laboratório é uma contrapartida proporcionada pela FEI no acordo de parceria. Outro ponto de destaque é a utilização do laboratório no projeto de manufatura avançada promovido pela Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), que alia a academia e as empresas no desenvolvimento de soluções para a Indústria 4.0. Os resultados dessa iniciativa foram apresentados na Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos (FEIMEC) e na Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta e Automação Industrial (EXPOMAFE), enfatizando-se as soluções de modernização de máquinas antigas (*retrofitting*) para que possam ser conectadas à Internet e outros esforços voltados para a otimização do consumo de energia em manufatura.

Mais recentemente, o LMD passou a utilizar a plataforma Siemens *Mindsphere*, com sistema operacional aberto de IoT baseado em nuvem, capaz de intensificar a fusão dos mundos virtuais e físicos. Com isso, o Centro Universitário FEI tornou-se a primeira instituição de educação superior do Brasil e a segunda no mundo a possuir essa plataforma, que também permitirá a conexão institucional com empresas e outras entidades de ensino, fortalecendo um ambiente de colaboração fundamental para o avanço da Indústria 4.0 no Brasil.

Ao longo dos três primeiros anos de funcionamento, o LMD tem sido intensamente utilizado em todas as frentes de trabalho desenvolvidas pela FEI, que englobam as atividades de ensino, pesquisa e extensão. Nos cursos de graduação de Engenharia de Produção e Engenharia de Automação e Controle, por exemplo, os recursos têm sido úteis para o desenvolvimento de diversas atividades de ensino. Adicionalmente, 14 trabalhos de conclusão de curso já foram realizados com o suporte desse laboratório. Todos esses trabalhos têm que ser obrigatoriamente realizados em parcerias com empresas. Desse modo, os alunos são instados a abordar e propor soluções para problemas do mundo real, ao mesmo tempo que as empresas têm a possibilidade de acessar técnicas e recursos associados à Indústria 4.0, que modernizam e beneficiam suas operações.

Atualmente, os desafios do LMD estão voltados para o estabelecimento de novas parcerias com empresas e entidades de ensino, com foco na atração de investimentos e na realização de novos trabalhos desenvolvidos por meio de colaborações interinstitucionais. Para avançar nessa direção, está sendo criada uma equipe permanente e multidisciplinar voltada para a prospecção e o desenvolvimento de novas pesquisas e projetos com empresas e para a inserção e o aproveitamento dos resultados alcançados nos cursos de graduação em Engenharia.

²¹ A FEI foi o representante da academia em evento realizado em 2017 pela CNI para a apresentação dos conceitos da Indústria 4.0 para jornalistas.



Laboratório de Manufatura Digital. Créditos: Centro Universitário FEI.

QUADRO 11 – Laboratório de Integridade Estrutural e Desempenho de Materiais

O Laboratório de Integridade Estrutural e Desempenho de Materiais é fruto de cooperação em pesquisa e desenvolvimento entre a FEI e a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM).

A parceria envolveu aportes diretos de aproximadamente R\$ 1 milhão, além da doação de um equipamento *Drop Weight Tower* (DWT), cujo valor supera R\$ 1,5 milhão. Trata-se, portanto, de um investimento de R\$ 2,5 milhões da CBMM. O laboratório também contou com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no âmbito do projeto Universal, especificamente dedicado à compra de equipamentos como *workstations* de processamento, dessecador e material de consumo, enquanto a FEI aportou recursos econômicos, como espaço, homens-hora, bolsas de mestrado, entre outros.

Amparada pelo projeto de pesquisa "Variáveis Mecânicas e Metalúrgicas que Controlam a Resistência à Fratura Dúctil de Aços de Alta Tenacidade", vigente desde abril de 2016, essa parceria tem como objetivo central a caracterização mecânica e metalúrgica de aços modernos de alta tenacidade classe API 5L aplicáveis a gasodutos e o desenvolvimento de metodologias que permitam prever e evitar acidentes nessas estruturas, especialmente explosões com trincas que se propagam por grandes distâncias. Trata-se de pesquisas nas áreas de mecânica da fratura, ciência e mecânica dos materiais, com aplicações tecnológicas diretas que representam potenciais ganhos de eficiência operacional e segurança para a população, da qual também participam o instituto RosNITI (Rússia), o Centro Sviluppo Materiali (Itália), a Universidade McMaster (Canadá), a Universidade MISIS (Rússia) e a Universidade de Wollongong (Austrália). Apesar desse foco, o laboratório também possui competências para o estudo, a simulação e a caracterização de um amplo leque de materiais metálicos, poliméricos, cerâmicos e compósitos, o que vem abrindo portas para novas colaborações e frentes de investigação para a inovação.

Os esforços do grupo de pesquisa atuante no laboratório já contribuíram para a formação de dez alunos, todos bolsistas de órgãos de fomento ou do projeto de pesquisa FEI-CBMM. Adicionalmente, inspiraram dez trabalhos de iniciação científica (três dos quais em andamento), sete dissertações de mestrado (duas em andamento) e três teses de doutorados (em fase de elaboração), tendo resultado em dez publicações em periódicos e anais de conferências internacionais e em diversas participações em eventos científicos, técnicos e de inovação.



Laboratório de Integridade Estrutural e Desempenho de Materiais. Créditos: Centro Universitário FEI.

QUADRO 12 – Laboratório de Inovação em IoT

O apoio de empresas privadas aos laboratórios do Centro Universitário FEI também se realiza por meio de projetos intermediados pela AGFEI. Um exemplo desse tipo de arranjo é o Laboratório de IoT, inaugurado em 2014 no *campus* de São Bernardo do Campo. Resultado da parceria entre a Telefônica-Vivo e a FEI, esse centro de pesquisa destina-se ao desenvolvimento de tecnologias digitais, estimulando estudantes e professores a desenvolverem projetos sobre Internet das Coisas, usabilidade de aplicativos, plataforma Firefox OS, interfaces adaptativas e perfis de usuários, envolvendo sobretudo os cursos de Ciência da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Automação e Controle, com ênfase em eletrônica, computadores e telecomunicações.

Entre 2014 e 2018, o laboratório recebeu aproximadamente R\$ 2,1 milhão em aportes financeiros das instituições e projetos de pesquisa, tendo utilizado esses recursos principalmente para: i) o financiamento de bolsas de estudo e bolsas-auxílio para os estudantes; ii) a compra de materiais para o desenvolvimento das iniciações científicas, trabalhos de final de curso e pesquisas de mestrados; e iii) o financiamento de participações em congressos científicos e publicações. Dessa maneira, o Centro Universitário FEI acredita estar cumprindo com a formação dos estudantes de graduação e pós-graduação que desenvolveram seus projetos no laboratório de Inovação em Internet das Coisas. O financiamento das atividades foi feito primeiramente pela Telefônica Vivo, assim como pelo Centro Universitário FEI, com a concessão de bolsas de iniciação científica e bolsas de estudos para os alunos de pós-graduação. Em 2017, o laboratório propôs, em parceria com entidades do Brasil e da Europa, um projeto de pesquisa aprovado pela Rede Nacional de Pesquisa e pela Comissão Europeia – IST (*Information Society Technologies*).

Até o momento, o laboratório já contribuiu para a formação de 73 alunos de graduação, mestrado e doutorado em temas ligados à IoT, definidos em conjunto com os profissionais da empresa, que oferecem suporte aos esforços de iniciação científica, iniciação tecnológica, elaboração de trabalhos de final de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Além dos discentes que já participaram das atividades do laboratório, a equipe atual conta com 14 alunos de graduação apoiando a realização dos trabalhos e desenvolvendo projetos de pesquisa nas modalidades de iniciação científica, de trabalho de conclusão de curso (TCC), mestrado e doutorado. Professores de distintos departamentos da FEI participam das atividades do laboratório, orientando trabalhos, desenvolvendo projetos e compartilhando conhecimentos, o que engendra um ambiente multidisciplinar, dinâmico e criativo. A estrutura laboratorial também viabilizou a publicação de 35 artigos em congressos e periódicos nacionais e internacionais, além da criação de uma *startup* que nasceu de um projeto de pesquisa sobre logística e IoT, tendo sido fundada por dois alunos empreendedores do grupo.

Desde sua inauguração, o laboratório esteve presente em várias palestras e *workshops* organizados pela FIESP, CIESP e ABIMAQ, além de ter participado da *Campus Party* e de eventos promovidos pela Telefônica-Vivo e por diversas outras empresas. Nessa vertente de atuação, destacam-se as apresentações feitas na EXPOMAFE, onde foram demonstrados experimentos e aplicações de IoT na Indústria 4.0. O laboratório também mantém vínculos de parceria com diversas instituições, com destaque para universidades como as de Coventry (Reino Unido), KTH (Suécia) Bologna (Itália), Universidade Federal do ABC (UFABC), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade de São Paulo, além do centro de pesquisas VTT (Finlândia).

Entre os principais projetos internacionais, merecem especial atenção o *Smart Water Management Platform* (SWAMP) e o *Sensing Change*. O projeto SWAMP enquadra-se no contexto da chamada *IoT Pilots*, do programa *HORIZON 2020*, financiado pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e pela Comissão Europeia. Com duração até outubro de 2020, tem como objetivo gerar tecnologia com base no paradigma IoT para otimização do uso de recursos hídricos na agricultura. Além de ter aportado cerca de R\$ 850 mil para o laboratório (utilizados para financiamento de alunos, intercâmbio de pesquisadores, participação em congressos científicos e publicações), um de seus resultados para a FEI foi o convite para que um docente atuasse como pesquisador visitante na VTT (Finlândia). O projeto *Sensing Change*, por sua vez, foi financiado pela *Royal Academy of Engineering* (UK) e teve como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo de IoT para pequenos agricultores monitorarem sua produção. Concluído em fevereiro de 2019 com o desenvolvimento do protótipo, o projeto deve dar origem a novas pesquisas e aplicações.

Uma atividade relacionada com a educação e a divulgação da Internet das Coisas para jovens estudantes também merece menção, por seu propósito de apresentar os conceitos de IoT de forma lúdica, despertando o interesse e a curiosidade dos estudantes para as áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, no acrônimo em inglês). Baseando-se no desenvolvimento de um *kit* de prototipação, idealizado pelo coordenador do laboratório e alunos de iniciação didática, com sensores e unidades de processamento (Arduino), o projeto persegue a meta de disseminar, em escolas do município de São Paulo e da região do ABC paulista, informações e conhecimentos tecnológicos para os estudantes, estimulando-os a desenvolverem condições e capacidade de inovar.

QUADRO 13 – Laboratório de Eletrônica de Potência

O Laboratório de Eletrônica de Potência teve sua montagem finalizada em julho de 2013 como parte da parceria entre a FEI e a SMS Legrand para a realização de atividades organizadas em duas principais frentes: i) pesquisa, desenvolvimento, absorção e transferência de tecnologias de sistemas de potência que fundamentem uma nova geração de *nobreaks* (*uninterruptible power supply* – UPS) de alta eficiência; e ii) formação e treinamento de recursos humanos na área de eletrônica de potência. Envolvendo oito docentes-pesquisadores da FEI, dois engenheiros contratados para o laboratório e seis estagiários de graduação, a cooperação trouxe resultados importantes tanto para a empresa como para a universidade.

Além da abertura de vagas de estágio remuneradas pela empresa, o envolvimento dos alunos da graduação, por exemplo, materializou-se em 38 trabalhos de iniciação científica subsidiados pela FEI, pela SMS Legrand e pela Fapesp e em dois TCCs com foco nas temáticas do projeto. Apesar da área de pesquisa estar relacionada com a Engenharia Elétrica, a multidisciplinaridade dos desafios e das necessidades apresentadas pela SMS Legrand permitiu a incorporação de alunos de graduação de Engenharia Mecânica e de Engenharia Civil às atividades do laboratório. A parceria também resultou na publicação de cinco artigos em anais de eventos científicos internacionais e na apresentação de 37 trabalhos em congressos, quatro dos quais por alunos de iniciação científica (um deles premiado como o melhor de sua sessão). Ademais, em função dos excelentes resultados obtidos, um aluno chegou a ser contratado pela SMS Legrand, passando a integrar seu quadro de funcionários.

Ao lado da oportunidade de apresentar os resultados dos projetos para a empresa, os estudantes tiveram a chance de trabalhar com problemas enfrentados concretamente no mundo da produção, aplicando conhecimentos teóricos a situações que lhes permitiram compreender diversos aspectos da realidade empresarial e avançar, a partir de um olhar multidisciplinar e criativo, para o desenvolvimento de soluções inovadoras. Ao longo de suas pesquisas, os alunos precisaram entender as expectativas de desempenho de cada parte do equipamento, otimizando o custo dos componentes relevantes para o preço final do produto sem comprometer a segurança e o desempenho esperados. Para tanto, foram realizadas diversas visitas à fábrica, nas quais os alunos tiveram a oportunidade de conhecer os detalhes de fabricação dos equipamentos que estudavam e entrar em contato com as normas de segurança em um ambiente industrial. Nessas visitas, interagiram com os pesquisadores da indústria e puderam verificar que o laboratório de pesquisa da empresa foi replicado nas instalações da FEI com a mesma instrumentação utilizada²², de modo a viabilizar a transferência das metodologias desenvolvidas e dos resultados obtidos com agilidade, assegurando a rápida difusão dos conhecimentos para os processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação empresariais. Como os alunos puderam realizar os testes em equipamentos já fabricados, estiveram aptos a verificar no produto desde a importância do *layout* do gabinete até a eletrônica envolvida. As pesquisas utilizaram simulações computacionais que permitiram extrapolar o comportamento dos equipamentos em situações diversas e os estudantes tiveram contato com as etapas seguidas pela empresa até o lançamento de um produto.

Alguns dos resultados obtidos por meio dos projetos de iniciação científica e do trabalho dos estagiários foram implementados nos produtos comercializados pela empresa, baseando-se: i) no estudo e projeto de UPS monofásico *online*; ii) no estudo de fluxo interno de calor do *nobreak*; iii) no estudo sobre a montagem do encapsulamento do transistor no dissipador de potência; iv) na análise da rugosidade e planicidade do dissipador utilizado nos inversores dos *nobreaks*; v) nas medidas de pressão do IGBT no dissipador; vi) no desenvolvimento de um *nobreak* que utiliza IoT; e vii) no estudo do impacto da forma de carregamento sobre o tempo de vida útil de baterias de chumbo-ácido.

A despeito do êxito, a implementação dessas iniciativas ainda se depara com uma série de desafios que podem ser resumidos nos tópicos a seguir:

- diferenças culturais entre universidades e empresas: nas universidades, os pesquisadores são tipicamente incentivados a concentrar-se em algumas poucas linhas de pesquisa, compreender profundamente problemas que estejam próximos da fronteira do conhecimento e tentar resolvê-los em um horizonte temporal

razoavelmente longo, durante o qual são obtidos alguns resultados parciais, mas não é disseminada uma cultura de desenvolvimento de produtos como resultado da pesquisa. Por exemplo: as empresas esperam resultados mais próximos do desenvolvimento de produtos em horizontes temporais mais curtos e alteram mais rapidamente seus interesses de pesquisa, o que pode gerar instabilidade e rotatividade na composição das equipes. Além disso, há um choque entre a cultura universitária, que valoriza a abertura e a transparência, aproximando-se mais de modelos de *open innovation*, e a cultura de muitas empresas, baseada em um modelo mais controlado de circulação de informação visando a garantir a propriedade intelectual e a evitar a divulgação de estratégias, de interesses comerciais e dos eventuais problemas enfrentados. Esse choque cultural tende a dificultar a comunicação entre os pesquisadores acadêmicos e os pesquisadores das empresas e a atrasar o desenvolvimento dos trabalhos. Modelos que prevejam a entrega de resultados parciais podem ajudar a minimizar esses obstáculos, aproximando os objetivos e interesses das partes;

- dificuldades para financiamento de médio e longo prazo: as empresas mostram-se ainda relutantes em assumir compromissos com o financiamento de médio e longo prazo às atividades de parceria, preferindo contratos de curta duração com renovação periódica (tipicamente anual). Essa opção dificulta o planejamento estratégico, o aprofundamento nos desenvolvimentos científicos que demandam prazos maiores e a alocação de recursos da universidade. Apesar de ser percebida pela empresa como uma forma de garantir a geração de resultados em prazos mais curtos, gera dificuldades para os pesquisadores, cuja maturidade dos projetos de pesquisa demandam prazos maiores, o que reduz o número de acadêmicos dispostos a participar da parceria;
- insegurança jurídica dos modelos de incentivos fiscais para pesquisa e desenvolvimento (P&D): trata-se de um problema que afeta os projetos que usam recursos da Lei de Informática, por exemplo. Como esses projetos estão sujeitos à aprovação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), muitas vezes não se sabe, *a priori*, se os valores investidos serão enquadrados nas rubricas que podem ser objeto dos incentivos. Além disso, o tempo de análise pelo MCTIC tem sido elevado e já houve casos em que muitos anos depois foi preciso rever relatórios de prestação de contas sem que houvesse uma indicação clara do problema detectado na versão original. As alterações recentes promovidas na Lei de Informática, por exemplo, podem representar um importante passo na diminuição dessa insegurança; e
- *turnover* empresarial: em alguns casos, a rotatividade de pessoal nas empresas implica a saída de profissionais com os quais a universidade mantém uma relação de parceria, o que dificulta o andamento dos projetos.

²² A maioria dos equipamentos comercializados pela empresa foi doada para o Laboratório de Eletrônica de Potência.

6.3 CONCLUSÃO

A experiência de integração universidade-empresa relatada neste capítulo envolve investimentos empresariais em infraestrutura, materializados na implantação de quatro laboratórios. Como desdobramentos dessas parcerias, além do acesso de parte da comunidade universitária à infraestrutura laboratorial e da maior aproximação dos acadêmicos com profissionais atuantes nas empresas, identificam-se benefícios associados ao apoio à participação de docentes, pesquisadores e alunos em eventos, à concessão de bolsas que viabilizam a dedicação dos envolvidos, ao reforço dos resultados dos trabalhos acadêmicos (artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado) e à formação profissional dos estudantes.

A valorização dos esforços de proximidade com o setor produtivo, na FEI, é anterior às novas DCNs, que reforçam o foco nas competências para o mercado de trabalho. As parcerias relatadas implicam maior interação entre a FEI e as empresas, aproximando também a instituição das novas orientações curriculares. Apesar da importância conferida à temática de cooperação universidade-empresa, percebe-se, porém, que as iniciativas ainda carecem de maior divulgação, inclusive dentro do próprio ambiente acadêmico.



7 EMPRESAS JUNIORES: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)

7.1 INTRODUÇÃO

Fundada em 1927 por iniciativa do governo do estado de Minas Gerais, a então Universidade de Minas Gerais resultou da união das faculdades de Direito, Medicina, Odontologia, Farmácia e Engenharia. Em 1949, a instituição foi federalizada e passou a denominar-se Universidade Federal de Minas Gerais.

Atualmente, a UFMG compõe-se de quatro *campi* e oferece cursos de educação a distância em 24 cidades-polo, distribuídas por todas as regiões do estado. Sua comunidade reúne cerca de 3.600 professores, mais de 4.300 técnicos administrativos e quase 46 mil alunos, que se organizam em torno de 95 cursos de graduação (presenciais e a distância), 208 programas de pós-graduação (*stricto* e *lato sensu*) e mais de 750 núcleos de pesquisa²³. Trata-se de uma universidade bem-posicionada nos indicadores acadêmicos, que ocupa o sexto lugar no *ranking* do Censo do DGP 2016, contabilizando 5.661 pesquisadores e 705 grupos de pesquisa²⁴.

²³ Disponível em: https://www.ufmg.br/dai/censo_educacao_superior.php. Acesso em 28/08/2019.

²⁴ Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-instituicao2>. Acesso em 14/08/2019.

Escola de Engenharia.
Créditos: UFMG.

Em 2016, a UFMG alcançou a marca de 1.076 registros de patentes, o que lhe colocava em posição de liderança entre as instituições de ensino superior do país²⁵. Em 2017, figurava em terceiro lugar no *ranking* dos depositantes residentes de patente de invenção divulgado pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), tendo depositado 69 pedidos de patentes²⁶.

7.2 ENGENHARIAS NA UFMG

O primeiro curso de graduação em Engenharia ofertado – o de Engenharia Civil – remonta a 1912, revelando a vasta tradição de ensino da universidade nessa área de conhecimento. Atualmente, a estrutura administrativa da Escola de Engenharia da UFMG é constituída por uma diretoria e por 13 departamentos²⁷, enquanto sua estrutura acadêmica é composta por 11 colegiados de cursos de graduação, 11 colegiados de programas de pós-graduação *stricto sensu* e cursos de especialização que envolvem, no total, 308 docentes²⁸.

Os 11 cursos de graduação oferecidos²⁹ congregam cerca de 5.200 alunos, equivalentes a aproximadamente 15% do total do corpo discente matriculado em cursos de graduação na UFMG, o que indica sua elevada representatividade no conjunto da comunidade acadêmica. Os departamentos são equipados com mais de 200 laboratórios, que desenvolvem os mais variados projetos, contando com financiamento das principais agências nacionais e de algumas organizações internacionais. Os cursos de pós-graduação *stricto* e *lato sensu*, por sua vez, distribuem-se entre as diversas áreas de conhecimento e quase 100 linhas de pesquisa, reunindo cerca de 1,7 mil alunos e sendo amplamente reconhecidos por suas contribuições científicas e tecnológicas.

A Escola de Engenharia da UFMG sempre se caracterizou por um elevado grau de conexão com empresas, continuamente desenvolvendo Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, resultando na aquisição de modernos equipamentos laboratoriais e na concessão de bolsas para pesquisadores e discentes de graduação e pós-graduação. Estes aspectos também contribuíram para seu elevado desempenho acadêmico e desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas de engenharia. A relação mantida com o mundo empresarial,

²⁵ Disponível em: <https://ufmg.br/a-universidade>. Acesso em 28/08/2019.

²⁶ Disponível em: http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/arquivos/pagina-inicial/indicadores-de-propriedade-industrial-2018_versao_portal.pdf/view. Acesso em 14/08/19.

²⁷ Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Engenharia de Estruturas, Engenharia Metalúrgica, Engenharia de Produção, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia de Materiais e Construção, Engenharia Química, Engenharia de Minas, Engenharia Hidráulica, Engenharia de Transportes e Geotecnia e Engenharia Nuclear.

²⁸ As informações (disponíveis em: <https://www.eng.ufmg.br/portal/aescola/historico/>. Acesso em 28/08/2019) foram eventualmente complementadas com dados mais recentes fornecidos pela Escola de Engenharia da UFMG.

²⁹ Engenharia de Materiais e Construção, Engenharia Química, Engenharia de Minas, Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos, Engenharia de Transportes e Geotecnia e Engenharia Nuclear.

contudo, costuma estar mais concentrada nos projetos de pesquisa dos programas de pós-graduação, uma vez que o sistema de incentivos não estimula adequadamente o estreitamento desse tipo de laços no âmbito dos cursos de graduação. Ainda assim, o número de bolsas de iniciação científica para os graduandos geradas por meio de projetos com empresas já supera o número de bolsas oferecidas por instituições públicas de fomento.

No final de 2018, a criação do Centro de Referência em Inovação para Educação em Engenharia (CRIEE), órgão complementar vinculado à Escola de Engenharia da UFMG, decorreu da preocupação em agregar conhecimento prático, transdisciplinar e conectado a desafios reais, definindo o estabelecimento de parcerias como um meio para fomentar o empreendedorismo, a inovação tecnológica e a resolução de problemas nos cursos de engenharia³⁰. Estabelecendo entre suas finalidades a promoção de ações e a organização de eventos capazes de estimular o trabalho em equipe, a aproximação com o setor produtivo, a apresentação dos melhores projetos, a criatividade e a difusão de ideias, o Centro representa uma oportunidade de ampliar e fortalecer as parcerias com empresas também na esfera da graduação.

Outra iniciativa relevante é o Programa de Inovação no Ensino de Engenharia (ENG200), que teve início em 2012 com a finalidade de “rever a formação do engenheiro da UFMG e propor o melhor ensino e preparação possível para que esse aluno tenha, de fato, condições de impactar o meio em que vive”. Pensando nas contribuições do curso de Engenharia para a sociedade, o programa inclui preocupações associadas à reestruturação curricular e à atividades de caráter social³¹. Uma das iniciativas organizadas pelo ENG200 é o evento Ruptura, descrito no quadro 14 a seguir.

7.3 INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFMG

Diversas ações envolvendo esforços de integração universidade-empresa fazem parte do portfólio de iniciativas dos cursos de graduação em Engenharias da UFMG, incluindo a organização de competições estudantis baseadas em desafios empresariais, trabalhos de conclusão de cursos a partir de demandas formuladas pelas empresas e promoção de eventos e palestras com foco no desenvolvimento de negócios e na formação de uma cultura empreendedora. Um exemplo que congrega algumas iniciativas desse tipo é o evento Ruptura, que promove um conjunto de palestras, oficinas e desafios associados à inovação e ao empreendedorismo, estimulando o aprendizado e o *networking* (ver Quadro 14).

³⁰ O CRIEE foi instituído pela Resolução Complementar nº 05/2018, de 11 de dezembro de 2018.

³¹ Disponível em: <https://eng200.eng.ufmg.br/>. Acesso em 09/10/2019.

QUADRO 14 – Ruptura

O Ruptura é um evento preparado pelos e para os alunos com o objetivo de conscientizar os discentes de graduação de seu elevado potencial transformador, despertando sua capacidade de identificar e resolver problemas. Inspirado no *bootcamp* da Universidade de Berkeley e organizado pelo ENG200, procura desconstruir o conceito restrito do empreendedorismo associado apenas ao ato de abrir uma empresa própria, mostrando que empreender envolve também a atenção às oportunidades e a mobilização de recursos para viabilizar a realização de projetos que têm um impacto positivo para a sociedade. O evento também se destina a aproximar a comunidade acadêmica da UFMG de *startups*, dando oportunidade para que alunos enxerguem o empreendedorismo como uma ação mais cotidiana e palpável e para que empresas exponham produtos e ideias, travando relações com novos clientes, parceiros e amigos.

O evento é anual e conta, em média, com três dias de programação que incluem palestras sobre desenvolvimento de negócios e sobre experiências de empreendedorismo, depoimentos e relatos de casos de sucesso e de superação, oficinas, além de um desafio final que consiste na mobilização dos participantes para resolverem uma demanda de empresas parceiras do evento. As soluções são apresentadas e avaliadas por uma banca, sendo os melhores projetos premiados.

Por sua natureza didática e empreendedora, o Ruptura aporta inúmeros benefícios para a comunidade acadêmica, inspirando novas ações de empreendedorismo e inovação e aproximando alunos e professores do poder público e do setor produtivo. A proximidade da comunidade da UFMG com *startups* atuantes em Belo Horizonte, por exemplo, insere a cultura empreendedora na rotina universitária, quebrando paradigmas, despertando o espírito empreendedor e conscientizando alunos e professores de que são agentes decisivos da mudança.

A tradição da Escola de Engenharia de promover uma maior aproximação entre a academia e as empresas envolve também a implantação e o funcionamento de diversos laboratórios de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Financiados frequentemente com recursos de agências de fomento e das próprias empresas, essas estruturas costumam operar com base na execução de projetos que contam com a participação de parceiros atuantes no mercado, exercendo impactos positivos sobre a produção de trabalhos científicos e tecnológicos e sobre a formação dos estudantes de Engenharia. Empresas como Petrobras, Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), Fiat, Usiminas e Vale são algumas das parceiras da Escola de Engenharia da UFMG nesse tipo de iniciativa, que agrega também entidades, como a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por exemplo.

O envolvimento dos alunos de Engenharia nas iniciativas de aproximação entre a academia e o mundo empresarial também permeia a estruturação da disciplina vivencial Oficina de Projetos, Empreendedorismo e Inovação (OPEI), cujo objetivo é despertar a consciência empreendedora, promover o trabalho em equipe e desenvolver um olhar crítico sobre problemas do cotidiano. Fruto da necessidade de oferecer uma formação optativa voltada para temas transdisciplinares relacionados ao empreendedorismo, a OPEI integra 60 horas semestrais à grade curricular do Percurso de Formação Transversal em Empreendedorismo e Inovação da UFMG, que totaliza 300 horas. O corpo gestor da disciplina envolve professores das áreas de Engenharia, Ciências Econômicas, Ciências Exatas e Esportes, que atuam na construção de parcerias com *hubs* de *startups*, incubadoras de empresa, agências de fomento e empresas juniores, de modo a absorver conceitos e ferramentas

de planejamento e validação de ideias capazes de apoiar o desenvolvimento de novos negócios, associando a abordagem acadêmica às práticas predominantes no mercado. Expondo os estudantes a visões de empreendedores e apresentando riscos, erros e acertos inerentes aos esforços de inovação e empreendedorismo, a disciplina agrega às referências teóricas estudadas conhecimentos provenientes de experiências e técnicas adotadas na prática por comunidades de *startups*, aceleradoras locais e empresas juniores.

7.4 EMPRESAS JUNIORES

A empresa júnior é uma associação civil sem fins lucrativos de cunho educacional, formada e gerida por estudantes de graduação que prestam serviços sob a orientação e supervisão de professores e profissionais especializados. Entre seus principais objetivos estão o reforço ao aprendizado prático dos alunos em seus respectivos campos de atuação e a promoção de uma maior interação entre a academia e o mercado de trabalho. Na UFMG, identificam-se importantes esforços de promoção desse tipo de iniciativa, que fortalece as ações de empreendedorismo no ambiente universitário e contribui para preparar os estudantes para uma atuação profissional segura e exitosa.

Como têm finalidade educacional e não lucrativa, as empresas juniores apresentam custos reduzidos de operação, uma vez que utilizam espaços físicos e equipamentos disponibilizados pela universidade e contam com o trabalho voluntário de alunos. Desse modo, além de oferecerem serviços de qualidade, em função da elevada formação técnica dos recursos humanos envolvidos, costumam ter preços atrativos, beneficiando as entidades demandantes com soluções e projetos.

Para as universidades, as empresas juniores – que funcionam como laboratórios para a experimentação e o desenvolvimento de competências associadas ao mundo empresarial e de negócios – constituem-se em entidades voltadas para

Na Escola de Engenharia da UFMG, existem atualmente seis empresas juniores, que prestam serviços e desenvolvem projetos em parceria com empresas em várias áreas ligadas à engenharia

aprimorar a formação dos alunos, impulsionar o trabalho em equipe e intensificar vínculos com o meio empresarial, com órgãos públicos e com Organização Não Governamentais (ONGs). Trata-se também de uma oportunidade de diversificar as metodologias de aprendizado utilizadas e apresentar novas possibilidades de treinamento profissional, ampliando os horizontes de empregabilidade de seus estudantes.

No Brasil, a Lei 13.267/2016 disciplina a criação e a organização das empresas juniores, inserindo suas atividades no conteúdo acadêmico do curso ao qual estão vinculadas preferencialmente como atividades de extensão. Entretanto, a maior parte das empresas juniores que operam no país foi organizada há muito mais tempo, datando o registro de suas primeiras experiências ainda do final dos anos 1980. Na UFMG, em particular, a primeira empresa júnior foi criada em 1992 por estudantes dos cursos de Administração, Ciências Econômicas, Ciências Contábeis, Relações Econômicas Internacionais e Controladoria e Finanças.

Na Escola de Engenharia da UFMG, existem atualmente seis empresas juniores, que prestam serviços e desenvolvem projetos em parceria com empresas em várias áreas ligadas à engenharia. Algumas dessas empresas operam há mais de 20 anos, mas a troca de experiências e o compartilhamento de competências para a formulação de propostas de trabalho intensificaram-se por volta de 2010. No Quadro 15, a seguir, apresenta-se uma breve caracterização de cada uma dessas iniciativas.

AEROJR Consultoria e Capacitação. Créditos: UFMG.



QUADRO 15 – Empresas juniores em atividade na Escola de Engenharia da UFMG

AEROJR Consultoria e Capacitação

Fundada em 2014, é a empresa júnior do curso de Engenharia Aeroespacial, que se diferencia por ser a primeira do país com a proposta de prestar serviços de consultoria aeronáutica em engenharia e prover capacitação profissional exclusivamente voltada para esse segmento. Oferece consultoria nas áreas de aceitação de aeronaves, drones, regularização de aeródromos, modelagem 2D e 3D, acústica, capacitação e gravidade (curso de astronomia e astronáutica).

Consultoria e Projetos Elétricos Júnior – CPE Soluções em Engenharia

Formada por 39 alunos dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia de Sistemas e Engenharia de Controle e Automação e operando há 22 anos, essa empresa de tecnologia viabiliza negócios que utilizam plataformas digitais para a interação com clientes, desenvolve protótipos de eletrônica e aplicativos e sistemas *web*, atua na regularização de instalações elétricas e contribui para a sustentabilidade e a geração de energia limpa por meio da execução de projetos fotovoltaicos e de eficiência energética. Em 2019, a empresa pretende alcançar um faturamento acumulado de R\$ 280 mil.

Emas Jr – Empresa Júnior de Meio Ambiente e Saneamento da UFMG

Atuando desde 2004 na prestação de serviços de consultoria e na elaboração e execução de projetos voltados para a comunidade em geral (incluindo empresas privadas e prefeituras), essa empresa é formada por uma equipe de cerca de 50 graduandos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental. Os projetos oferecidos são personalizados e sua qualidade é assegurada pela utilização de ferramentas modernas e pela orientação de professores da Escola de Engenharia.

Minas Jr. Consultoria Mineral

Fundada em 2005 por alunos dos cursos de graduação em Engenharia de Minas da UFMG com o objetivo de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos durante seus estudos na execução de trabalhos técnicos prestados a empresas do setor da mineração, a empresa oferece serviços em áreas como direito mineral, caracterização de materiais, pesquisa mineral, beneficiamento e mapeamento topográfico e geológico. Em 2011, diante do cenário econômico favorável experimentado pelo setor de mineração, a empresa renovou-se e expandiu seu leque de atividades, agregando a seu corpo técnico alunos do curso de graduação em Geologia. Atualmente, a Minas Júnior conta com 34 membros. Entre janeiro e setembro de 2019, a empresa faturou aproximadamente R\$ 30 mil com a execução de dez projetos, o que resulta em um *ticket* médio de R\$ 3 mil por projeto realizado.

Produção Júnior (PJ) Consultoria

Formada por graduandos dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica, essa empresa dedica-se, desde 1995, ao desenvolvimento de projetos e à prestação de consultoria especializada que envolvem: i) mapeamento, gestão por processos e estudos de *layout*; ii) pesquisa operacional, logística, gerenciamento de estoque e análise de custos; iii) estratégia e qualidade de adequação a normas, pesquisa de mercado e consultoria estratégica; iv) desenvolvimento de maquinário, estruturas metálicas e produtos; v) desenho técnico mecânico; e vi) adequação dos processos mecânicos e automatizados. A PJ Consultoria conta com o apoio da Escola de Engenharia e de seus professores para a execução dos projetos, tendo sido agraciada, ao longo de sua existência, com 33 prêmios associados à realização de 152 projetos. O faturamento alcançou R\$ 156 mil em 2018 e projeta-se, para 2019, um faturamento da ordem de R\$ 190 mil.

Mult Jr. – Consultoria e Projetos em Engenharia Química

Fundada em 2007, essa empresa júnior de consultoria e projetos atua sobretudo na área de Engenharia Química, prestando serviços para empresas e indústrias majoritariamente de micro e pequeno porte. Formada por alunos do curso de graduação em Engenharia Química da UFMG capacitados para atuar em áreas que abrangem o dimensionamento, o projeto e a otimização de plantas industriais, beneficia-se da orientação de professores da própria universidade, que asseguram que os projetos estejam em conformidade com as práticas mais atuais da Engenharia. Os projetos da Mult Jr. envolvem aumento da vida útil dos alimentos, *layout* industrial, elaboração de manuais de boas práticas de fabricação, estudos de viabilidade de inovações, planejamento industrial e rotulagem. A empresa obteve faturamento superior a R\$ 40 mil em 2017 e de cerca de R\$ 10 mil em 2018.

Atuando paralelamente às empresas juniores, a Inderios Consultoria constitui-se em um projeto de extensão que congrega alunos de diversos cursos da universidade (Engenharia de Produção, Engenharia Civil, Engenharia Ambiental, Engenharia Química, Economia e Direito), prestando serviços voltados para o desenvolvimento de negócios. Proporcionando a seus integrantes um ambiente colaborativo e profissional, contribui para o desenvolvimento de habilidades que são utilizadas para a geração de soluções que impulsionam as diversas empresas atendidas. Como presta os serviços gratuitamente, a Inderios não é considerada uma empresa júnior. Ainda assim, compartilha com essas empresas o foco no desenvolvimento de competências a partir de uma aproximação com o mercado e da realização de esforços voltados para estruturar propostas que respondam a suas demandas. Espera-se que o estudante possa se dedicar presencialmente à Inderios pelo menos 40 horas mensais, das quais no mínimo 24 horas dentro do intervalo comercial de 8h às 19h. Essa dedicação é importante para a execução dos projetos e para a entrega de soluções concretas, específicas e referentes a múltiplos aspectos de cada negócio.

O Quadro 16, a seguir, apresenta uma breve descrição dos objetivos e das ações da Inderios, detalhando suas áreas de atuação.

QUADRO 16 – Inderios

Para os estudantes que aspiram avançar no mundo empresarial, estruturando novas empresas de base tecnológica, a UFMG conta também com um escritório de apoio a projetos empreendedores. A Inderios Consultoria é um grupo multidisciplinar de alunos da UFMG que presta consultoria gratuita e qualificada para o desenvolvimento de negócios, potencializando as chances de sucesso das novas empresas no mercado. A seleção das ações acompanhadas pela consultoria é feita por meio de um edital lançado a cada semestre e o trabalho consiste em acompanhar, durante quatro meses, o desenvolvimento das propostas. Ao longo desse período, a Inderios presta serviços de orientação e planejamento relacionados à estratégia organizacional, marketing e vendas, mercado e finanças para os empreendedores, sejam eles alunos da graduação, sejam membros da comunidade externa à UFMG (pequenas empresas e *startups*, por exemplo).

Além de fomentar o empreendedorismo e apoiar a implementação de ideias inovadoras, a atividade desempenhada pela Inderios proporciona benefícios para seus próprios membros, facultando-lhes a oportunidade de trabalhar nos processos endógenos de um negócio, como, por exemplo, a seleção de projetos, o planejamento de mídias e a captação de parcerias. Assim, os 23 alunos de graduação que integram a consultoria têm a possibilidade de aprimorar sua própria formação profissional, adquirindo um importante treinamento para atuação futura no mercado de trabalho.

Além das iniciativas descritas, há diversos programas, atividades e eventos que mobilizam empresas e a comunidade acadêmica, contando, naturalmente, com forte participação dos alunos envolvidos nas empresas juniores. Como essas ações surgem de maneira espontânea e de forma não necessariamente coordenada, há alguma zona de interseção entre elas, o que não tem nenhuma conotação negativa e expressa a liberdade de ação experimentada pela comunidade acadêmica. Esse conjunto de ações oferece oportunidades para o estabelecimento de *networking* entre os estudantes e as empresas envolvidas, preparando os futuros engenheiros para se comportar de maneira adequada no ambiente corporativo, interagindo com profissionais e envolvendo-se na resolução de problemas

empresariais por meio de atividades do tipo *hackathon*, por exemplo. Uma dessas iniciativas é o chamado Mercado em Conexão, cuja descrição sintética é apresentada no Quadro 17.

QUADRO 17 – Mercado em Conexão

A ação denominada *Mercado em Conexão* nasceu em 2008 como uma iniciativa de integrantes de empresas juniores da Escola de Engenharia da UFMG. Seu principal objetivo era aproximar o meio empresarial do acadêmico dentro do próprio ambiente universitário. Inicialmente, tinha como formato a realização de uma feira anual na qual as empresas divulgavam seus processos seletivos aos alunos de graduação, com especial atenção às vagas destinadas a estágios e programas de *trainee*. Com o passar dos anos, a ação assumiu maiores proporções, deixando de ser apenas uma feira anual de divulgação de oportunidades para incluir a promoção de múltiplos eventos ao longo do ano letivo com o propósito de discutir as diversas carreiras ligadas à Engenharia e divulgar informações e dados relacionados ao mercado de trabalho. Além disso, temas como empreendedorismo, inovação e marketing pessoal compõem a pauta desses eventos, com a vantagem de serem tratados por profissionais das empresas parceiras da iniciativa ou por especialistas contratados por essas empresas para ministrar as palestras, o que reforça a visão de mercado transmitida aos alunos. Oferecendo mais conteúdo e estimulando os estudantes a conhecerem o ambiente empresarial e a discutirem os desafios e as habilidades valorizadas pelo mundo do trabalho, a iniciativa tem também o mérito de permitir que as empresas interajam com os futuros profissionais, percebendo os nuances de sua formação e seus desejos de construção de carreiras.

A cada ano, uma empresa júnior é sorteada para atuar como organizadora legal da *Mercado em Conexão*, que reúne aproximadamente seis mil alunos e já contou, ao longo de suas 12 edições, com a participação de mais de 80 empresas. Todos os custos referentes aos eventos são cobertos pela receita gerada com a venda de cotas de patrocínio e há registro de resultados concretos de inserção de alunos no mercado de trabalho. Na edição da *Feira Mercado em Conexão* de 2018, por exemplo, da qual participaram 21 empresas, 15 alunos de graduação foram contratados durante os dias de realização do evento, quando foram realizadas 18 palestras.

A despeito de todos os méritos, a iniciativa *Mercado em Conexão* enfrenta desafios para dar continuidade a suas atividades. O maior deles está relacionado à sua estreita dependência das empresas juniores. Como a cada ano uma dessas empresas assume a responsabilidade pela organização do evento e à gestão do conjunto de processos requerido para o empreendimento, o sucesso da iniciativa torna-se muito dependente do grau de maturidade dessa entidade e de sua capacidade de organização.

Mercado em Conexão. Créditos: UFMG.





Mercado em Conexão. Créditos: UFMG.

Embora as empresas juniores associadas à Escola de Engenharia tenham como clientes predominantemente organizações de pequeno e médio porte, elas atendem também grandes companhias, uma vez que apresentam custos competitivos e diferenciais associados à sua inserção acadêmica. Como instituições sem fins lucrativos vinculadas a uma instituição de ensino de renome, essas empresas operam com menores níveis de desconfiança do que os prestadores de serviços equivalentes no mercado, pois sua finalidade educacional minimiza potenciais conflitos com os clientes³². Além disso, a indicação de engenheiros egressos da UFMG que tiveram contato com o trabalho das empresas juniores é um mecanismo importante de prospecção de novos negócios.

Os alunos de Engenharia manifestam muito interesse em participar desse tipo de atividade desde os primeiros semestres de curso, compreendendo sua importância e os efeitos positivos que exercem sobre o processo de capacitação profissional. Como regra geral, não são apenas estimulados pelo fato de que a atividade, em vários casos, pode acrescentar créditos a seus históricos escolares³³ (o que é importante para que possam dispor de tempo para se dedicar aos projetos), mas também porque se sentem entusiasmados com a possibilidade de vivenciar na prática a rotina da profissão que escolheram seguir.

No caso dos professores, a atuação associada às empresas juniores integra a lista das atividades que desempenham junto a seus departamentos. Entretanto, como não são consideradas atividades de extensão, não têm a possibilidade de serem contabilizadas na carga horária de trabalho docente. Ainda assim, conscientes da relevância desse tipo de iniciativa para a formação dos alunos, interessados nos projetos desenvolvidos e considerando que a orientação

³² Em função de normas estabelecidas por órgãos como o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), há casos, contudo, em que essas empresas precisam recorrer à contratação de engenheiros (muitas vezes ex-alunos da UFMG) para supervisionarem a emissão de alguns documentos.

³³ Até mesmo porque em alguns cursos, como Engenharia Civil, Aeroespacial e Geologia, a participação dos alunos nas empresas juniores não se materializa em créditos adicionais.

requerida não onera significativamente sua carga de trabalho, muitos professores abraçam a cultura de apoio e valorização das empresas juniores.

Apesar dos resultados e valores criados pelos esforços de atuação das empresas juniores, essas organizações deparam-se com um conjunto de múltiplos desafios, dentre os quais se destacam:

- acesso a licenças de uso de *softwares*: alguns são disponíveis apenas para uso estudantil e não podem ser empregados para fins comerciais, inclusive no caso de empresas juniores;
- custo inicial de constituição de um Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), da ordem de R\$ 1 mil;
- custo anual com a contabilidade, que pode variar entre R\$ 3 mil e R\$ 5 mil; e
- custos associados ao uso da infraestrutura (que não são o caso da Escola de Engenharia da UFMG, que disponibiliza gratuitamente o acesso das empresas juniores).

As experiências das empresas juniores na Escola de Engenharia da UFMG serviram como exemplos de histórias inspiradoras em um capítulo que trata de novas formas de aprendizado no livro intitulado "*A Whole New Engineer*"³⁴. De acordo com essa publicação, a chave para o sucesso dessas iniciativas é a autonomia dos estudantes na execução dos projetos, o que reforça seu ímpeto criativo e gera oportunidades de trabalhos práticos de Engenharia desde o começo dos estudos. A publicação ressalta ainda a aproximação dos alunos com o planejamento das mudanças curriculares, o que remete às novas DCNs e suas orientações.

Os relatos sistematizados neste capítulo mostram que os esforços realizados fortalecem a cultura empreendedora entre os alunos, que aprendem a negociar, a definir os preços dos serviços e a se relacionar com o mercado, além de enfrentarem os desafios de prazo e escopo dos serviços e projetos contratados. Todo esse aprendizado é positivo para sua futura inserção profissional, justificando a inclusão dessas atividades como exemplos de projetos importantes de integração universidade-empresa a serem fortalecidos e replicados.

Um dos mecanismos de apoio à expansão desses modelos é a Confederação Brasileira de Empresas Juniores, instância que representa as empresas juniores brasileiras, impulsionando a vivência empresarial que proporcionam e promovendo sua atuação como agente de formação de empreendedores. Composta de núcleos e federações, agrega 480 empresas juniores de cerca de 110 universidades, envolvendo mais de 100 cursos de graduação³⁵.

³⁴ DECI, E.; RYAN, R. The whole new learner: from carrots and sticks to intrinsic motivation. In: GOLDBERG, D.E.; SOMERVILLE, M. *A Whole New Engineer: The Coming Revolution in Engineering Education*. Douglas: ThreeJoy Associates, Incorporated, 2014.

³⁵ Disponível em: <https://brasiljunior.org.br/parceiros>. Acesso em 20/09/2019.

Associada ao Movimento Empresa Júnior (MEJ), que atua em favor de um Brasil mais empreendedor e à promoção de uma educação empreendedora, a Confederação valoriza o compromisso com resultados, transparência e pensamento inovador, disseminando esses requisitos como referências para a formação de novos empresários.

7.5 CONCLUSÃO

No caso descrito neste capítulo, foram enfatizadas iniciativas de cooperação universidade-empresa associadas à atuação de empresas juniores. Aliando ações que estimulam o empreendedorismo no ambiente universitário e envolvendo o apoio e a participação de companhias parceiras em eventos e atividades acadêmicas, as iniciativas descritas valorizam a formação de uma visão de negócios e criam oportunidade para vivências que emulam esforços que integram o cotidiano de trabalho dos profissionais de Engenharia. A aproximação de estudantes com engenheiros atuantes no mercado e o foco no atendimento a demandas reais formuladas pelas empresas evidenciam os desafios associados à execução de projetos, que abrangem, entre outros, a negociação de preços, as restrições orçamentárias, os requisitos de qualidade, o cumprimento dos prazos estabelecidos e a organização das equipes de trabalho.

Mais uma vez, identifica-se aderência entre a iniciativa relatada e as recomendações das novas DCNs, que enfatizam uma formação em Engenharia que envolva elementos de empreendedorismo, inovação e mercado. Nesse sentido, a experiência das empresas juniores da Escola de Engenharia da UFMG pode servir como referência para a estruturação de iniciativas análogas em outros cursos de graduação em Engenharia.



8 CONVÊNIO ESCOLA POLITÉCNICA E ROCKWELL: O CASO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

8.1 INTRODUÇÃO

A Universidade de São Paulo (USP) é uma universidade pública mantida pelo governo do estado de São Paulo. Criada em 1934, é uma das mais importantes instituições de nível superior do Brasil, responsabilizando-se por mais de 20% da produção científica do país. Sua graduação é formada por 321 cursos, distribuídos em 42 unidades de ensino e pesquisa que congregam cerca de 59 mil alunos. Desse conjunto, 130 cursos enquadram-se na área de Ciências Exatas e Tecnologia. A pós-graduação da universidade é composta por 264 programas, que abrangem 701 áreas de concentração e contam com mais de 30 mil estudantes matriculados. Quase seis mil docentes e mais de 13 mil servidores técnico-administrativos compõem o quadro de pessoal, distribuindo-se entre seus diversos *campi*³⁶. Em 2016, a USP ocupava o 1º lugar no Censo do Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq, contabilizando 14.066 pesquisadores distribuídos em 1.811 grupos³⁷.

³⁶ Informações referentes ao ano de 2017, disponíveis em: <https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle#>. Acesso em 14/08/2019.

³⁷ O DGP, do CNPq constitui-se no inventário dos grupos de pesquisa em atividade no país. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-instituicao2>. Acesso em 14/08/2019.

Escola Politécnica.

Créditos: Convênio Poli/USP-Rockwell.

A política de inovação tecnológica da USP é gerida pela Agência USP de Inovação (AUSPIN), que busca promover a utilização do conhecimento científico, tecnológico e cultural produzido na universidade em favor do desenvolvimento. Tratando de temas como transferência tecnológica, cooperação USP-empresas, empreendedorismo universitário, sustentabilidade e acesso à tecnologia, atua na proteção do patrimônio industrial e intelectual gerado na universidade, efetuando os procedimentos necessários para transferência de tecnologias e registro de patentes, marcas, direitos autorais de livros, *softwares* e músicas, entre outras criações. Além disso, funciona como rede de cooperação, oferecendo apoio à elaboração de projetos em parceria, ao gerenciamento de relações estabelecidas com os setores empresariais e ao fortalecimento de canais de comunicação com a sociedade. Por meio de incubadoras de empresas, parques tecnológicos e treinamentos específicos, promove o empreendedorismo e oferece suporte técnico, gerencial e formação complementar ao empreendedor.

A reitoria da USP tradicionalmente apoia projetos de interação universidade-empresa, valorizando o tripé ensino-pesquisa-extensão. A USP conta, por exemplo, com quatro unidades vinculadas à Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), cujo objetivo é fomentar projetos de cooperação entre empresas nacionais e instituições de pesquisa e desenvolvimento para a geração de produtos e processos inovadores. Duas dessas unidades envolvem a escola politécnica da USP: a Poli, credenciada em 2015 para desenvolver projetos de inovação em parceria com empresas na área de materiais para construção ecoeficiente, e a Poli *Tecnogreen*, resultado da união de pesquisadores nas áreas de Engenharia Química, Minas, Petróleo, Metalurgia, Materiais e Civil³⁸.

8.2 ESCOLA POLITÉCNICA DA USP (POLI/USP)

A origem da Poli/USP remonta a 1893, quando foi fundada a primeira escola de Engenharia do estado de São Paulo (Escola Politécnica de São Paulo), incorporada à USP em 1934. Além dos diversos cursos de excelência oferecidos na graduação e pós-graduação, também se destaca na realização de pesquisas científicas e tecnológicas. Contando com 15 departamentos, 425 professores, 397 funcionários técnico-administrativos e cerca de 7,5 mil alunos, é uma unidade bastante representativa da USP, sendo referência nacional e internacional nas áreas de Tecnologia e Engenharia³⁹.

Ao longo de sua história, a Poli/USP tem mantido estreita relação com o setor produtivo, visando à transferência do conhecimento e à inovação tecnológica. Atualmente, possui

38 Informações disponíveis em: <http://www.inovacao.usp.br/embrapii/>. Acesso em 27/08/2019.

39 Informações disponíveis em: <https://www.poli.usp.br/institucional/poli-em-numeros>. Acesso em 27/08/2019.

mais de 300 convênios e contratos estabelecidos com empresas (públicas e privadas) e com agências governamentais, que envolvem projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), treinamento de pessoal, consultoria e assessoria, laudos e pareceres técnicos. Nesse sentido, a USP estabelece praticamente todos os tipos de parceria indicados no Capítulo 1 deste documento.

As leis de estímulo à inovação tecnológica (programas de P&D e eficiência energética da Agência Nacional de Energia Elétrica, Lei de Informática e Lei do Bem, por exemplo) têm estimulado as relações universidade-empresa, valorizando a estrutura da Poli/USP para o desenvolvimento de projetos de inovação⁴⁰. Já no âmbito das ações de empreendedorismo, destacam-se, entre as ações que têm como base a Poli/USP: i) o Núcleo de Empreendedorismo da USP; ii) a disciplina de Criação de Negócios Tecnológicos em parceria com a FGV; e iii) o curso de extensão intensivo em parceria com o programa Samsung *Ocean*. A disciplina “Desenvolvimento Integrado de Produtos” trata de desafios reais de inovação propostos por empresas parceiras (Quadro 18).

QUADRO 18 – Disciplina “Desenvolvimento Integrado de Produtos

A disciplina trata de desafios reais de inovação propostos por empresas parceiras. Desde seu primeiro oferecimento em 2014, foram mais de 50 projetos e mais de 360 alunos. Os discentes trabalham em equipes multidisciplinares compostas tipicamente por sete estudantes, sendo três a quatro de Engenharia (várias Engenharias), um de *Design*, um de Economia ou Administração de Empresas e um de outra área. O processo de inovação envolve três ciclos de prototipagem, sendo que o segundo ciclo visa a explorar ideias mais ambiciosas, ampliando o espaço de inovação, e o terceiro ciclo resulta em um protótipo funcional. Os estudantes são responsáveis por gerenciar o orçamento da equipe. As empresas parceiras contribuem com o valor correspondente aos gastos com materiais de prototipagem e de manutenção do laboratório de prototipagem INOVALAB@POLI. No final da disciplina, há um evento de apresentação, com participação de todas as empresas envolvidas.

A base conceitual e de práticas de ensino para a disciplina vem da participação da Poli/USP em duas redes acadêmicas internacionais focadas no ensino de *design* e inovação – rede *Design Factory* baseada na Finlândia e rede SUGAR (<https://dfgn.org/> e <https://sugar-network.org/>). A disciplina já resultou em duas patentes depositadas (além de uma adicional em elaboração) e em duas *startups* atuando no mercado. Em 2014, em seu primeiro oferecimento, a disciplina recebeu o Prêmio Santander Universidades/Guia do Estudante de Inovação no Ensino. Embora não tenha uma participação direta na elaboração, uma disciplina de Inteligência Artificial e outra de *Machine Learning* foram inseridas na grade do último ano. Isso está em consonância com as demandas do mercado atual de automação e robótica.

Outra iniciativa que merece destaque é a Fábrica do Futuro 4.0, a partir da qual se estruturam diversas iniciativas de integração universidade-empresa.

40 Informações disponíveis em: <https://www.poli.usp.br/pad-poli-empresas>. Acesso em 27/08/2019.

QUADRO 19 – Projetos de alunos na Fábrica do Futuro 4.0

A Fábrica do Futuro 4.0 é um ambiente multidisciplinar e multiusuário para apoiar o ensino, a pesquisa e a inovação em novas tecnologias de Manufatura Avançada. O estabelecimento desse tipo de laboratório – conhecido como *Learning Factory* – é uma tendência internacional. A Fábrica do Futuro está instalada em um espaço de aproximadamente 250 m² e conta com linha de produção para demonstrar a integração de conceitos e tecnologias da Indústria 4.0. A iniciativa conta com recursos do edital de *testbeds* da ABDI, bem como o envolvimento de mais de uma dezena de empresas e instituições, dentre as quais TOTVS, PPI-Multitask, Samsung, Zorfatec, MVISIA e MOB Engenharia, além de recursos da própria USP. As instituições participam da concepção do laboratório. Há uma reunião semanal de alinhamento entre a universidade e as empresas participantes, que também fornecem insumos como *software* e *hardware*, além do conhecimento em suas áreas de atuação. O Insper participa como instituição acadêmica parceira, visando a definir um modelo de engajamento que poderá no futuro ser expandido para outras instituições de ensino.

O resultado desse esforço coletivo é um laboratório bem equipado que reflete as demandas da indústria. Em sua fase inicial de utilização, a Fábrica do Futuro já foi empregada em trabalhos de formatura realizados de forma próxima com as empresas envolvidas. Além disso, foi empregada no ensino da disciplina de planejamento e controle da produção. Pesquisas de pós-graduação também estão em desenvolvimento. Por ora, o laboratório é empregado para apoiar a imersão e discussão sobre a Indústria 4.0 em visitas de empresas. Os desafios de implantação estão relacionados com a obtenção de recursos e a integração de soluções abrangendo vários tipos de tecnologias. Para superar esses desafios, a parceria com as empresas e as instituições envolvidas é crucial. Há um alto grau de envolvimento das empresas parceiras, e o laboratório é multiusuário. Nos próximos meses está prevista a utilização da Fábrica do Futuro por pelo menos sete disciplinas de dois projetos integrados de desenvolvimento com empresas (ex.: TCC baseado em problemas das empresas, empresas juniores). Trata-se de uma infraestrutura versátil e com alto potencial de emprego em múltiplas ações de ensino, pesquisa e inovação.

No conjunto das múltiplas iniciativas de integração universidade-empresa em curso na Poli/USP, descreve-se, neste trabalho, o convênio com a Rockwell, que viabilizou um significativo investimento empresarial em infraestrutura universitária.

8.3 CONVÊNIO POLI/USP-ROCKWELL

O convênio envolvendo a Escola Politécnica da USP e a Rockwell (Convênio Poli/USP-Rockwell) é uma parceria que envolve o Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP) e a empresa *Rockwell Automation* do Brasil Ltda.

A Rockwell é um fornecedor global de soluções em automação, energia, controle e informação fundada no início do século XX nos Estados Unidos. Executando desde a concepção da solução indicada para as empresas até seu comissionamento e *startup* – passando pela fase de desenvolvimento, de testes internos e de testes de aceitação de fábrica – é uma das líderes mundiais na área de automação industrial e trabalha com montagens de painéis elétricos, acionamentos, controladores, sistemas de supervisão e redes de automação.

A iniciativa descrita neste trabalho data de meados da década de 1990, tendo sido motivada inicialmente por um relacionamento pessoal entre um acadêmico e um profissional da antiga empresa Allen-Bradley, posteriormente incorporada pela Rockwell, e pela

percepção dessa empresa de que precisaria formar novos profissionais capazes de atender às necessidades futuras. Em particular, percebia-se que, no médio prazo, seria preciso formar profissionais qualificados e familiarizados com o tipo de serviço prestado pela Rockwell para repor aqueles que, com o passar do tempo, se aposentariam.

Diferentemente do que seria a praxe atualmente, esse convênio não foi baseado em uma prospecção formal e institucionalizada. Ainda assim, mostrou-se uma parceria estável e duradoura, que atualmente é renovada a cada cinco anos, o que confere um horizonte de planejamento para as iniciativas específicas que abriga.

O convênio Poli/USP-Rockwell tem dois objetivos principais e interligados, que atendem aos interesses da empresa e da universidade à medida que sustentam, como será demonstrado ao longo do texto, resultados positivos para ambas as partes: i) o desenvolvimento de soluções específicas para os projetos e desenvolvimentos da Rockwell; e ii) a formação de recursos humanos na Poli/USP, para estudantes, pesquisadores e profissionais ligados às áreas de automação de processos.

Centro de Pesquisa e Capacitação da Rockwell na Escola Politécnica.
Créditos: Convênio Poli/USP-Rockwell.



Do ponto de vista da empresa, a definição do objeto das pesquisas e o desenvolvimento de soluções associadas a suas necessidades específicas assegura que os esforços empreendidos convergem para o atendimento de suas demandas. Como os projetos de automação são usualmente intensivos em recursos humanos qualificados, a empresa funcionando com base em uma estrutura ágil e enxuta pode contar com alunos, professores e bolsistas por meio do convênio viabilizando acesso a um corpo técnico altamente qualificado. Ao mesmo tempo, o contato de acadêmicos com as demandas e com a lógica empresarial fortalece a oferta de engenheiros com competências ajustadas às necessidades do mundo do trabalho, abrindo perspectivas de novas solicitações a esses profissionais no futuro. Por fim, o convênio garante que os alunos tenham, ao longo dos cursos de graduação, um contato mais próximo com seus equipamentos, o que favorece seu uso quando esses alunos ingressam no mundo do trabalho.

Do ponto de vista da universidade e da comunidade, o envolvimento de professores, estudantes e bolsistas nas atividades e nos projetos desenvolvidos permite-lhes ter acesso a experiências fundamentais para sua formação e atualização profissional, aprimorando habilidades técnicas e comportamentais decorrentes das vivências laboratoriais, da interação com o mundo empresarial e do exercício de trabalho em equipe. Participando do desenvolvimento de soluções em automação solicitadas pela Rockwell, o grupo de estudantes e jovens profissionais envolvidos nas atividades do convênio interage com a equipe de engenharia da empresa e vivencia a dinâmica de uma grande companhia multinacional. Isso não apenas os capacita tecnicamente, mas também permite que adquiram habilidades relacionadas à gestão de projetos e liderança, desenvolvendo requisitos cada vez mais relevantes para uma exitosa atuação profissional. Os projetos nas áreas de Óleo e Gás, Mineração, Alimentos, Farmacêutica, Papel e Celulose, entre outras, requerem o envolvimento dos colaboradores da Poli/USP em todas as etapas, inclusive nas atividades de pesquisa, projeto, comissionamento, *startup* e operação assistida. Há registros de que alunos de graduação fizeram projetos de iniciação científica (contando com bolsas financiadas pela Rockwell) e seus estágios no âmbito do convênio.

Ao longo de todo o período de existência do convênio, a Rockwell doou diversos equipamentos envolvendo automação industrial, como CLPs de pequeno, médio e grande porte, IHMs, Inversores de Frequência. Por meio desses equipamentos, são desenvolvidos e construídos kits didáticos, envolvendo o completo plano para a universidade, por meio de confecção de apostilas didáticas. Atualmente, a universidade conta com seis laboratórios que utilizam kits didáticos, licença de *software* doados pela empresa, laboratório de automação, laboratório de controle e automação, laboratório de conversão, laboratório de Indústria 4.0, laboratório de controle de pH e de Vazão, laboratório para automação da Escola Politécnica de Santos e para o curso de Engenharia de Petróleo da Escola Politécnica. Estima-se que entre 2009 e 2018, os investimentos da Rockwell no âmbito do convênio

alcançaram quase R\$ 9 milhões. Embora no passado uma parte desses recursos tenha estado associada aos benefícios previstos no âmbito da Lei de Informática, a Rockwell deixou de usar esse instrumento nos últimos anos e isso não afetou a destinação de recursos para a Poli/USP.

As pesquisas nas áreas de automação industrial, controle de processos, automação elétrica e integração de sistema corporativos com o “chão de fábrica” são demandadas tanto pela Rockwell Brasil quanto pela Rockwell Estados Unidos e contam com a estrutura disponível na Poli/USP (professores, biblioteca, laboratórios) para solucionar os problemas apresentados. Além de envolver engenheiros (juniores, plenos e seniores), professores doutores, estudantes estagiários e bolsistas, mobilizam também profissionais da área administrativa e financeira responsáveis pelo acompanhamento do convênio.

Além disso, os esforços realizados no âmbito das pesquisas abrem um leque de oportunidades para trabalhos de caráter acadêmico e científico. Os resultados desses esforços materializam-se, entre outros benefícios, em:

- estímulo a publicações: a Rockwell incentiva a participação dos autores em congressos e seminários, por meio de apoio financeiro para os que tiverem trabalhos aprovados. Demonstrado interesse na disseminação dos resultados, a empresa apenas restringe a divulgação de dados sigilosos e estratégicos;
- elaboração de trabalhos de iniciação científica, dissertações de mestrado e teses de doutorado: as pesquisas desenvolvidas no âmbito do convênio e as experiências vividas pelos integrantes das equipes de trabalho sustentam diversos trabalhos acadêmicos e fortalecem seus resultados; e
- atualização da dinâmica e dos conteúdos das disciplinas: várias disciplinas teóricas e práticas de cursos de graduação e pós-graduação foram montadas ou atualizadas a partir das experiências do convênio, enriquecendo os resultados da formação em Engenharia, sobretudo em áreas ligadas à automação industrial. Há indicações de que temas associados à inovação podem ser ensinados de maneira mais efetiva com foco em demandas reais, que evidenciam os desafios dessas atividades (requisitos de *stakeholders* e limitações de prazos e recursos financeiros, por exemplo). Essa é uma das maneiras de reduzir o *gap* de competências e experiências entre a formação acadêmica e as necessidades das empresas de tecnologia, o que resulta em ganhos tanto para as firmas como para os egressos dos cursos de Engenharia.



Sala de Cursos de Extensão. Créditos: Convênio Poli/USP-Rockwell.

Além dos equipamentos disponibilizados pela Rockwell já incorporados ao patrimônio da universidade em diversos laboratórios da USP, mencionados anteriormente, outra externalidade positiva do convênio foi a criação do centro de treinamento da Rockwell, inaugurado no final da década de 1990. Localizado na Poli/USP, dispõe de três salas de aula e um espaço dedicado à equipe de desenvolvimento dos projetos, totalizando cerca de 64 m². Essas estruturas apoiam as atividades de pesquisa e desenvolvimento empreendidas pela equipe de profissionais e estudantes mobilizados. Nas salas de aula do centro de treinamento, por exemplo, são oferecidos vários cursos para alunos de graduação e pós-graduação, visando a prover atualização técnica e conhecimento acerca dos produtos da empresa. Nas práticas laboratoriais envolvendo os equipamentos disponíveis, por sua vez, são desenvolvidas soluções de automação para os problemas apresentados pela empresa e são treinados profissionais capazes de atuar de acordo com as demandas e o ritmo de inovação requeridos pelas empresas de tecnologia.

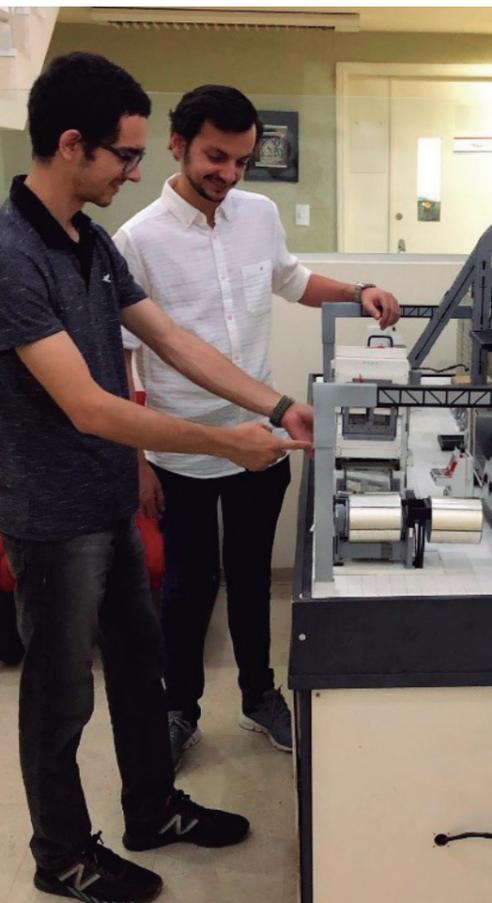
O convênio teve ainda como *spin off* a oferta de um curso *lato sensu* no formato *Master of Business Administration* (MBA) com o intuito de preparar, atualizar e qualificar profissionais dedicados ao desenvolvimento e à administração de projetos de automação industrial. Apoiado pelo Programa de Educação Continuada (PECE) da Poli/USP, o curso é destinado à formação de profissionais de áreas técnicas, científicas e administrativo-financeiras, abordando a modelagem e análise de conflitos de sistemas automatizados; a implantação de soluções envolvendo controladores lógico programáveis, sistemas supervisórios e

redes de automação; questões econômicas associadas a recursos tecnológicos; e técnicas de gestão de projetos⁴¹. O MBA em automação industrial inclui engenheiros da Rockwell em seu quadro docente, o que também facilita a maior convergência entre a formação acadêmica oferecida e os requisitos de conhecimento demandados pelas empresas, criando novos vínculos salutarres entre a universidade e a empresa.

O diferencial de conhecimentos e experiências dos alunos de Engenharia da USP que participaram do projeto e/ou cursaram disciplinas associadas à temática de automação industrial (familiaridade com *hardwares* e *softwares* utilizados pela empresa, por exemplo) faz com que a Rockwell absorva *trainees* egressos da Poli/USP. Entretanto, o convênio não prevê formalmente esse compromisso. Os alunos estagiários e os bolsistas do convênio são subsidiados pela empresa, cujo interesse em familiarizá-los com sua tecnologia relaciona-se às possibilidades de contar com profissionais qualificados no futuro. As bolsas são concedidas por meio da Associação dos Engenheiros Politécnicos (AEP), que congrega os engenheiros formados pela Poli/USP. Os professores participantes, por sua vez, são remunerados por meio da FUSP, de acordo com regulamento próprio.

Todos os professores da USP têm acesso às vagas disponibilizadas no Centro de Treinamento da Rockwell, uma vez que a atualização dos equipamentos e dos *softwares* é permanente e o conhecimento de seu manuseio é requerido com frequência nos próprios laboratórios da universidade. Cursos e certificações de professores e alunos de pós-graduação estão sendo oferecidos por meio do *Amazon Web System* (AWX), com a empresa assumindo 58% dos custos da certificação.

Do ponto de vista da universidade e da comunidade, o envolvimento de professores, estudantes e bolsistas nas atividades e nos projetos desenvolvidos permite-lhes ter acesso a experiências fundamentais para sua formação e atualização profissional, aprimorando habilidades técnicas e comportamentais decorrentes das vivências laboratoriais, da interação com o mundo empresarial e do exercício de trabalho em equipe



Protótipo de planta industrial.
Créditos: Convênio Poli/USP-Rockwell.

Para motivar os participantes dos projetos e promover interações entre as equipes que participam do convênio mantido com a Poli/USP e equipes vinculadas a convênios firmados com outras universidades no Brasil, a Rockwell promove competições que envolvem desafios tecnológicos baseados em demandas empresariais. Atualmente, o convênio também integra o *University Partnership Program (UPP)*, que reúne equipes de universidades de todo o mundo que possuem ligações com a Rockwell. Por meio desse programa, a empresa disponibiliza pesquisas relativas a seus produtos realizadas por meio do desenvolvimento de blocos funcionais que passam a compor a biblioteca de soluções dos *softwares* de programação de controladores lógicos e de sistemas de supervisões. Além do acesso a essa biblioteca, o convênio conta com um setor responsável pela realização de testes em blocos desenvolvidos por outros convênios estrangeiros. Para essa atividade, a Rockwell fornece treinamento especializado e viabiliza acesso aos softwares e suas devidas licenças.

Quanto aos desafios enfrentados pelo convênio ao longo de seu período de vigência, embora não tenham sido identificadas resistências a suas atividades em nenhuma das instâncias internas da USP (departamentos, reitoria, congregação), tampouco atrasos decorrentes das análises jurídicas requeridas, entende-se que há necessidade de se garantir o ritmo das operações da universidade e da empresa. Mesmo com o *timing* dos professores para a realização das atividades sendo diferente do *timing* da empresa, possivelmente em função das múltiplas atividades docentes nas áreas de pesquisa, ensino e extensão, os objetivos da empresa têm sido alcançados tanto em relação à formação de recursos humanos como ao desenvolvimento dos projetos assumidos pela Rockwell junto aos vários setores da Engenharia. Esse é um importante desafio a ser considerado nas iniciativas de interação universidade-empresa, requerendo atenção dos envolvidos para que seja possível encontrar soluções satisfatórias para ambos os lados.

8.4 CONCLUSÃO

Conforme se indicou no início deste capítulo, a Poli/USP estabelece praticamente todos os tipos de parcerias empresariais mencionados na introdução deste trabalho. Para fins desta publicação, descreveu-se, em particular, o convênio Poli/USP-Rockwell, iniciado em meados da década de 1990 e renovado a cada cinco anos, que viabilizou significativos investimentos da empresa na universidade.

Com objetivos voltados para o desenvolvimento de soluções específicas para a empresa e o reforço da formação de recursos humanos na universidade, o convênio viabilizou oportunidades de treinamento profissional, modernizou o conteúdo de disciplinas ofertadas, viabilizou suporte financeiro para a inclusão de alunos em projetos tecnológicos, apoiou a elaboração de trabalhos acadêmicos (artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses) e permitiu a maior familiaridade dos estudantes com tecnologias e equipamentos utilizados pela empresa, abrindo possibilidades futuras de inserção profissional. Esses e outros resultados associados ao fortalecimento da conexão universidade-empresa vão ao encontro das novas DCNs, que enfatizam a importância de aproximar academia e mercado, indicando diversas maneiras de desenvolver as habilidades requeridas pelas empresas nas áreas de Engenharia.



9 CENTRO DE COMPETÊNCIA EM MANUFATURA: O CASO DO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA)

9.1 INTRODUÇÃO

Criado em 1950, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), localizado em São José dos Campos, é uma instituição universitária pública ligada ao Comando da Aeronáutica (Comaer) especializada nas áreas de ciência e tecnologia no setor aeroespacial. Reconhecido como um centro de referência no ensino da Engenharia no Brasil, o ITA reúne 683 alunos em seis cursos de graduação (Engenharia Aeronáutica, Eletrônica, Mecânica-Aeronáutica, Civil-Aeronáutica, de Computação e Aeroespacial) que compartilham dois anos comuns do ciclo fundamental. Adicionalmente, oferece cursos de mestrado e doutorado *stricto sensu* vinculados a cinco programas de pós-graduação subdivididos em 20 áreas de concentração, além de cursos de mestrado profissional em parceria com empresas e cursos de pós-graduação *lato sensu* desenhados a partir da demanda das forças armadas e do mercado. O ensino de pós-graduação, atualmente, congrega 1.024 alunos, boa parte dos quais recebe bolsas de estudo disponibilizadas por agências de fomento ou empresas. A instituição dispõe de 90 laboratórios didáticos e de pesquisa, contando com 204 docentes alocados nos cursos de graduação em Engenharia, dos quais 193 são doutores e 11, mestres.



Centro de Competência e Manufatura.
Créditos: ITA.

O curso de Engenharia Aeronáutica foi criado no Brasil em 1939, sendo ministrado na então Escola Técnica do Exército (ETE), hoje Instituto Militar de Engenharia (IME), localizada no Rio de Janeiro. Em 1947, os diplomas de engenheiro aeronáutico passaram a ser registrados no Ministério da Aeronáutica e os primeiros professores passaram a ser contratados em nome do ITA. Em 1950, os cursos de preparação e formação de engenheiros de aeronáutica foram transformados nos cursos fundamental e profissional e o ITA foi instalado em São José dos Campos, no então Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), hoje Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Em contraposição ao sistema de cátedras comum nas universidades brasileiras na época de sua fundação, o ITA adotou uma estrutura acadêmica departamental, influenciando a nova orientação do ensino superior brasileiro determinada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, com reflexos na composição do novo currículo mínimo do curso de Engenharia aprovado em 1976 pelo Conselho Federal de Educação. O início dos cursos de pós-graduação oferecidos pela instituição, em 1961, marcou não apenas a implantação no Brasil dos programas de pós-graduação em Engenharia, como também introduziu o modelo de mestrado que viria a ser adotado posteriormente por outras instituições⁴².

Ainda na década de 1960, o ITA envolveu-se no desenvolvimento de um projeto de aeronave voltada para a aviação regional no país. Convencido do potencial desse projeto e do sucesso do protótipo gerado, avançou na estruturação de uma companhia de capital misto, com capitalização inicial do governo, voltada para a fabricação seriada da aeronave, batizada de Bandeirante. Essa empresa, denominada Embraer, iniciou suas atividades em janeiro de 1970, sendo hoje a terceira maior fabricante mundial de aviões⁴³.

A tradição empreendedora tem permeado desde então a atuação da instituição, que mantém conexões com dezenas de universidades, institutos de pesquisa e empresas nacionais e internacionais por meio de acordos de cooperação em ensino e pesquisa, convênios de intercâmbio e relacionamentos profissionais entre docentes e pesquisadores. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) do ITA, que estabelece diretrizes e metas para o período de 2011-2020, reforça a importância conferida às parcerias estabelecidas e fortalece as indicações de interação com empresas públicas e privadas, que crescentemente participam dos projetos de pesquisa desenvolvidos pela instituição⁴⁴.

42 O curso de Engenharia Eletrônica data de 1951; o curso de Engenharia Mecânica (transformado em Engenharia Mecânica-Aeronáutica em 1975) foi implantado em 1962; o curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica (em 2006 transformado em Engenharia Civil-Aeronáutica) em 1975; o curso de Engenharia de Computação em 1989; e o curso de Engenharia Aeroespacial foi criado em 2010. Informações disponíveis em: <http://www.ita.br/historiacursos>. Acesso em 04/09/2019.

43 Privatizada em 1994, a Embraer estabeleceu, em 2019, uma parceria estratégica com a Boeing para a formação de uma *joint venture* de aviação comercial.

44 O PDI está disponível em: <http://www.ita.br/pdi>. Acesso em 05/09/2019.

9.2 INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NO ITA

O ITA busca executar projetos em parceria com empresas de pequeno, médio e grande portes, uma vez que esse caminho fortalece o desenvolvimento científico e tecnológico, aportando ganhos para as atividades de ensino, pesquisa e extensão e gerando melhores resultados para os processos de inovação empreendidos.

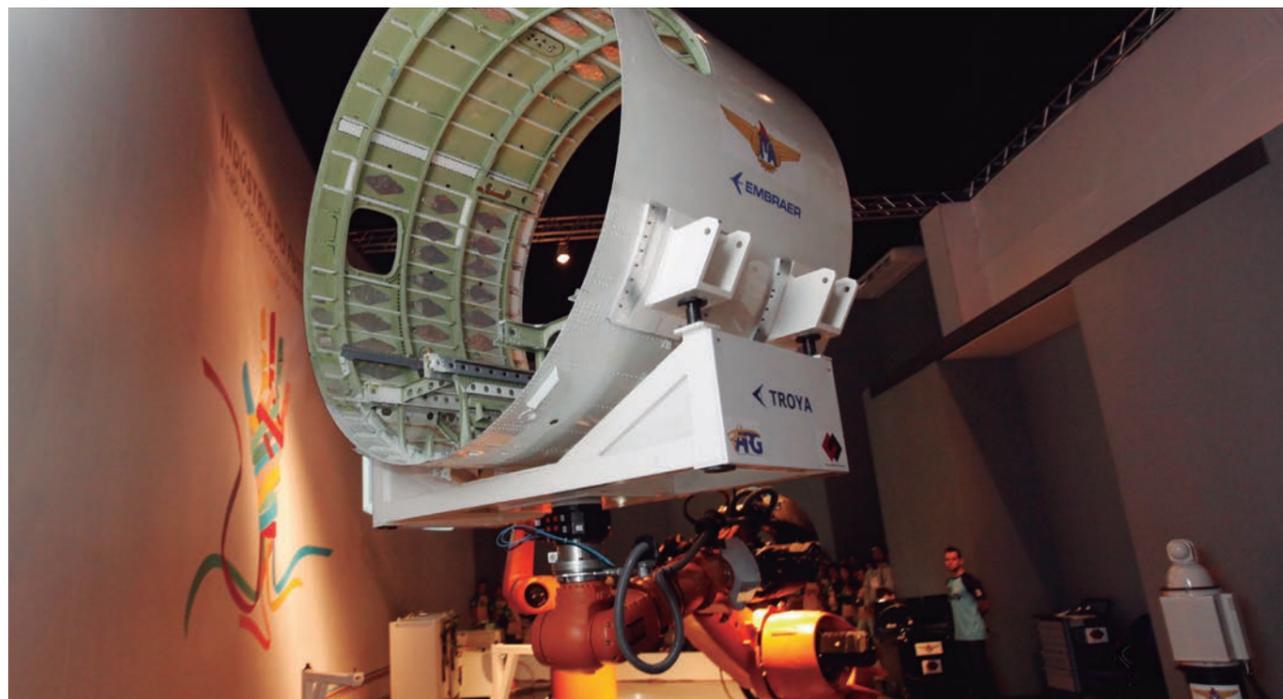
Em função de seu elevado prestígio científico-tecnológico e da especificidade de algumas demandas empresariais, a instituição tem sido frequentemente acionada para prestar serviços especializados em suas áreas de atuação, apoiando as empresas nos esforços de melhoria de produtos e processos (em especial, por meio dos cursos de pós-graduação). Os instrumentos de cooperação são coordenados pela Pró-Reitoria de Extensão e Cooperação, que cuida da formalização do conjunto de convênios e planos de trabalho firmados pelo ITA.

Há diferentes formas de interação possíveis entre o ITA e as empresas, envolvendo desde a realização de trabalhos de graduação focados em desafios empresariais até o desenvolvimento de pesquisas e projetos conjuntos, passando pela prestação de serviços de assessoramento e de consultoria. Embora o principal *locus* das interações seja o setor aeroespacial, as parcerias universidade-empresa ocorrem em todo espectro de atuação e *expertise* do ITA, alcançando, entre outros, os setores de manufatura, telecomunicações, informática e financeiro.

No ITA, todos os projetos realizados com empresas envolvem diretamente alunos de graduação e/ou pós-graduação, servindo como inspiração para a elaboração de TCCs, dissertações e teses. As atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico são basicamente executadas pelos estudantes, que contam com a supervisão de seus respectivos orientadores.

Os esforços de todos os atores envolvidos são recompensados das seguintes maneiras:

- os alunos, além de serem usualmente remunerados pela participação em projetos, desenvolvem trabalhos de seu interesse que os habilitam a conseguir a titulação almejada e a estreitar laços com o mercado;
- os professores, que algumas vezes recebem remuneração suplementar, cumprem a função de orientar os alunos em condições geralmente mais consistentes (uma vez que a parceria empresarial pode viabilizar acesso a informações e às próprias instalações das empresas, por exemplo), bem como publicar os resultados dos projetos em congressos e periódicos científicos;
- o ITA recebe recursos extraorçamentários das empresas para reinvestir em pesquisas, bibliotecas, laboratórios, equipamentos e outras rubricas, além de fortalecer as relações interinstitucionais; e



Centro de Competência em Manufatura. Créditos: ITA.

- as empresas passam a contar com a sólida formação técnica de alunos e professores especializados, acessando soluções adequadas para os gargalos tecnológicos enfrentados. Além disso, a aproximação com os alunos de Engenharia abre espaço para ações de recrutamento de talentos.

As disciplinas oferecidas pelo ITA são constantemente revistas e incluem tópicos formatados em função de dificuldades enfrentadas por empresas. As necessidades empresariais influenciam também as atividades dos laboratórios instalados no *campus*, que frequentemente incorporam novos métodos, equipamentos e processos a partir das tendências identificadas na indústria. Com vistas a fomentar a inovação, produção e adaptação de tecnologias, o ITA dispõe de uma rede de laboratórios composta por 16 unidades⁴⁵, entre as quais cita-se o Centro de Competência em Manufatura (CCM), especializado em todas as etapas do ciclo de vida de produto e na realização de pesquisas voltadas para o desenvolvimento da indústria e o fomento à inovação. Empregando conceitos como desenvolvimento integrado de produto (DIP) e manufatura enxuta (*lean manufacturing*) com a finalidade de aumentar a eficiência e a qualidade, esse laboratório desenvolve, em conjunto com empresas parceiras, produtos e soluções em áreas como: i) processos de fabricação (usinagem, manufatura aditiva); ii) automação (robótica, mecatrônica, controle); iii) metrologia; iv) manufatura digital (otimização da fábrica e redução de custos); e v) análise estrutural.

⁴⁵ Informações detalhadas sobre esses laboratórios disponíveis em: <http://www.ita.br/laboratorios>. Acesso em 05/09/2019.

9.3 CENTRO DE COMPETÊNCIA EM MANUFATURA (CCM)

Subordinado à Divisão de Engenharia Mecânica do ITA⁴⁶, o Laboratório de Competência e Manufatura (LAB-CCM) é um ambiente multidisciplinar de pesquisa e ensino estruturado de acordo com o conceito de desenvolvimento integrado de produtos. Incorporando todas as etapas que compõem o ciclo de desenvolvimento de um produto (que se estendem desde a concepção do projeto até o processo de fabricação), realiza pesquisas aplicadas voltadas para a inovação na manufatura em parceria com empresas de diversos portes, empregando conceitos associados ao DIP e à *lean manufacturing*.

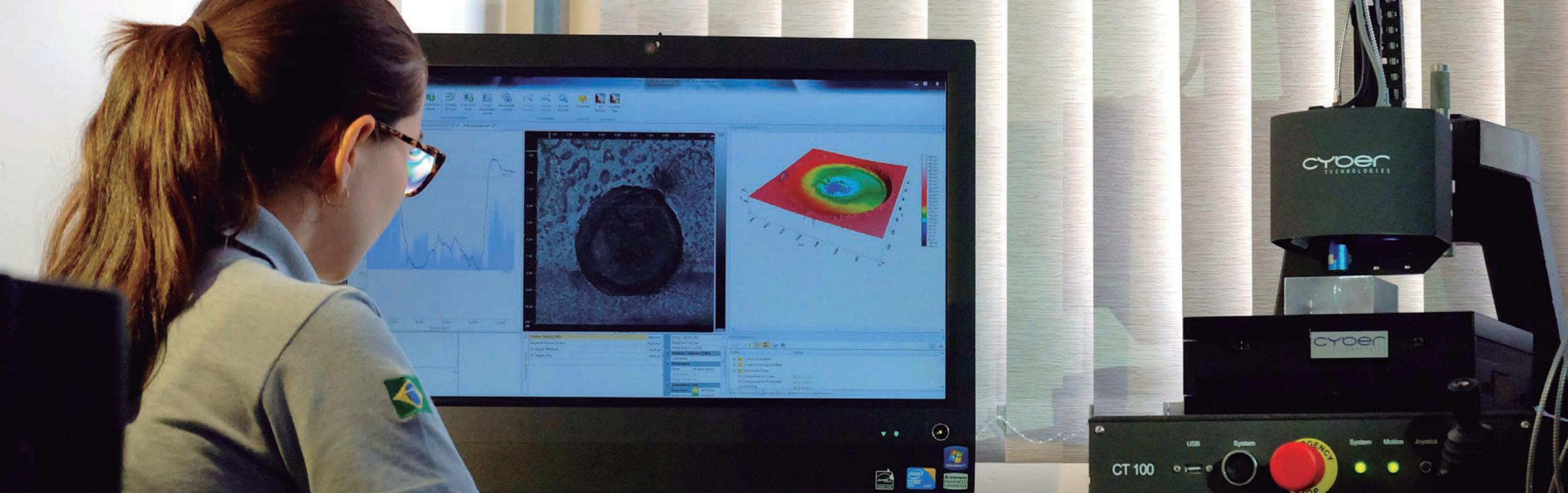
Em 1991, quando o LAB-CCM foi criado, o ITA já era uma instituição de renome, porém com reduzida atuação na área de manufatura. Na época de sua criação, o LAB-CCM atuava principalmente no ambiente digital, dos conceitos de CIM (*Computer Aided Manufacturing*), em um projeto financiado pela empresa IBM. Na década de 2000, ampliou sua atuação para processos industriais, como fresamento, torneamento e manufatura aditiva, além de atuação nos processos de automação industrial. Com isso, houve a necessidade de expansão física das instalações prediais. O prédio que abriga o laboratório foi resultado de vários projetos, principalmente com apoio da Finep.

O divisor de águas para o LAB-CCM ocorreu em 2010, com a introdução dos chamados projetos integradores, entre os quais se destaca um projeto executado em parceria com a Embraer para a automação da montagem de fuselagens. Financiado pela Finep com recursos do Fundo Setorial Aeronáutico (CT-Aeronáutico)⁴⁷ e com *funding* proveniente da própria empresa, o projeto nasceu de uma iniciativa de professores do ITA e resultou em *spin-offs* envolvendo outros setores, como bens de capital e petróleo. Como a manufatura é um conceito transversal, esses projetos são complementares entre si e sua diversificação assegura uma maior estabilidade de recursos para o laboratório e as equipes de trabalho. Adicionalmente, permitem economias de escopo derivadas do compartilhamento de máquinas que não são utilizadas o tempo todo por cada um dos projetos.

Avalia-se que o laboratório precisa de uma escala mínima de projetos, não só para garantir a continuidade de atuação, mas para assegurar sua viabilidade econômica. Em geral, projetos muito pequenos e específicos podem não ser viáveis, uma vez que a elaboração dos contratos é muito trabalhosa e seu retorno pouco significativo. Questões associadas à propriedade intelectual, por exemplo, que precisam ser devidamente esclarecidas contratualmente, são normalizadas pelo ITA atualmente, o que requer um grande esforço inicial para a definição dos parâmetros necessários. Isso é feito caso a caso, dependendo dos aportes financeiros e econômicos da empresa e eventuais parceiros.

⁴⁶ O ITA conta atualmente com seis divisões acadêmicas, constituídas por departamentos e laboratórios didáticos e de pesquisas.

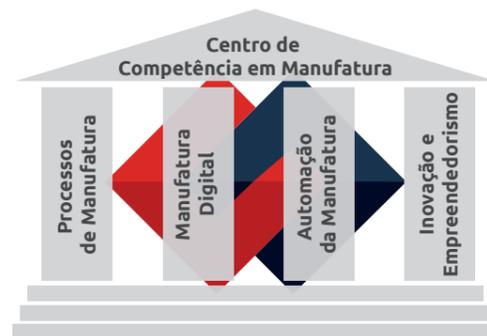
⁴⁷ Criado com o propósito de alavancar o sistema nacional de CT&I por meio da concessão de financiamento para o setor aeronáutico, o CT-Aeronáutico opera recursos vinculados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) por intermédio da Finep.



Centro de Competência em Manufatura. Créditos: ITA.

Atualmente, o LAB-CCM trabalha com processos de manufatura, manufatura digital e automação da manufatura, incorporando tecnologias modernas com o compromisso de incentivar a inovação e o empreendedorismo na indústria brasileira (Figura 4). Alinhado aos avanços da chamada Indústria 4.0 (também conhecida como manufatura avançada), projeta ferramentas utilizadas nos processos de fabricação (usinagem, manufatura aditiva); automação (robótica, mecatrônica, controle); metrologia e manufatura digital (otimização da fábrica e redução de custos), contando com parceiros como a Associação Fraunhofer, o CnPq, a Fapesp, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), a General Motor, a Akaer, entre outros.

FIGURA 4 – Atuação do LAB-CCM



Fonte: Material didático do professor Anderson Borille.

Além de ter sido fundamental para a realização de pesquisas aplicadas na área de manufatura, reforçando as tendências de maior interação entre a universidade e o mercado por meio dos projetos integrados, a implantação do LAB-CCM contribuiu para o aprimoramento dos métodos de ensino de Engenharia, que passaram a incluir, ao lado das aulas clássicas tradicionais em

formato de auditório, mais tempo dedicado a exercícios aplicados, atividades práticas associadas aos projetos integradores e aulas de conteúdo interdisciplinar envolvendo não apenas ensinamentos específicos na área de Engenharia, mas também temas vinculados a artes, história e outras disciplinas afins.

Estabelecendo acordos de cooperação e planos de trabalho conjuntos com empresas parceiras, o LAB-CCM desenvolve produtos e soluções voltados, sobretudo, para os seguintes setores industriais:

Aeronáutico

- tecnologias rápidas: materiais e desenvolvimento de processos;
- usinagem: materiais de difícil usinagem, corte de alta velocidade, manufatura auxiliada por computador (*computer aided manufacturing – CAM*); e
- automação de processos de fabricação e metrologia.

Automotivo

- tecnologias rápidas: materiais e desenvolvimento de processos; e
- manufatura digital: otimização do desenho da fábrica, simulação de processos, automação de processos, monitoramento remoto;

Além de ter sido fundamental para a realização de pesquisas aplicadas na área de manufatura, reforçando as tendências de maior interação entre a universidade e o mercado por meio dos projetos integrados, a implantação do LAB-CCM contribuiu para o aprimoramento dos métodos de ensino de Engenharia

Aço e Metalurgia

- usinagem: materiais de difícil usinagem, otimização de processos, CAM.

Energia e Meio Ambiente

- sustentabilidade em processos de manufatura;
- desenvolvimento de biodiesel: análise tribológica; e
- manufatura digital: otimização do desenho da fábrica, simulação de processos, automação de processos, monitoramento remoto.

Dispondo de equipamentos modernos, o LAB-CCM contou com recursos advindos de projetos envolvendo instituições de fomento como a Finep e empresas como a Embraer, FCA e a Petrobras, por exemplo. Estima-se que os investimentos em sua infraestrutura cheguem ao patamar de R\$ 48,5 milhões, financiados com receitas de projetos que incluem a doação, a aquisição com desconto ou a cessão em comodato de máquinas e equipamentos, além da construção de instalações. Ocupando hoje um espaço físico de 2300 m², o LAB-CCM já realizou mais de 90 projetos nos últimos dez anos, envolvendo uma grande diversidade de parceiros. Atualmente, o laboratório conta com 60 colaboradores (Figura 5).

FIGURA 5 – CCM em números (2006-2019)



Fonte: Material didático do professor Anderson Borille.

Além do FNDCT e de recursos próprios, as empresas contam com benefícios da Lei 11.196/2005, conhecida como Lei do Bem, para financiar seus projetos⁴⁸. Usualmente, as parcerias decorrem, sobretudo, de um esforço de prospecção de professores do ITA, pois a reduzida tradição da instituição na área de manufatura ainda restringe a motivação

⁴⁸ A Lei do Bem concede incentivos fiscais a pessoas jurídicas que realizam esforços de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica.

das empresas para procurá-los quando precisam de apoio para esse tipo de solução, inclusive porque seu elevado reconhecimento na área aeroespacial acaba obscurecendo competências em outras esferas do conhecimento.

Com vistas a prover um ambiente criativo para atividades práticas das disciplinas e para apoiar ações de empreendedorismo e inovação, o LAB-CCM criou, em 2014, o Laboratório Aberto ITA *Challenge OpenShop*, que funciona como uma extensão dos programas de graduação e pós-graduação da instituição por meio de disciplinas como Introdução à Engenharia, Inovação e Empreendedorismo, Desenvolvimento Integrado de Produtos (DIP) e Desenvolvimento Enxuto de Produtos (DEP). Partindo de um conceito inovador, o Laboratório Aberto disponibiliza espaços (salas de treinamento, simulação do chão de fábrica, ambientes de “cocriação” e desenvolvimento) para que alunos, professores e profissionais de empresas possam desenvolver projetos que envolvam atividades *hands-on* como parte dos requisitos previstos nos planos de aula das disciplinas e realizar reuniões, *brainstorms* e cursos de curto duração. Dispondo de equipamentos como computadores, máquinas de impressão 3D poliméricas, equipamento do corte a laser e aparelhos para a confecção de pequenos protótipos, o Laboratório Aberto ITA *Challenge OpenShop* constitui-se em um ambiente criativo e colaborativo, fomentando novas conexões e ideias. A autorização para utilização do Laboratório Aberto é simples, podendo ser obtida sem burocracia para fins acadêmicos, mas também é possível a utilização em projetos com empresas.

Laboratório Aberto. Créditos: ITA.



Para as empresas envolvidas em projetos que utilizam as estruturas laboratoriais do ITA, as vantagens decorrem da possibilidade de desenvolvimento de soluções para problemas práticos, com apoio técnico especializado e disponibilidade de infraestrutura adequada. Para os professores, por sua vez, o engajamento em projetos repercute na possibilidade de financiamento para participar de eventos científicos e, em alguns casos, em adicionais de remuneração. Para os alunos, por fim, o acesso a bolsa de pesquisa, o suporte à realização de trabalhos acadêmicos, o apoio à participação em eventos e a experiência decorrente de seu engajamento nas atividades desenvolvidas são benefícios evidentes. No caso específico dos estudantes de graduação, a maior exposição à prática da Engenharia (ver Quadros 20 e 21) e o reforço a trabalhos de iniciação científica e TCCs são características que merecem destaque.

QUADRO 20 – Desdobramentos do CCM – Novo formato para o curso de introdução à Engenharia

No passado, a disciplina Introdução à Engenharia era ministrada em um formato que não motivava a participação dos alunos, tampouco seu envolvimento em atividades práticas. A maior parte dos projetos restringia-se a uma apresentação conceitual, em formato *Power Point*, havendo pouco treinamento associado ao planejamento real das tarefas a serem empreendidas. A reformulação dessa disciplina pode ser considerada um dos importantes *spin offs* do LAB-CCM.

A partir dos projetos integradores, o envolvimento dos alunos em atividades práticas e o aprendizado de conceitos e teorias a partir de vivências cotidianas podem ser considerados desdobramentos positivos, que motivaram ajustes no conteúdo e nas metodologias de ensino. Além disso, a utilização de conhecimentos multidisciplinares, a convivência com profissionais de áreas diversas e a realização de palestras com conteúdos associados ao universo empresarial criaram oportunidades fundamentais para uma formação integral e atualizada dos alunos de Introdução à Engenharia. A criação do Laboratório Aberto, em 2014, deu novo fôlego à disciplina, respaldando maiores índices de aprovação e alguns interessantes casos de sucesso.

Em geral, pode-se afirmar que as estruturas laboratoriais repercutiram na maior participação dos alunos de graduação em Engenharia em projetos integrados, permitindo seu maior envolvimento com experiências práticas e com o *modus operandi* das empresas. A variedade dos conteúdos abordados e a previsão de entregas de resultados parciais, adicionalmente, promoveram a integração de diversos campos do conhecimento e induziram um melhor planejamento do tempo de trabalho, contribuindo para o fortalecimento da formação profissional dos futuros engenheiros.

A despeito dos diferenciais positivos relatados, não tem sido muito fácil atrair os alunos de graduação do ITA para os projetos integradores. De um lado, os elevados níveis de exigências das disciplinas oferecidas nos cursos de Engenharia da instituição reduzem a disponibilidade dos estudantes para participar desse tipo de atividade, que concorre ainda com outros projetos e iniciativas da instituição. De outro, os alunos do ITA são bastante procurados por empresas, que oferecem vagas em programas de estágios e *trainees* com grandes chances de contratação futura. Adicionalmente, o universo de alunos de graduação do ITA é pequeno (683 alunos nos seis cursos de graduação oferecidos, conforme informado na seção 7.1), o que limita ainda mais as possibilidades de ampliação do grupo. Por isso mesmo, o LAB-CCM costuma envolver alunos de graduação de outras instituições.

Além dessa questão, diversos outros desafios foram superados para a implantação e a consolidação do laboratório, contando com a liderança, a perseverança e o entusiasmo

de professores dispostos a empreender e confiantes na proposta inovadora implementada. As divergências identificadas no *timing* burocrático das instituições envolvidas, por exemplo, criam empecilhos para as parcerias, requerendo esforços suplementares de alinhamento das atividades requeridas. A dificuldade de coordenação dessas instituições é também um desafio, uma vez que não há mandatos claros definidos, nem prevalência de qualquer uma das entidades sobre as demais. Internamente, a necessidade de manter os equipamentos (centros de usinagem, robôs e *hardware* computacional) e aplicativos de *software* constantemente atualizados são pontos que requerem atenção.

9.4 CONCLUSÃO

A experiência de integração universidade-empresa relatada neste capítulo enquadra-se nas iniciativas de investimento empresarial em infraestrutura universitária, com desdobramentos na formatação de disciplinas e no estímulo ao empreendedorismo. Criado em 1991, o LAB-CCM nasceu de um projeto financiado pela IBM na área de CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) e teve expansão fomentada por profissionais empenhados e dedicados a superar os desafios diários. Desde 2010, com a introdução dos chamados projetos integradores, ampliou seu patamar de atuação, beneficiando-se de recursos de fundos governamentais e recursos empresariais alavancados, inclusive, pela concessão de incentivos fiscais.

O ambiente multidisciplinar de pesquisa e ensino estruturado de acordo com o conceito de desenvolvimento integrado incorpora todas as etapas do ciclo de um bem e comporta a realização de pesquisas aplicadas voltadas para a inovação na manufatura. Assim, os alunos de graduação e a comunidade de Engenharia em geral podem visualizar e compreender melhor o processo integral de desenvolvimento de produtos e sistemas desde sua concepção, ampliando sua percepção dos desafios envolvidos nessa trajetória. A disponibilização de um espaço aberto para a interação de estudantes, professores e profissionais de mercado (o Laboratório Aberto *ITA Challenge Open Shop*) provê um ambiente criativo para as atividades práticas das disciplinas e para estimular iniciativas de empreendedorismo e inovação.

A reconfiguração de conteúdos e metodologias de ensino de disciplinas como Introdução à Engenharia, Inovação e Empreendedorismo, Desenvolvimento Integrado de Produtos e Desenvolvimento Enxuto de Produtos contou com a contribuição de empresas parceiras, que reforçaram o viés de mercado e a importância do desenvolvimento de habilidades profissionais identificadas como relevantes. Nesse sentido, a experiência aproxima-se das novas DCNs, estimulando os alunos de graduação a vivenciarem na prática desafios do mundo empresarial, que envolvem, por exemplo, a identificação dos problemas prioritários, a definição de objetivos, o planejamento das atividades e do uso de recursos, a identificação de lideranças e o compartilhamento de responsabilidades.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme procurou-se apontar ao longo desse documento, as experiências de parceria entre instituições de ensino superior e empresas podem variar bastante em relação a propósitos, formatos, escopo e recursos envolvidos. Mas em todos os casos é importante, entre outros aspectos, ter objetivos claros, mecanismos de colaboração bem explicitados, foco em resultados e flexibilidade para adaptação a mudanças e aos interesses de cada lado. Além disso, a disponibilidade de instrumentos de apoio a projetos cooperativos também é relevante, sobretudo para estimular a estruturação de laboratórios de pesquisa conjuntos.

Aqui, o alvo foram as parcerias realizadas no âmbito dos cursos de graduação em Engenharia, tendo em vista que as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a área pressupõem maior aproximação entre alunos e ambiente de trabalho durante o período de formação, prática essa ainda pouco usual em muitas instituições de ensino e razão pela qual é necessário disseminar as experiências exitosas.

Nos casos relatados, vemos que as empresas podem se beneficiar das parcerias pelo acesso à rede de conhecimento e pesquisa multidisciplinar, por ser um canal para a disseminação de tecnologias, prospectar talentos, entre outros. Já para os alunos, as parcerias podem representar oportunidades de debater e trabalhar na solução de problemas reais, prospectar oportunidade de emprego, se preparar melhor para os desafios do mercado etc. De fato, as parcerias com empresas são uma importante fonte de informação para a definição das competências necessárias aos egressos e para a atualização dos currículos pelas instituições de ensino de Engenharia.



Em outras palavras, o fortalecimento das parcerias com empresas deve ser parte do processo de modernização dos cursos para os futuros engenheiros.

No quadro a seguir são destacados alguns aspectos relevantes em cada um dos casos descritos. Ainda que sob o risco de simplificá-los, buscou-se extrair de cada experiência os pontos que seriam recomendados observar para a implementação de ações semelhantes. A ideia é reforçar as ações que se mostraram importantes para cada instituição, tendo em vista o contexto, a estrutura e o projeto pedagógico então em vigor. A lista não menciona o apoio da alta direção, pois as IES foram instadas a compartilhar experiências já institucionalizadas, portanto, que contavam com o suporte de suas lideranças. Entretanto, é consenso entre o grupo analisado que o apoio das instâncias superiores foi e é condição indispensável para induzir a adoção de novas abordagens de ensino, que incentivem o empoderamento dos alunos e a maior integração ao contexto de atuação dos egressos. Ou seja, entende-se a relevância de ações *bottom-up*, que partam de professores e alunos, mas reconhece-se que o suporte dos tomadores de decisão das instituições, é essencial para o avanço dos trabalhos.

QUADRO 21 – Aspectos relevantes das parcerias

Tipo de parceria	Aspectos relevantes a considerar
Projetos e Atividades Especiais (PAEs) – Mauá	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilização dos professores para a necessidade de mudança pedagógica e capacitação em metodologias de aprendizagem ativa - Estímulo(s) aos professores para se dedicarem a atividades que envolvam maior participação dos alunos - Disponibilidade dos alunos para se envolverem em atividades que podem exigir maior tempo de dedicação - Adequação da infraestrutura de ensino, que se torna mais flexível e colaborativa - Revisão das formas de avaliação dos discentes, de modo a considerar um plano de desenvolvimento individual (e não o uso de critérios iguais para todos)
Projeto Final de Engenharia (PFE) – Insper	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de profissional(nais) para prospectar projetos ou problemas concretos das empresas e/ou da sociedade - Agilidade jurídica para viabilizar pedidos das empresas em relação à confidencialidade e à propriedade intelectual - Disponibilidade de projetos para os diferentes interesses dos alunos (ex.: projetos sociais, <i>startups</i>, com grandes corporações) - Estímulo(s) para os professores acompanharem o TCC - Orientação profissional extra para dilemas dos alunos para situações de projetos reais (ex.: encontros semanais, além da orientação) - Disponibilidade por parte dos alunos para se dedicarem ao desenvolvimento de soluções - Oferta de infraestrutura laboratorial para o desenvolvimento de projetos - Recursos financeiros: para o desenvolvimento de protótipos, acesso a base de dados etc - Estabelecimento de contratos à parte com alunos, cobrindo seguros de acidentes - Definição de regras claras de avaliação da aprendizagem individual e da equipe

Tipo de parceria	Aspectos relevantes a considerar
Núcleo de Empreendedorismo – Inatel	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de recursos públicos para estimular projetos cooperativos entre empresas e instituições de ciência e tecnologia - Proatividade da instituição de ensino para captar projetos externos, de modo a ter mais condições de dar suporte financeiro às ações de empreendedorismo - Disponibilidade de espaço físico para acolher projetos
Empresas Juniores – UFMG	<ul style="list-style-type: none"> - Dedicção dos alunos ao desenvolvimento de projetos - Apoio dos professores (mentoria) - Acesso à infraestrutura laboratorial da universidade - Definição de regras claras de contrato com os clientes - Interação entre alunos dos diferentes cursos, a fim de reunir as mais diversas competências - Processos de seleção para atuar nas empresas juniores abertos a alunos de todos os períodos
Investimentos Empresariais em Laboratórios – FEI	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de recursos públicos para estimular projetos cooperativos entre empresas e instituições de ciência e tecnologia - Disponibilidade de professores para trabalhar em problemas concretos das empresas - Proatividade da instituição de ensino para captar projetos externos - Disposição da instituição para ceder os direitos de patentes resultantes de projetos colaborativos, em prol da atração de investimentos em pesquisas, que levem à fronteira do conhecimento
Convênio Escola Politécnica da USP e Rockwell – USP	<ul style="list-style-type: none"> - Dedicção de alunos, professores e pesquisadores ao desenvolvimento de projetos - Disponibilidade de professores para trabalhar em problemas concretos das empresas, dentro dos prazos acordados - Definição de contratos com previsão de doação e/ou concessão de <i>softwares</i>, equipamentos e bolsas de pesquisa, por parte das empresas
Centro de Competências em Manufatura (CMM) – ITA	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de recursos públicos para estimular projetos cooperativos entre empresas e instituições de ciência e tecnologia - Disponibilidade de professores para trabalhar em problemas concretos das empresas

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA - DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor de Educação e Tecnologia

DIRETORIA DE INOVAÇÃO – DI

Gianna Sagazio

Diretora de Inovação

Gerência Executiva de Inovação

Suely Lima Pereira

Gerente-Executiva de Inovação

Suely Lima Pereira

Zil Miranda

Coordenação Técnica

Afonso de Carvalho Costa Lopes

Débora Mendes Carvalho

Rafael Mônaco Floriano

Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO - DIRCOM

Ana Maria Curado Matta

Diretora de Comunicação

Gerência de Publicidade e Propaganda

Armando Uema

Gerente de Publicidade e Propaganda

Walner de Oliveira

Produção Editorial

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração - SUPAD

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Superintendente Administrativo

Alberto Nemoto Yamaguti

Normalização

Editorar Multimídia

Revisão Gramatical

Editorar Multimídia

Projeto Gráfico e Diagramação

 .cni.com.br

 /cniBrasil

 @CNI_br

 @cniBr

 /cniweb

 /company/cni-brasil



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA