

O IMPACTO DAS DCNs DE ENGENHARIA NA CONCEPÇÃO DE CURSOS DE GRADUAÇÃO NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Moura, R. T.¹

Rebder, G. P.²

Lymberopoulos, A.³

Fernandes da Silva, E. C.⁴

Fagundes, P. L.⁵

Kubl, N. M.⁶

Higa, R.⁷

Brandão, L. O.⁸

Seckler, M. M.⁹

Kurokawa, F. A.¹⁰

Seabra, A. C.¹¹

Kawano, A.¹²

¹ Escola Politécnica da USP.

² Escola Politécnica da USP.

³ Instituto de Matemática e Estatística da USP.

⁴ Instituto de Física da USP.

⁵ Instituto de Matemática e Estatística da USP.

⁶ Instituto de Matemática e Estatística da USP.

⁷ Instituto de Física da USP.

⁸ Instituto de Matemática e Estatística da USP.

⁹ Escola Politécnica da USP.

¹⁰ Escola Politécnica da USP.

¹¹ Escola Politécnica da USP.

¹² Escola Politécnica da USP.

Introdução/Motivação

Ao mesmo tempo que é lugar-comum dizer que os dois primeiros anos do curso de engenharia e, principalmente, o primeiro, devem formar a base para os anos de estudo seguintes, poucos se atentam ao fato de que essa preparação pode não ser eficiente devido à estrutura da própria instituição de ensino superior (IES), geralmente organizada em unidades independentes. Essa independência se projeta nos conteúdos e nas abordagens das disciplinas oferecidas, resultando em um descompasso entre linguagens, notações e interpretações que, por vezes, resvalam em usar o mesmo nome para grandezas opostas, como é o caso da aceleração de Coriolis, ou pela repetição não planejada de demonstração do mesmo teorema de conservação de massa ou da Lei de Gauss em disciplinas sequenciais diferentes, como se fosse a primeira vez.

O período de dois anos apresenta uma oportunidade preciosa como ponto de convergência significativo entre unidades acadêmicas distintas da mesma IES. Em tempos nos quais a engenharia cada vez mais se beneficia da interação com as ciências básicas e aplicadas, surgem oportunidades para atuações interdisciplinares em colaboração com outros departamentos da mesma unidade ou de unidades distintas em termos de pesquisa, inclusive nas ciências da educação aplicadas à engenharia.

Trata-se de um espaço no qual podemos discutir estratégias para assegurar uma formação sólida, abrangente e interdisciplinar de nossos estudantes. O relatório do MIT (2018), referindo-se à UCL (University College London), menciona que em pesquisa se trabalha acentuadamente de maneira interdisciplinar enquanto em educação os departamentos são independentes e trabalham em silos.

Ao preparar nossos estudantes promovendo um ambiente interdisciplinar, eles estarão mais capacitados a aprender e dominar os vários conceitos das ciências da engenharia, que são a continuação natural do ciclo básico, sem sobressaltos devido às diferenças de linguagens, abordagens e pontos de vista, tendo maior adaptabilidade cultural. De fato, a grande dificuldade que um estudante, futuro engenheiro, enfrenta é o descompasso entre sua expectativa cultural e o que lhe é oferecido no ciclo básico; e, posteriormente, entre sua formação nos dois primeiros anos e sua transição para as ciências da engenharia, onde impera outra cultura.

O ponto crucial é a coexistência de culturas advindas de tradições diferentes que se diferenciaram ao longo do tempo. A questão cultural foi realçada por Charles Percy Snow (1905–1980) que foi um físico nuclear e romancista inglês. Em 1959, por ocasião de uma palestra em Cambridge, Snow postulou sua tese de que havia um

abismo separando os mundos dos cientistas e dos intelectuais das humanidades. No mesmo ano, publicaria a palestra em um artigo e a expandiria em um livro, publicado em 1959 e revisado em 1963.

Ele argumentou que no Reino Unido havia um antagonismo entre as ciências e as humanidades, havendo uma supervalorização desta última, em detrimento de uma básica formação científica. Snow explica que a palavra cultura tem dois sentidos principais. O primeiro é o de “desenvolvimento intelectual, desenvolvimento da mente”, e um segundo, usado por antropólogos para denotar um grupo de pessoas que vivem no mesmo ambiente, ligadas por hábitos comuns. A existência desses dois sentidos foi a razão para a escolha do título de seu livro, pois os cientistas, de um lado, e os literatos, de outro, realmente existem como culturas dentro da esfera de ação da antropologia. As diferenças culturais não existem somente entre as humanidades e as ditas ciências exatas, mas também entre a matemática, a física e a engenharia.

Por exemplo, Godfrey Harold Hardy (1940), grande matemático que deu contribuições à análise matemática e à teoria dos números, conhecido por ter sido mentor do matemático indiano Srinivasa Ramanujan, orgulhava-se de que sua obra não tinha aplicações práticas, assim como Euclides. Arquimedes (cuja face está no timbre do Instituto de Matemática e Estatística da USP), mesmo tendo inventado várias máquinas, considerava a atividade técnica como menor e dedicava sua ambição aos objetos cuja beleza e excelência estavam livres de qualquer preocupação com a necessidade prática.

Claramente essa abordagem é bem distinta daquela de um engenheiro que vê a matemática como um instrumento poderoso, entre outros meios, para o seu trabalho na modelagem e simulação de sistemas visando à solução de problemas advindos de necessidades sociais. Sobre o outro eixo, está a Física, cujo interesse maior é explicar o mundo por meio de teorias gerais. A diferença entre o enfoque de um curso de Mecânica Geral oferecido pela unidade de Engenharia e o de mecânica oferecido pela unidade de Física é clara quando se considera a aceleração de Coriolis.

Para um engenheiro, o enfoque é sobre o mecanismo de uma máquina, para se conhecerem as forças agentes em uma peça, visando ao seu projeto, e para um físico, trata-se de uma força de inércia observada a partir de um referencial não inercial, que explica observações feitas sobre o planeta Terra. A diferença de enfoque tem pelo menos uma consequência prática para o aprendizado dos conceitos: nessas duas disciplinas distintas, os sinais das acelerações de Coriolis são trocados.

O salto cultural entre o ciclo básico e as ciências da engenharia se faz sentir quando todo o rigor de conceitos como derivada, gradiente, integral, aceleração, força, energia, entre outros, dá lugar a outra abordagem com valorização de resultados práticos, em que tudo o que foi supostamente aprendido anteriormente deve ser evocado e aplicado. Sem preparação e sem uma articulação integrada entre os professores, essa é uma tarefa muito difícil para os estudantes desenvolverem individualmente.

Princípios básicos

Do ponto de vista do estudante, a construção de um ciclo básico de cursos oferecidos por unidades independentes forma um sistema de forças centrífugas, com pouca chance de convergência. Quando se observam ementas de cursos como Cálculo 1 e Física 1, percebe-se o porquê professores de física, e não os de cálculo, devem apresentar derivadas antes que conceitos como limites e continuidade sejam formalmente vistos em Cálculo 1. O mesmo pode ser dito sobre vetores, que é o assunto principal de Álgebra Linear, prematuramente aplicado em Física 1.

A consequência dessa falta de sincronismo é a perda do potencial que uma ideia poderia haver sobre outra e, naturalmente, o desperdício de tempo ao apresentar um conceito de forma prematura e muitas vezes em notação distinta. Uma possibilidade muitas vezes aventada é manter a unidade disciplinar deslocando-se por exemplo Física I para um semestre subsequente. Neste caso, a fragmentação continua existindo, uma vez que não há um diálogo permanente entre as disciplinas e os conceitos vistos anteriormente são explorados com intervalos de tempo exageradamente grandes, não permitindo que o próprio estudante faça a conexão imediata das abordagens e aumente sua motivação.

O primeiro princípio, portanto, é buscar um sincronismo de apresentação das ideias da matemática e da física, em que de preferência as desta última sirvam de motivação concreta para as da primeira e ambas estejam alinhadas em notação e temporalmente. Alfred North Whitehead, matemático e filósofo, conhecido por ter escrito com Bertrand Russel o monumental “Principia Mathematica”, nos oferece a ideia das “ideias inertes” dentro de um currículo. Segundo ele, deve-se ter o cuidado com o que ele chama de ‘ideias inertes’, isto é, ideias que são simplesmente recebidas pela mente sem serem utilizadas, testadas ou combinadas de novas maneiras (Whitehead, 1929).

Whitehead (1929) se coloca uma pergunta retórica. Vamos agora voltar às equações quadráticas. Ainda temos em mãos a pergunta sem resposta: Por que as crianças deveriam aprender a solucioná-las? A menos que as equações quadráticas se encaixem em um currículo conectado, é claro que não há motivo para ensinar nada sobre elas. O que preconiza Whitehead, que se interessava pela reforma do sistema educacional inglês, é relacionado, porém distinto, do que dizia Lev Vygotsky através do seu conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (Kozulin *et al.*, 2003), no qual o estudante é levado a progredir suavemente, estimulado por novas situações, sempre se baseando em conhecimentos previamente bem estabelecidos dentro de um contexto sociocultural.

O segundo princípio é que tudo, dentro da ementa, deve ter aplicação quase imediata, de preferência, uma aplicação cruzada entre uma ideia da matemática e outra da física. Se não houver aplicação em vista, provavelmente o tópico não faz parte do núcleo vital da disciplina. Por exemplo, a introdução de derivadas e integrais é justificada pela aplicação em mecânica, transformada de Laplace em circuitos elétricos e em equações da dinâmica e controle mecânico.

A teoria dos números também tem aplicações na Engenharia, porém em nichos tecnológicos e, portanto, sua apresentação poderia ser adiada a cursos de pós-graduação, não entrando no núcleo do Ciclo Básico. Por outro lado, a análise complexa, que frequentemente é deixada de lado, tem grandes aplicações imediatas nas ciências da Engenharia, como em mecânica dos fluidos, circuitos elétricos, teoria de controle e em transformadas de Laplace e de Fourier, que têm aplicações múltiplas em outros tópicos da Engenharia. Portanto, esse princípio pode ser usado para identificar-se temas a serem incluídos ou excluídos do elenco de cursos do Ciclo Básico.

1. Princípios institucionais da reestruturação curricular

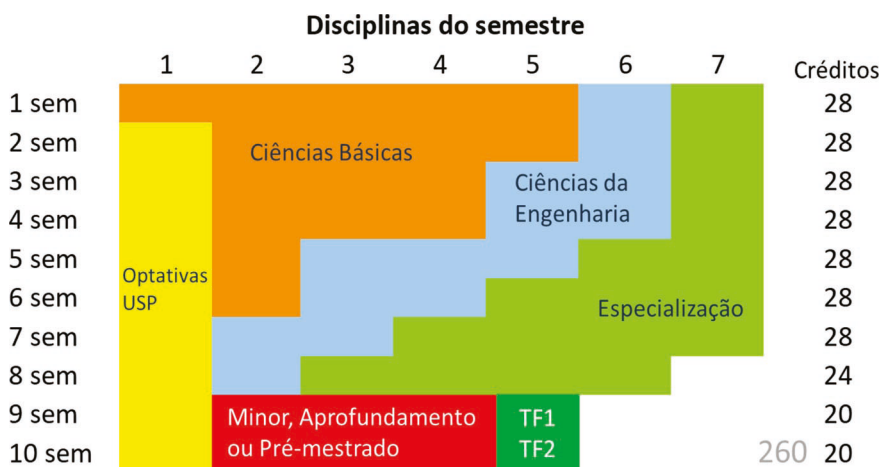
A partir do primeiro e do segundo princípios postulados anteriormente, a Escola Politécnica (Poli-USP), o Instituto de Matemática e Estatística (IME-USP) e o Instituto de Física (IF-USP) da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveram novas estruturas curriculares para o primeiro e segundo anos de Engenharia dentro da transformação proposta pelas atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Engenharia (DCNs) estabelecidas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) em 2019 (Ministério da Educação, 2019).

A Poli-USP oferece 17 cursos de engenharia e admite 870 novos ingressantes por ano. O curso de engenharia é realizado em período integral e planejado para

ter uma duração de cinco anos. Quinze cursos são no modelo semestral tradicional, com disciplinas semestrais. Dois cursos seguem o mesmo modelo semestral até o 2º ano e a partir do 3º ano seguem um modelo quadrimestral/cooperativo, no qual os estudantes têm atividades 12 meses por ano em blocos quadrimestrais intercalados: um quadrimestre acadêmico, seguido de um quadrimestre apenas de estágio integrado ao curso, depois novamente um quadrimestre acadêmico e assim por diante até o final do curso. O modelo quadrimestral é chamado cooperativo porque o quadrimestre de estágio é definido com a cooperação de empresas.

A Figura 1, nas áreas “Ciências Básicas” ilustra o conceito de núcleo comum, o conceito de disciplinas das “Ciências da engenharia” e de disciplinas específicas de determinada área da Engenharia, consideradas como “Especialização”.

Figura 1 - Estrutura conceitual dos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP a partir de 2014



Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os cursos, independentemente se semestrais ou quadrimestrais, seguem praticamente a mesma estrutura nos dois primeiros anos, o que permite, em havendo vagas, uma mobilidade dos estudantes entre os cursos. Esse modelo teve sua última atualização em 2014 e possui um núcleo comum a todos os cursos que é composto das disciplinas das ciências exatas (4 cálculos, 2 álgebras lineares, 1 programação, 1 cálculo numérico e 4 físicas, estas últimas com seus laboratórios).

No 5º ano os estudantes podem optar por seguir no curso que ingressaram ou fazer um módulo de último ano em outra área da engenharia, ou ainda fazer um módulo que também dá créditos para o mestrado, chamado de pré-mestrado, destacados como “Minor, Aprofundamento ou pré-mestrado”.

A combinação entre disciplinas das ciências exatas e ciências da engenharia ocorre desde o primeiro semestre de curso com o objetivo de possibilitar aos estudantes um contato com sua área de interesse desde o início de seu curso.

Todos os cursos são considerados de carga horária elevada (em torno de 28 créditos-aula por semestre nos 3 primeiros anos, 24 créditos-aula no 4º ano e 20 créditos-aula no último ano) e focam apenas em conteúdos, na maioria desconexos e/ou não alinhados temporalmente. No início do curso, essa elevada carga horária conteudista é composta por cerca de 8 disciplinas por semestre (de 4 ou 2 créditos-aula). Para efeito comparativo, renomados cursos de engenharia no exterior têm em geral 20 créditos-aula e 4 disciplinas por semestre, pois consideram explicitamente a dedicação total esperada do estudante (*workload*), e não apenas a presença em sala de aula.

As estimativas realizadas na Poli-USP têm indicado que os cursos demandam entre 70 e 90 horas semanais de dedicação total. Outros cursos de engenharia no Brasil, como os cursos oferecidos no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), indicam uma dedicação total do estudante de 52 horas por semana, sendo 19 horas em sala de aula (ITA, 2025). Os cursos da Poli-USP são presenciais e realizados na cidade de São Paulo, onde uma grande parte dos estudantes necessita de 2 horas para deslocar-se de casa até a IES, fato que deve ser considerado no planejamento da estrutura curricular.

As atuais DCNs de Engenharia, promulgadas em 2019, enfatizam a educação por competências integradas aos conteúdos. Elas também passaram a destacar a aprendizagem ativa em detrimento da aprendizagem passiva. Trata-se de uma mudança conceitual de grande impacto no desenho dos cursos de engenharia. A Poli-USP iniciou sua jornada nessa nova proposta participando do Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação em Engenharia (PMG), onde seu curso de Engenharia Química participa desse programa.

Desde então a Poli-USP vem desenvolvendo seus Planos Pedagógicos de Curso com base nessas diretrizes e ensinamentos. Como mostrado na Figura 2, iniciou-se definindo o perfil do egresso e as competências gerais e específicas a serem desenvolvidas para cada curso, a fim de alcançar o perfil desejado para os egressos (Gianesi, 2020).

Figura 2 - A graduação por competências nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP (2024-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores.

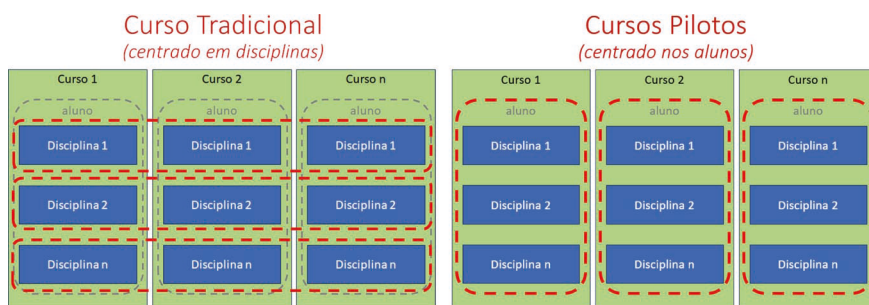
Em seguida, identificaram-se as habilidades que seriam avaliadas/mensuradas como indicativo do desenvolvimento das competências estabelecidas, e como elas seriam concatenadas através das unidades curriculares de cada curso. Estabeleceram-se então os objetivos de aprendizagem de cada unidade curricular e os conteúdos necessários para se atingir os níveis desejados de desenvolvimento de competências e habilidades em cada uma delas, uma vez que determinada competência é desenvolvida ao longo do curso e não em uma unidade curricular apenas. Também foram selecionadas metodologias pedagógicas e formas de avaliação a serem utilizadas em cada atividade (Talbert, 2019).

Em específico, a transformação nos dois primeiros anos partiu da substituição de disciplinas por Unidades Curriculares (UC) e da redução de UCs simultâneas. Em especial, as disciplinas tradicionais de Física, Álgebra Linear e Cálculo foram fundidas em uma única UC de “Fundamentos Científicos para Modelagem em Engenharia” (UCF), com número equivalente de créditos ao tradicional e sendo ministrada por meio de uma parceria de docentes do IME-USP, do IF-USP e da Poli-USP, ou seja, a Poli-USP também participando da equipe, fato novo dentro da realidade dessa instituição.

Nesse sentido, foi dada autonomia a cada UCF de curso/turma para que seguisse no ritmo adequado aos seus estudantes, a partir de uma avaliação diagnóstica ini-

cial, mas tendo como base uma ementa única para todas as UCFs nas quais pode-se tratar com maior ou menor profundidade cada tópico. Assim garante-se a equivalência acadêmica entre UCFs de diferentes cursos (e a mobilidade estudantil entre cursos) ao mesmo tempo que assegura a personalização para cada turma/curso.

Figura 3 - Curso centrado em disciplinas: o diálogo ocorre entre docentes das diferentes turmas de uma mesma disciplina, não importando as características dos cursos e o perfil dos estudantes envolvidos. Curso centrado no estudante: o diálogo ocorre entre disciplinas distintas de um mesmo curso e com a mesma turma de estudantes



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para garantir a amarração institucional da UCF, estabeleceu-se como premissa que, havendo provas somativas, estas são integradoras, evitando-se provas somativas separadas para cálculo, álgebra linear e física, o que torna essencial o diálogo entre os docentes da UCF. Cada UCF pode aplicar essas provas no momento adequado de sua turma, não ficando subordinada a uma data específica estabelecida por todos os docentes de uma determinada disciplina. Assim, as provas somativas passam a ser aplicadas no momento adequado para cada turma. A Figura 3 ilustra a diferença entre o modelo convencional (tradicional - centrado em disciplinas) e o modelo competências – centrado no aluno e no curso.

Como no modelo de curso centrado em disciplinas o diálogo ocorre entre docentes das diversas turmas de uma mesma disciplina, com provas iguais e aplicadas ao mesmo tempo para todos os grupos de estudantes, não se identificam as peculiaridades de cada turma. Nesse modelo, há um afastamento entre os docentes de diferentes disciplinas, o que compromete significativamente a coerência dos conteúdos

abordados entre elas. Além disso, também ocorre um distanciamento entre os estudantes, e destes com os docentes.

No curso centrado no estudante, o diálogo ocorre entre disciplinas distintas oferecidas para um mesmo curso/estudantes, adequando-se às peculiaridades de cada turma. As avaliações são integradas e realizadas por turma, considerando o ritmo de cada turma e o entrelaçamento entre as UCs de cada grupo de estudantes. O curso centrado no estudante promove o diálogo entre docentes de uma mesma turma, destes com os estudantes da turma e dos próprios estudantes entre si.

A maioria dos cursos da Poli-USP iniciou este processo em 2025, mas o presente trabalho apresenta os resultados preliminares obtidos com dois cursos que optaram por realizar essa mudança ainda durante sua gestação, o curso piloto de Engenharia Elétrica (Piloto 1), oferecido para 30 ingressantes dos 170 ingressantes de Engenharia Elétrica de 2024, e o curso de Engenharia Mecatrônica (Piloto 2), oferecido para todos os 61 ingressantes desse curso em 2024. Ressalte-se que, ainda em 2024, o curso de Engenharia Química também iniciou sua transformação.

Além de deslocar o modelo de “curso centrado em disciplinas” para um modelo de “curso centrado no estudante”, esses dois percursos formativos empregam metodologias de aprendizagem ativa, saindo do modelo de “aula centrada no professor” para a aula “centrada no estudante”. Os dois cursos pilotos de 2024 seguem modelos transformadores e distintos entre si, que serão descritos a seguir.

2. Novas estruturas curriculares

A participação do curso de Engenharia Química no Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação em Engenharia - PMG (Capes, 2019) pode ser considerada o primeiro grande marco na reestruturação de cursos de graduação da Poli-USP visando adequar-se às DCNs atuais. Mais do que estabelecer uma prescrição para construção de cursos, essa participação permitiu ampliar os horizontes e entrar em contato com outras sete iniciativas de reformulação de cursos de engenharia no Brasil, além de possibilitar um contato muito forte com instituições estadunidenses de renome.

A partir desses ensinamentos, a Poli-USP passou a se organizar de forma institucional para planejar as novas estruturas curriculares e neste tópico são apresentados dois cursos que já em 2024 implementaram suas concepções. Também será exibida a estratégia adotada para implementação de uma reformulação em um número maior de cursos em 2025.

2.1 O Piloto 2024 da Engenharia Elétrica

O curso de Engenharia Elétrica possui uma turma ingressante de 170 estudantes, e manteve em 2024 o curso tradicional para 140 estudantes (com 8 disciplinas) e ofereceu o PEC - Percurso Elétrica Competências (Piloto 01) para 30 estudantes. Essa reestruturação contou com financiamento da Pró-reitoria de Graduação da USP através do edital “Novos Currículos para um Novo Tempo” (2000-2001).

Como mostra a Tabela 1, o perfil de ingressantes no Piloto 01 e no curso tradicional seguiu um padrão similar, o que permitirá uma comparação de desempenho acadêmico no 4º ano, uma vez que essas turmas vão se mesclar.

Tabela 1 - Perfil dos ingressantes do Piloto 01 e da Engenharia Elétrica

	Percurso (30)	Elétrica toda (170)
Ampla concorrência	12 (40%)	75 (44%)
Escola Pública	13 (43%)	71 (42%)
Provão Paulista	5 (17%)	23 (14%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

No Piloto 01 definiram-se seis competências a serem desenvolvidas:

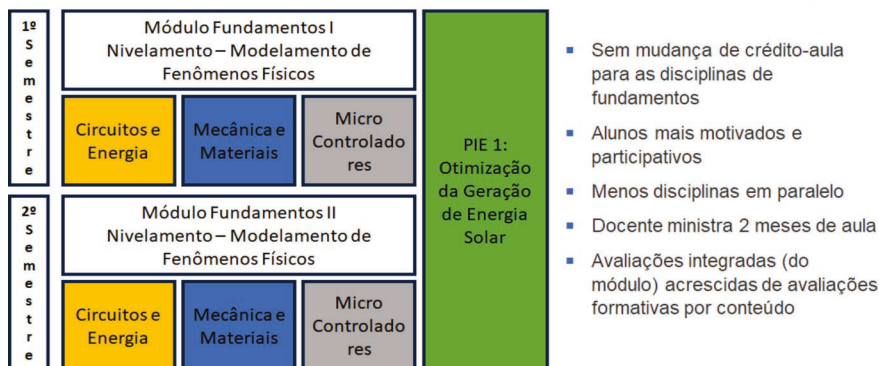
- CT 1.1 Modelar e simular fenômenos
- CT 1.2 Conceber soluções inovadoras em Engenharia Elétrica
- CT 1.3 Desenvolver projetos de engenharia
- CSE 2.1 Aprender de forma autossuficiente e contínua
- CSE 2.2 Trabalhar em equipes multidisciplinares e multiprofissionais
- CSE 2.3 Comunicar de forma eficaz e eficiente

No modelo proposto, um estudante ingressante padrão deve dedicar um esforço total semanal de 40 horas, envolvendo aulas, trabalhos e estudos. Nos dois primeiros meses há apenas duas UCs, uma chamada de Módulo de Fundamentos Científicos que engloba conceitos de Cálculo, Física, Álgebra Linear, Computação e Métodos Numéricos, e outra denominada Projeto Integrador Extensionista (PIE), como mostrado na Figura 4. Após dois meses eles passam a ter três disciplinas em paralelo, Circuitos e Energia, Mecânica e Materiais e Microcontroladores. Assim, os estudantes

têm apenas três UCs e o PIE em paralelo, contra oito disciplinas do percurso tradicional, mantendo o equivalente a 28 créditos-aula por semestre (23 créditos-aula e cinco créditos trabalho).

Figura 4 - 1º ano do Piloto 01 (Elétrica) implementado em 2024

Estrutura Curricular (Elétrica – 1º ano)



Fonte: Elaborado pelos autores.

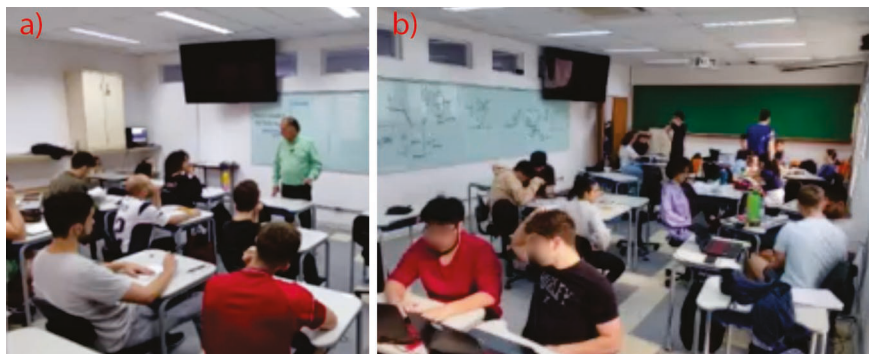
Neste modelo, as disciplinas fundamentais de ciências exatas não sofrem redução de carga horária de aulas, mas passam por uma integração, com alinhamento temporal e ajuste de conteúdo, permitindo a aplicação de metodologias ativas em sala de aula. Com isso, são menos disciplinas em paralelo, o que potencializa melhores resultados de aprendizagem, especialmente por empregar aulas que intercalam aprendizagem ativa e momentos expositivos, como ilustra a Figura 5.

As UCs de fundamentos têm avaliação somativa integrada e avaliações formativas focadas em conteúdos específicos indicados por cada docente e de comum acordo entre todos os docentes envolvidos.

Os projetos integradores extensionistas foram definidos associando-se as UCs que os estudantes estão acompanhando com uma aplicação de engenharia voltada à sociedade. Foram escolhidos os seguintes projetos integradores para os três anos do PEC:

- Otimização da geração de energia solar fotovoltaica (1º ano);
- Sistema de alerta de desastres naturais;
- Prevenção e monitoramento de epidemias;
- Sociedade conectada eficiente.

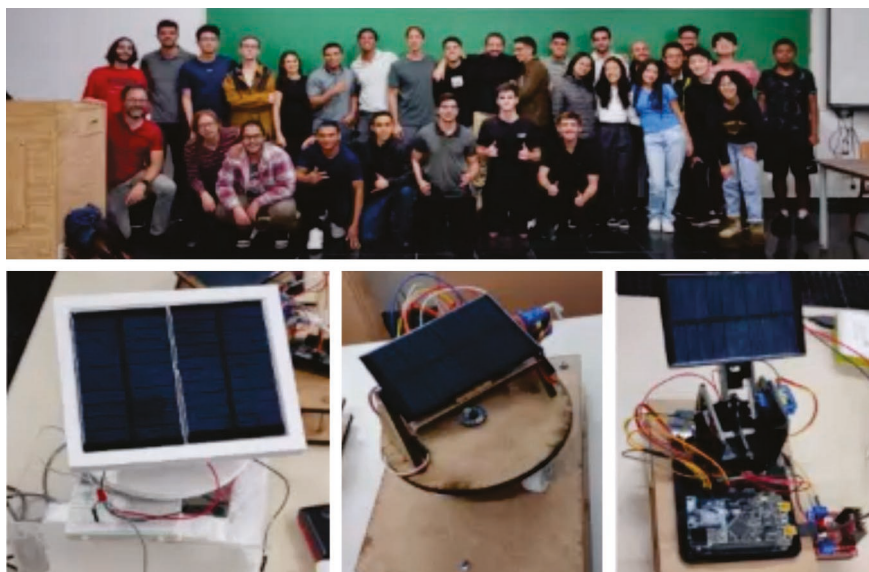
Figura 5 - Aula do Módulo de Fundamentos II em duas ocasiões distintas:
a) momento expositivo; b) momento ativo



Fonte: Acervo dos autores.

A Figura 6 apresenta alguns dos projetos conceituais de geração de energia solar fotovoltaica desenvolvidos ao longo do 1º semestre.

Figura 6 - Primeira turma do Piloto Elétrica (2024) durante apresentação dos projetos de “Otimização da Geração de Energia Solar” no primeiro semestre de curso



Fonte: Acervo dos autores.

Embora o Piloto 01 (Elétrica) tenha mantido 28 créditos-aula por semestre, eles estão dimensionados para uma dedicação acadêmica total máxima de 40 horas por semana (*workload*). Adicionalmente, fez-se uma readequação de horários diários de entrada nas unidades curriculares, que se iniciam às 8h e não mais às 7h30 como tradicionalmente ocorria, uma vez que na cidade de São Paulo o deslocamento médio casa-universidade é de duas horas, que não deve ser comparado com Ensino Básico ou mesmo Ensino Médio, no qual geralmente há a disponibilidade de escolas no entorno da residência familiar do estudante. O objetivo neste caso é permitir que os estudantes tenham oportunidade de descanso, o que melhora o aprendizado (Yeo *et al.*, 2023).

A construção desse novo desenho curricular foi feita de forma colaborativa com a participação de mais de 20 docentes das três unidades curriculares envolvidas, especialistas externos e representantes discentes.

2.2 O Piloto 2024 da Engenharia Mecatrônica

O Piloto 02 (Engenharia Mecatrônica), envolve os 61 ingressantes desse curso de 2024, e realiza no primeiro ano uma integração dos conceitos de física, cálculo e álgebra linear em uma única UCF, chamada Fundamentos e Modelagem em Engenharia, alinhando e otimizando os conteúdos e carga horária total. No primeiro semestre existem outras cinco disciplinas em paralelo. Apesar de estas manterem em grande parte o formato tradicional, ocorreram mudanças como trabalhos que envolviam e contribuíram com a nota em mais de uma disciplina simultaneamente: os desenhos de fabricação do projeto final de Introdução à Engenharia Mecatrônica contaram com a orientação da disciplina de Representação Gráfica. Além disso, a disciplina Introdução à Engenharia Mecatrônica está no formato de competências desde 2019, trabalhando inclusive aspectos éticos da engenharia. A Estrutura Curricular está detalhada na Figura 7.

Adicionalmente, na UCF, não houve redução de carga horária para desenvolvimento dos conceitos e sim integração, alinhamento temporal e ajuste de conteúdo, o que resultou na proposta de conteúdo da Figura 8 para o 1º semestre. Esse ajuste focou na melhor evolução de conhecimentos para o aluno, gerando uma rotação contínua dos professores de diversas disciplinas. O efeito foi a eliminação de uma sobreposição tradicional do curso de Engenharia, no qual o aluno aprende derivadas em Física, pois ainda está estudando limites em Cálculo. Apenas esta revisão proporcionou mais de um mês de aula, que foi utilizada com exercícios e foco em aprendizagem ativa. Outra mudança na UC foi a inserção de física estática, sendo uma aplicação física imediata de Álgebra Linear. O mesmo foi feito para os semestres 2 e 3 subsequentes.

Figura 7 - 1º ano do Piloto 02 (Mecatrônica) implementado em 2024

Estrutura Curricular (Mecatrônica 1º ano)

1º S e m e s t r e	Fundamentos e Modelagem em Engenharia I (14)	Introdução à Engenharia Mecatrônica (4)	Introdução à Computação (4)	Química Aplicada (2)	Fundamentos de Ciências dos Materiais (2)	Representação Gráfica (3)
2º S e m e s t r e	Fundamentos e Modelagem em Engenharia II (12)	Introdução à Economia e Administração (4)	Mecânica (6)	Manufatura Mecânica I (4)	Embarcados (3)	

Fonte: Elaborado pelos autores.

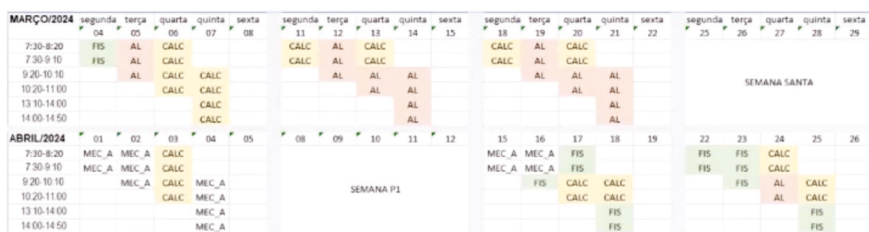
Figura 8 - Sequência de temas para o 1º semestre integrando conceitos de Cálculo (laranja), Física (azul) e Álgebra Linear (verde) na UCF do Piloto 02 (Mecatrônica)

1º Módulo 13CA	MAT2453 6CA	4323101 3CA	MAT2457 4CA	Estática	
Introdução de Física -> Newton, Forças, Movimento -> Integração Física-Matemática					
Limites e Derivadas					
Pré-fundamentos Álgebra Linear (matrizes e determinantes) -> saiu do ensino médio					Matemática 0, Matemática 1 e Estática
Continuidade e Diferenciabilidade -> regras de derivação					
Produto escalar e produto vetorial na base canônica					
Força, Momento e Equilíbrio					
Classificação de Sistemas Estáticos -> redução de sistemas de forças e momentos					
Teorema do Valor Médio, L'Hospital, concavidade e função composta					
Cinemática uni-dimensional e bi-dimensional					Cinemática e Dinâmica do ponto
Otimização					
Dinâmica, energia e leis de conservação					
Integração					
Espaços vetoriais, bases e mudança de base					Cinemática e Dinâmica do corpo rígido
Técnicas de Integração					
Movimento do corpo rígido					
Retas, planos e posições relativas					
Momento mínimo, eixo central					Geometria Analítica
Cálculo de áreas e volumes simples por integração simples					
Distâncias					

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os conceitos integrados foram distribuídos ao longo da semana, ocupando todas as manhãs de segunda a quarta e metade da tarde de quarta de todas as semanas letivas. Na Figura 9 pode-se observar a evolução da UCF ao longo de março e abril de 2024, em que se focou essencialmente em conceitos de matemática no primeiro mês e introduziram-se os conceitos de física ao final do segundo mês.

Figura 9 - Desenvolvimento dos temas no 1º semestre integrando Cálculo, Física e Álgebra Linear na UCF do Piloto 02 (Mecatrônica) distribuídos ao longo dos dois primeiros meses de aulas (março e abril de 2024). A UCF dura quatro meses



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tanto no Piloto 01 como no Piloto 02, não foram aceitos alunos ingressantes de outros anos. No caso do Piloto 02, a avaliação global de desempenho foi composta por avaliações formativas (60% da avaliação final) e por avaliações somativas (40% da nota final).

A construção do novo desenho do curricular do Piloto 02 também foi feito de forma colaborativa entre docentes do IME-USP, IF-USP e Poli-USP.

Nova estrutura curricular da Poli/USP (2025)

A partir das experiências dos dois pilotos de 2024, dos ensinamentos do Programa PMG e, considerando as recomendações das atuais DCNs de engenharia, a Poli-USP criou, a partir de 2022, seis grupos de trabalho, que envolveram mais de 100 pessoas entre docentes e alunos, voltados aos seguintes temas:

a) Desenho da macroestrutura curricular e trilhas com descrição de competências: definição perfil egresso; competências gerais; divisão das competências em habilidades; detalhamento das habilidades.

b) Elaboração do PPC de acordo com as atuais DCNs: documento orientativo para elaboração do projeto pedagógico, contendo roteiro simplificado, estrutura sugerida e exigências que o projeto pedagógico deve atender.

c) Metodologias, Estratégias e Infraestrutura: documento de referência descrevendo Taxonomia de Bloom, Taxonomia de Fink, ciclo de aprendizagem de Kolb, e metodologias de ensino.

e) Avaliação de Atividades: documento contendo as diferentes avaliações (diagnóstica, formativa e somativa) e quando utilizá-las; definição dos requisitos para a avaliação; instrumentos como rubricas para avaliação dos alunos, outras formas de avaliação e ferramentas.

d) Acolhimento e tutoria: Estabelecimento de fluxograma considerando as iniciativas USP como a criação da Pró-Reitoria de Inclusão e Pertencimento e respectiva Comissão de Inclusão e Pertencimento na unidade.

f) Perfil e capacitação docentes.

Na perspectiva ampla pode-se considerar que essa alteração curricular é mais que uma reestruturação, trata-se de uma transformação. Por essa razão, optou-se por atuar por adesão voluntária dos cursos e não por imposição. Com isso, oito dos 11 cursos de ingresso (os cursos de engenharia elétrica e metalúrgica, materiais, nuclear fazem opção ao final do 3º e 2º anos, respectivamente) optaram pelo novo modelo e três cursos (mecânica, ambiental e elétrica) optaram por aguardar mais um ano.

As negociações para essa transformação curricular, envolvendo os cursos correspondendo a 600 dos 870 ingressantes, exigiu um grande número de reuniões, com a participação de coordenações de curso e coordenações de disciplinas do IME-USP, IF-USP e EP-USP desde 2022. Ao final, optou-se por um modelo que se baseia nas experiências dos pilotos e que vai ser implementado por etapas. Assim, para 2025 optou-se por focar a implementação na UC de Fundamentos Científicos para Engenharia, como apresentado na Figura 10, sem propor de forma sistemática fusões de conteúdos para outras disciplinas, embora alguns cursos o tenham feito.

Observa-se na Figura 10 que a UC de Fundamentos deixou de ser semestral para ser anual e é chamada pelo nome de Pilar 23, pois corresponde a 23 créditos aula do curso (cerca de 40% dos créditos do 1º ano). Essa estratégia de tornar a UCF anual visa permitir que os estudantes tenham mais tempo para se ajustar à realidade do ensino universitário. Durante o processo de definição da UCF várias opções foram consideradas.

Figura 10 - (a) Primeiro ano dos cursos de graduação da EP-USP para o novo modelo de estrutura curricular com exemplos de distribuição semanal de aulas/atividades: (b) para um curso com UCF de manhã (c) para um curso com UCF de tarde

(a)	1ª sem	Computação	2000101-Fundamentos e Modelagem em Engenharia (Pilar 23)			Rep. Gráfica	CE	CE	Esp
	2ª sem	Opt Livre				Mecânica A	CE	Esp	ESP

(b) Civil A 68 (1 a 68)					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
07:30 - 08:20					
08:20 - 09:10		2000101		2000101	2000101
09:20 - 10:10	2000101	T01	2000101	2000101	T01
10:10 - 11:00	T01	MAC2166	T01	T01	MAC2166
11:10 - 12:00		T04			T04
12:00 - 12:50					
13:10 - 14:00					
14:00 - 14:50	PCC3100				
15:00 - 15:50	T1 e T2 (34)				
15:50 - 16:40		0313101	PMT3130	PT3111	
16:50 - 17:40					

(c) Computação 73					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
07:30 - 08:20					
08:20 - 09:10		PCC3100			
09:20 - 10:10		T10 e T11 (38/38)	PMT3131		
10:10 - 11:00	PMT3100		TV(920-1100)		
11:10 - 12:00			PV(920-1200)		PCS3100
12:00 - 12:50					
13:10 - 14:00		2000101		2000101	
14:00 - 14:50		T07		T07	
15:00 - 15:50	2000101	MAC2166	2000101	MAC2166	2000101
15:50 - 16:40	T07	T01	T07	T01	T07
16:50 - 17:40					

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em primeiro lugar, a opção por fazer essa UCF anual considera questões mais amplas do que a própria questão acadêmica. Um estudante ingressante deve muitas vezes fazer um deslocamento de local que implica toda a sua vida, como mudar de bairro, de cidade ou de estado. Essa mudança resulta em estar distante de sua família e, portanto, o seu convívio mais importante não vai estar presente no dia a dia. Adicionalmente, ele deve realizar novos relacionamentos, estabelecendo uma nova comunidade própria, o que também não é nada simples. Nessa comunidade, em particular, ele deixa de considerar valores com os quais está habituado e deve mesclar-se com outras perspectivas.

Estudantes oriundos de escolas de elite ou de escolas de comunidade devem agora compartilhar o ambiente com grupos de diversas origens. Assim o tempo de um semestre, em verdade, quatro meses, para conceber essas novas atitudes e ao mesmo tempo desempenhar academicamente em um ambiente extremamente rigoroso torna-se um feito monumental. Em razão disso, optou-se por realizar o Pilar anual, dando oportunidade ao estudante de organizar a sua vida não pensando apenas no ambiente acadêmico.

Mesmo dentro do ambiente acadêmico, a percepção de sucesso ou insucesso não ocorre de maneira contínua. Numa estrutura tradicional, normalmente o estudante percebe que seu desempenho não está adequado após uma “primeira prova”, ou seja, cerca de um mês e meio ou dois após o início da jornada acadêmica. E, em classes com muitos alunos, o docente só nota que um aluno não teve um desempe-

nho adequado ao final do semestre. Assim, um sentimento de frustração toma conta do estudante e, muitas vezes, do docente, mas em um momento que a jornada já é sem volta.

Ao alongar a UCF para um ano, abrem-se diversas perspectivas. Em primeiro lugar, o sentimento de frustração ou de derrota deixa de ser posto ao final do 1º semestre, pois o estudante está apenas ao meio da jornada. Ele pode se reorganizar e contar com o apoio de outras pessoas (e se bem estruturado, da própria instituição).

Assim, o prazo para se reorganizar academicamente torna-se mais amplo. De fato, quanto maior o prazo para se reorganizar, enquanto indivíduo, dentro de um novo contexto social, maior será a possibilidade de se desempenhar academicamente.

Outra questão muito discutida dentro do ambiente de engenharias USP, e possivelmente válida para outras universidades – públicas ou privadas, é o sentimento de que o estudante não atingiu o nível de aprendizado necessário para se apropriar adequadamente dos conceitos explorados, em maior profundidade, em momentos posteriores do curso. Assim, dentro da nova estrutura curricular, a não fragmentação de conhecimentos de Física e Matemática propicia que o estudante tenha uma compreensão do todo, e por conseguinte, um aprendizado mais significativo.

Como consequência, o sucesso na UCF de 1º ano passou a ser considerada essencial na progressão para UCs ou disciplinas posteriores que a tenham como essencial. Isso não impede o estudante de progredir no curso em UCs ou disciplinas que a tenham como pré-requisito, mas deixa uma mensagem clara (mesmo em termos de créditos, 23 ao todo) da importância dessa UCF de 1º ano.

3. Primeiros resultados

Os resultados a serem apresentados aqui são iniciais, carecem ainda de um rigor científico consistente, algo que apenas iniciou sua formalização em 2025. Neste capítulo serão abordadas apenas observações referentes aos dois projetos Piloto referentes ao ano de 2024.

No caso do Piloto 01 (Eng. Elétrica) observou-se um maior engajamento da turma. Alguns docentes relataram explicitamente que ela estava mais presente, participando mais das aulas e, o que é mais importante, auxiliando uns aos outros ante as dificuldades. Em contraste, uma análise inicial mostrou que a turma Elétrica tradicional apresentava uma menor interação entre os estudantes.

Também o acesso aos docentes se mostrou mais eficiente. Caso exemplar foi a abordagem de um estudante ao docente de matemática, logo na primeira semana de

aula, dizendo que não estava conseguindo acompanhar o andamento dos temas. Esse mesmo aluno relatou que, durante o primeiro semestre, observou uma melhora progressiva, mas na sua própria fala “uma melhora linear”.

Durante o período intermediário de recesso escolar (julho), foram propostas duas semanas de atividades para estudantes que sentiam que não estavam assimilando os conceitos. Durante esse período, o mesmo estudante relatou que sentiu “uma melhora exponencial”. Já durante o segundo semestre, sentiu-se seguro para se aprofundar nos estudos sem maiores dificuldades.

No caso do Piloto 02 (Engenharia mecatrônica), observou-se que a turma se manteve também muito coesa e presente nas aulas ao longo de todo o semestre. Em particular, alguns depoimentos de estudantes foram bastante assertivos no sentido de pertencimento, como “sinto que faço parte do curso de mecatrônica, diferente de colegas de outros cursos que se sentem fazendo parte do biênio”.

Em ambos os Pilotos, a dinâmica das UCFs fez com que os estudantes estivessem mais presentes até o final do semestre, o que contrasta com a observação de docentes dos cursos tradicionais.

3.1 Indicadores quantitativos

Alguns primeiros indicadores quantitativos podem ser apresentados a partir das experiências do Piloto 01 (Eng. Elétrica) e do Piloto 02 (Eng. Mecatrônica).

No caso do Piloto 01, houve 30 ingressantes e ao final do ano foram promovidos 19 estudantes para o 2º ano. Dos alunos que não progrediram, 4 podem ser considerados evadidos, 3 estão repetindo o primeiro ano e 4 estão fazendo outros cursos de engenharia (3 na EP-USP e 1 em Portugal). No caso da elétrica tradicional, dos 140 ingressantes, 16 evadiram ou trancaram e cerca de 25% dos restantes não foram aprovados nas disciplinas equivalentes ao módulo de fundamentos (física, álgebra linear, cálculo) do primeiro semestre.

No caso do Piloto Mecatrônica, na turma de 61 estudantes ingressantes, ao final do primeiro semestre foram promovidos 49 estudantes para o 2º semestre. Destes 49, 45 foram promovidos para o 2º ano. Dos alunos que não progrediram, 2 podem ser considerados evadidos e 14 estão repetindo o primeiro ano. No caso de um curso tradicional similar (mecânica), dos 70 ingressantes, 1 trancou e cerca de 27% não foram aprovados nas disciplinas equivalentes ao módulo de fundamentos (física, álgebra linear, cálculo) do primeiro semestre.

3.2 Indicadores qualitativos

Transformações curriculares, como todo processo, devem ser avaliadas quanto aos seus resultados, e mesmo sendo a etapa mais importante, muitas vezes não é realizada a contento.

Ciente disso, dentro do escopo dessas transformações curriculares, delineou-se um projeto para acompanhamento e avaliação de resultados que elencou tanto indicadores quantitativos quanto qualitativos, considerando que ambos devem ser combinados em uma análise mista.

Trata-se de um projeto de acompanhamento, com duração de quatro anos (2025-2028), é uma parceria entre a Escola Politécnica e a Faculdade de Medicina, ambas da USP.

Ele tem por objetivo avaliar os efeitos de modificações nas estruturas curriculares (carga horária, estrutura, metodologias de ensino, diversidade de disciplinas, dentre outras) a partir do cruzamento de dados de desempenho acadêmico, engajamento, motivação e saúde mental dos estudantes da EP-USP. Os dados estão sendo obtidos a partir da aplicação de instrumentos validados na literatura e por meio das bases de dados acadêmicos da própria USP. O projeto tem aprovação do sistema CEP/Conep, observando rigorosamente questões éticas e de sigilo de dados.

A metodologia adotada no projeto é a pesquisa-ação na modalidade de pesquisa participativa baseada na comunidade (*Community-Based Participatory Research*) em um estudo observacional de coorte com métodos mistos, tipo multifásico. Os resultados destes instrumentos serão correlacionados com os dados de desempenho acadêmico de todos os ingressantes de 2025 a 2028. Adicionalmente, serão acompanhados longitudinalmente cinco coortes de cursos (Engenharias Elétrica (tradicional), Elétrica (Piloto 01), Mecatrônica (Piloto 02), Mecânica (tradicional) e Química (novo modelo para a EP-USP toda) referentes aos ingressantes 2025 e 2026.

Os instrumentos quantitativos estão avaliando motivação, uso de metodologias ativas e bem-estar acadêmico, além de outros aspectos de saúde. Estão sendo utilizados dados secundários provenientes de bases de dados e registros acadêmicos já utilizados na EP-USP.

A análise dos resultados explorará as correlações utilizando a análise temática de conteúdo para os dados qualitativos e a análise estatística descritiva e inferencial, juntamente com modelos de regressão para explorar correlações e modelos preditivos para os dados quantitativos.

Espera-se que este estudo forneça elementos importantes para orientar intervenções práticas e políticas institucionais que promovam um ambiente acadêmico saudável e inclusivo para os estudantes de Engenharia da EP-USP. A análise dos resultados deve informar futuras iniciativas de alterações curriculares e promover melhorias contínuas.

4. Discussão

Nas mudanças curriculares realizadas até o momento, observou-se que a presença de um coordenador do curso de Engenharia, responsável por dialogar e articular conteúdos, avaliações e atividades com todos os professores envolvidos (Poli, IME e IF), foi fundamental. O papel desse coordenador vai além da organização do curso: ele atua como uma ponte entre alunos e docentes, possibilitando um *feedback* ágil – especialmente relacionado à carga de trabalho (*workload*) dos estudantes. Além disso, o coordenador se torna uma referência importante para os alunos, que, muitas vezes, estão enfrentando diversas mudanças e desafios no primeiro ano da universidade.

No Piloto 01, tanto no módulo de Fundamentos quanto nas disciplinas de Engenharia, são realizadas avaliações formativas semanais, com retorno praticamente imediato do desempenho. Essas avaliações auxiliam o coordenador na identificação de alunos com dificuldades, permitindo orientá-los em estratégias para melhorar o aprendizado. Essa abordagem estimula o estudo contínuo ao longo do semestre, em vez de uma preparação concentrada em apenas algumas provas semestrais. Além disso, os formatos variados das avaliações contribuem para a retenção de conteúdo e o desenvolvimento de habilidades e competências.

O Projeto Integrativo Extensionista (PIE), juntamente com outros pequenos projetos distribuídos ao longo do semestre, introduz um caráter aplicado ao curso que tem se mostrado altamente motivador para os alunos. Logo nos primeiros dias de aula, os estudantes já estão envolvidos na resolução de problemas reais. As disciplinas teóricas da Engenharia apoiam e se articulam com o desenvolvimento do PIE (embora não se limitem às suas demandas), enquanto os módulos de Fundamentos fornecem as bases de Matemática, Física e Computação, essenciais tanto para as disciplinas técnicas quanto para os projetos. Essa aproximação entre teoria e prática, ainda que sem mensurações quantitativas no Piloto 01, contribui significativamente para o engajamento e motivação dos alunos. O contato precoce com disciplinas de Engenharia também permite o desenvolvimento de projetos mais aprofundados.

Alinhados às competências propostas pelo Piloto 01, os projetos integrativos também promovem o desenvolvimento de competências interpessoais (*soft skills*), ao incentivar o trabalho formal em equipe (distribuição de tarefas e responsabilidades, resolução de conflitos, liderança) e o aprimoramento da comunicação oral (por meio de apresentações, vídeos, *pitches*) e escrita (relatórios detalhados). A gestão de projetos – envolvendo escopo, requisitos, cronograma, custos e equipe – também está fortemente associada às competências previstas no programa.

No entanto, o fator mais importante é garantir tempo adequado para que os alunos possam se dedicar às atividades propostas, assimilando conceitos e desenvolvendo habilidades e competências. Por isso, o acompanhamento da carga de trabalho total do curso é essencial, e o papel do coordenador é novamente central. Isso representa um contraponto importante em relação ao modelo tradicional, no qual as disciplinas são desconectadas entre si, e cada professor impõe demandas extracurriculares que, somadas, tornam a carga do curso excessivamente elevada (tradicionalmente de 70-90 horas semanais).

O Piloto 02, na Mecatrônica, objetivou reformular as disciplinas de Cálculo, Física e Álgebra Linear em uma única Unidade Curricular de Formação, nos três primeiros semestres do curso.

O foco foi em reduzir a quantidade de ideias inertes mencionado anteriormente. Para tanto, os conceitos apresentados aos alunos são ordenados na melhor sequência de aprendizado, sempre mostrando também a aplicação, mas sem perder a forte fundamentação teórica da tradicional base dos alunos da Poli-USP. Como exemplo, os conceitos de derivada aprendidos em Cálculo são utilizados em cinemática, em Física. Esse novo modelo difere completamente do modelo atual tradicional, caracterizado por uma uniformidade no oferecimento paralelo destas disciplinas para uma grande quantidade de alunos.

Ainda no intuito de reduzir as ideias inertes, como foi mantida a carga horária das três disciplinas na Unidade Curricular de Fundamentos, o tempo ganho ao se retirar a sobreposição de conteúdo (Física e Cálculo ensinavam derivada e integral), foi utilizado tanto adicionando uma base de física estática para ser uma aplicação direta do aprendizado de álgebra linear, quanto na adoção de aprendizagem ativa, com exercícios em sala de aula.

Já na implementação, sobressaem alguns aspectos considerados importantes. Mais da metade da nota dos alunos é composta por uma média de avaliações continuadas com *feedback* rápido ao aluno. A outra metade vem da média de provas integradoras, com questões de Engenharia nas quais o aluno deve transpor o conheci-

mento aprendido e aplicá-lo como ferramenta para resolver os problemas apresentados. Ao contrário do modelo tradicional, em que os alunos dos dois primeiros anos têm aulas de disciplinas como Cálculo, Física e Álgebra Linear em um prédio chamado de Biênio, os alunos da Mecatrônica tiveram suas aulas no prédio da Engenharia Mecatrônica, mais precisamente em uma sala recém-reformada para facilitar e incentivar o uso de metodologias ativas.

Como piloto, apenas os ingressantes de 2024 puderam participar, ou seja, nenhum veterano cursou como dependente. Por fim, além das 13 horas semanais de aula, os alunos tiveram 4 horas semanais de monitoria (divididas em duas monitorias de 2 horas) em um formato ativo, no qual o aluno faz o exercício sozinho, depois o mesmo exercício em dupla, depois em quarteto, seguida dos quartetos escrevendo sua solução na lousa e finalizando com uma discussão.

Foram coletados os depoimentos dos três representantes de sala. Alguns resultados serão discutidos baseados em trechos destes depoimentos:

4.1 Pertencimento e presença

Depoimento de estudante ingressante:

Outro fator que tenho que citar é como participar desse projeto uniu a nossa turma, tanto por sermos os únicos a passar por isso na Poli, quanto por estarmos juntos em todas as aulas (mesmo a que não são do piloto, porque temos que compartilhar os mesmos horários) e não como normalmente acontece com as outras turmas que acabam fragmentadas. Isso fez com que uma sensação de grupo fosse criada e, com isso, a dedicação às aulas, ao projeto e à universidade fosse mais homogênea entre os alunos, com uma maior presença nas aulas e um melhor desempenho geral.

Por estarem participando do piloto, com 13 horas da grade horária semanal, diferentemente das outras 12 turmas da Poli-USP, eles acabaram também estando juntos nas turmas de outras disciplinas do primeiro ano. Nas outras 12 turmas, existe uma divisão das turmas, permitindo a otimização do número de alunos por turma e reduzindo o número de turmas e carga docente, além de proporcionar uma interação entre alunos de diferentes cursos. Entretanto, esta convivência maior e localizada no prédio da Eng. Mecatrônica permitiu uma grande união da turma, com um senso de pertencimento. Ao contrário das turmas com oferecimento tradicional em 2024, o Piloto 02 contou com uma presença de aula de 85% e uma presença na monitoria de 70%, de maneira constante durante o semestre.

4.2 Provas Integradoras, avaliação continuada e presença

Depoimento de estudante ingressante:

Com relação às provas integradoras, senti que elas foram desafiadoras e me fizeram compreender o que era um problema real de engenharia para ser resolvido, me levando a criar estratégias e aplicá-las enquanto estava fazendo a prova.

Depoimento de estudante ingressante:

Sobre as provas integradoras do primeiro semestre considerei-as muito bem feitas e coerentes com o nosso estudo, elas se mostraram desafiadoras, mas um olhar mais atento era o suficiente para achar o caminho a se seguir, com as ferramentas que aprendemos durante o semestre.”

Depoimento de estudante ingressante:

Sobre a prova integradora, acho que foi uma das melhores partes do Piloto no primeiro semestre. Mesmo quando eu não conseguia ir tão bem, eu nunca saía da prova com um sentimento de derrota total. Eu achava legitimamente legal fazer uma prova que reunia todos os conteúdos que eu tinha visto e os aplicava em uma situação mais realista, era desafiador e interessante. Por isso, mesmo quando as coisas não corriam tão bem, eu sempre sentia que carregava comigo algo a mais quando saía do que quando entrei na prova. Então, apesar de ser uma das maiores fontes de ansiedade da turma, por ser uma prova completamente sem precedentes, era a que eu mais gostava.

A prova integradora foi a avaliação somativa em que os alunos resolviam problemas de engenharia. Entretanto, ela se transformou como instrumento de aprendizagem. Como não havia nenhuma prova de anos anteriores de maneira semelhante, os alunos não puderam se dedicar a aprender como se resolvem os tipos de exercícios e as provas. A preparação dos alunos foi tão completa que, dos nove alunos de recuperação de cálculo, seis passaram ao fazer a recuperação do modelo tradicional, sem a aplicação em engenharia, com um deles obtendo nota superior a oito na recuperação.

Além disso, devido ao fato de realizarem uma avaliação continuada, os alunos sentiram a necessidade de estar em dia com a disciplina, também contribuindo significativamente para a alta presença nas aulas e nas monitorias.

4.3 Melhor preparação dos fundamentos para as disciplinas de Ciências da Engenharia e de Especialização

Depoimento de estudante ingressante:

Essas aulas de estática, além de tornar a álgebra linear mais clara e, portanto, fazer com que eu passasse tranquilamente por esta matéria, ajudaram no início de mecânica 1, matéria que não estou tendo dificuldades.

Depoimento de estudante ingressante:

Além disso, as aulas de Estática contribuíram (e muito) para um melhor entendimento dos conteúdos de Álgebra Linear, trazendo uma visão mais palpável das suas aplicações, e ainda nos introduziu a conceitos que foram úteis, posteriormente, nas aulas de Mecânica.

A redução das ideias inertes resultou numa melhor compreensão e aprendizagem dos conceitos matemáticos. Ressalta-se que ainda há uma forte fundamentação teórica dos conceitos matemáticos, porém agora ocorreu também uma aplicação. Exemplos são derivadas e integrais de cálculo em cinemática e álgebra linear, com produto escalar e produto vetorial em estática. Pode-se ver, em ambos os depoimentos, que a compreensão dos conceitos realmente serviu como fundamento para permitir a aprendizagem eficaz de mecânica de corpos rígidos.

5. Conclusões

O Piloto 01 da Engenharia Elétrica foi concebido com o objetivo principal de motivar e engajar os estudantes, visando a um aprendizado mais eficaz. Para isso, os primeiros três anos do curso foram completamente reformulados. O número de disciplinas em paralelo foi reduzido para no máximo quatro. O esforço total semanal (*workload*) foi limitado a 40 horas. Alinhado com as DCNs, criamos projetos integrativos extensionistas já no primeiro ano para fortalecer a ligação entre a teoria e a prática, abrindo espaço para o desenvolvimento de competências interpessoais como trabalho em equipe e comunicação.

O ciclo básico foi estendido, passando de dois para três anos, combinando disciplinas como física, cálculo, métodos numéricos e álgebra linear em módulos integrados, ministrados em parceria por docentes do IME-USP, IF-USP e Poli-USP. As dis-

ciplinas de engenharia, como circuitos elétricos e microcontroladores foram introduzidas no primeiro ano, trazendo a engenharia para o início do curso, incentivando a aplicação de conceitos mais abstratos das disciplinas de fundamentos.

De forma qualitativa, através de relatos de professores e alunos, notou-se um maior engajamento da turma. Professores descreveram que os alunos estavam mais presentes, participando mais das aulas e auxiliando uns aos outros diante das dificuldades, em contraste com as turmas tradicionais. Houve também um interesse genuíno em aprender, e não apenas em “passar” nas avaliações. O acesso aos docentes se mostrou mais fácil.

O Piloto 02, na Mecatrônica, objetivou atender às DCNs de 2019, especialmente com relação às diretrizes de abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e transdisciplinaridade, mantendo uma formação técnica sólida enquanto se aumenta o enfoque no desenvolvimento de habilidades e competências. Para tanto, o Piloto 02 mudou do modelo focado em disciplinas, no qual tudo relacionado a um determinado assunto deve estar em uma disciplina, para um modelo focado no aluno e no curso. Essa abordagem foi utilizada na reestruturação das tradicionais disciplinas de Cálculo I, Álgebra Linear I e Física I em uma única Unidade Curricular de Fundamento.

A implementação desta nova UCF contou com avaliações continuadas em períodos de duas semanas, com rápido *feedback* aos alunos, avaliação somativa integrada e focada em problemas de engenharia, objetivando altos níveis de profundidade cognitiva dos alunos com respeito aos conceitos aprendidos e como aplicá-los em situações de engenharia. Também foram oferecidas monitorias ativas, em que uma relação de 13 alunos por monitor aplicava métodos de aprendizagem ativa durante a monitoria, contrastando com a monitoria tradicional do tipo plantão de dúvidas.

Como resultado imediato, podemos citar que o Piloto 02 contou com uma presença de mais de 70%, tanto nas aulas quanto nas monitorias ativas. Outro resultado importante foi melhor aprendizagem dos conceitos matemáticos e físicos, que pode ser observado nas provas somativas integrativas e nos depoimentos dos alunos.

5.1 Recomendações

Para desenvolver as mudanças nas estruturas curriculares dos cursos de engenharia da Poli-USP alinhadas às atuais DCNs, foram essenciais o apoio e a participação do Instituto de Matemática (IME-USP) e do Instituto de Física (IF-USP), principalmente por se tratar do primeiro e segundo ano dos cursos. Essas novas estruturas

curriculares têm como foco o estudante, em que ele é o agente de conhecimento, capacitando-o a ter um melhor aprendizado.

Vale destacar que essas transformações incentivam uma formação mais integrada, com foco em competências e habilidades que atendam às demandas atuais da sociedade e ao exercício profissional. Elas possibilitam uma maior inter e multidisciplinaridade, estimulam o estudo contínuo, promovendo uma aprendizagem mais efetiva; criam ambientes que favorecem a convivência, a colaboração e o pertencimento de grupo, o que aumenta a presença, o engajamento e o desempenho dos estudantes. E ainda, fomentam a aplicação de metodologias ativas tornando o aprendizado mais participativo, colaborativo e conectado à prática profissional.

Um aspecto levado em conta no desenvolvimento dos novos currículos da Poli-USP foi a reorganização de disciplinas para evitar redundâncias, como a sobreposição de conceitos de cálculo e física, integrando conteúdos de forma sequencial e contextualizada, facilitando a compreensão e a aplicação dos conceitos, mas sempre mantendo uma base sólida de conhecimentos matemáticos e científicos e relacionando-os às aplicações reais de engenharia. É importante também garantir que os estudantes tenham tempo adequado para assimilar os conteúdos e desenvolver habilidades, evitando sobrecarga e promovendo uma aprendizagem mais equilibrada e eficaz.

Concluindo, essas recomendações ajudam a alinhar os novos currículos de engenharia às necessidades do mundo contemporâneo, preparando os estudantes para serem profissionais mais críticos, criativos e centrados no desenvolvimento de competências essenciais para os futuros engenheiros.

5.2 Considerações finais

Para desenvolver as mudanças nas estruturas curriculares dos cursos de engenharia da Poli-USP alinhadas às atuais DCNs, foram essenciais o apoio e a participação do Instituto de Matemática (IME-USP) e do Instituto de Física (IF-USP), principalmente por se tratar do primeiro e segundo ano dos cursos. Essas novas estruturas curriculares têm como foco o estudante, em que ele é o agente de conhecimento, capacitando-o a ter um melhor aprendizado.

Vale destacar que essas transformações incentivam uma formação mais integrada, com foco em competências e habilidades que atendam às demandas atuais da sociedade e ao exercício profissional. Elas possibilitam uma maior inter e multidisciplinaridade, estimulam o estudo contínuo, promovendo uma aprendizagem mais efetiva.

va; criam ambientes que favorecem a convivência, a colaboração e o pertencimento de grupo, o que aumenta a presença, o engajamento e o desempenho dos estudantes. E ainda, fomentam a aplicação de metodologias ativas, tornando o aprendizado mais participativo, colaborativo e conectado à prática profissional.

Um aspecto levado em consideração no desenvolvimento dos novos currículos da Poli-USP foi a reorganização de disciplinas para evitar redundâncias, como a sobreposição de conceitos de cálculo e física, integrando conteúdos de forma sequencial e contextualizada, facilitando a compreensão e a aplicação dos conceitos, mas sempre mantendo uma base sólida de conhecimentos matemáticos e científicos e relacionando-os às aplicações reais de engenharia. É importante também garantir que os estudantes tenham tempo adequado para assimilar os conteúdos e desenvolver habilidades, evitando sobrecarga e promovendo uma aprendizagem mais equilibrada e eficaz.

Concluindo, essas recomendações ajudam a alinhar os novos currículos de engenharia às necessidades do mundo contemporâneo, preparando os estudantes para serem profissionais mais críticos, criativos e centrados no desenvolvimento de competências essenciais para os futuros engenheiros.

Agradecimentos

Agradecemos à Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge) pela oportunidade de contribuir com esta publicação e por seu papel fundamental na promoção da excelência no ensino de engenharia no Brasil.

Registramos nosso reconhecimento ao Programa Brasil-Estados Unidos de Modernização da Educação Superior na Graduação (PMG - EUA), por meio do processo nº 23038.006258/2018-25, cuja experiência internacional foi essencial para o amadurecimento das reflexões apresentadas neste capítulo. Agradecemos, igualmente, à Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo pelo apoio concedido por meio do edital *Novos Currículos para um Novo Tempo* (PRG 01/2020-2021), que possibilitou o desenvolvimento de ações inovadoras no âmbito do ensino de graduação.

Estendemos nossos agradecimentos ao Fundo Patrimonial Amigos da Poli, cuja contribuição tem sido decisiva para o fortalecimento de iniciativas acadêmicas e para a valorização da formação em engenharia.

Por fim, agradecemos às diretorias da EP-USP, IME-USP e IF-USP, aos colegas e estudantes que, de diversas maneiras, colaboraram para a construção deste trabalho,

contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento na área e para a implementação desta proposta.

Referências

APES. **Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG - EUA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/bolsas/bolsas-e-auxilios-internacionais/encontre-aqui/paises/estados-unidos/pmg-eua>. Acesso em: 04 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, 23 abr. 2019.

GIANESI, I. G. N.; MASSI, J. M.; MALLET, D. **Formação de professores no desenho de disciplinas e cursos**. São Paulo: Atlas, 2020.

GRAHAM, R. **The global state of the art in engineering education**. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2018. Disponível em: <https://jwel.mit.edu/assets/document/global-state-art-engineering-education>. Acesso em: 04 maio 2025.

HARDY, G. H. **A mathematician's apology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1940.

ITA. **Cursos de graduação em Engenharia Catálogo 2025**. S. J. Campos, SP. Disponível em: <http://www.ita.br/sites/default/files/pages/collection/Cat%C3%A1logo%20dos%20Cursos%20de%20Gradua%C3%A7%C3%A3o%202025%20-%20digital%20Rev.25.04.16.pdf>. Acesso em: 04 maio 2025.

KOZULIN, A.; GINDIS, B.; AGEYEV, V. S.; MILLER, S. M. (org.). **Vygotsky's educational theory in cultural context**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. Tradução de Vera Ribeiro. São Paulo: Edusp, 2015. (Obra original publicada em 1959, revisada em 1963 por Charles Percy Snow).

SNOW, C. P. **Two Cultures**, Cambridge University Press, 1959. Disponível em: <https://www.rbkc.gov.uk/pdf/Rede-lecture-2-cultures.pdf>. Acesso em: 04 maio 2025.

TALBERT, R. **Aprendizagem invertida**: uma abordagem prática para a sala de aula. São Paulo: Penso, 2019.

WHITEHEAD, A. N. **The aims of education and other essays**. New York: Macmillan, 1929.

YEO, S. C.; LAI, C. K. Y.; TAN, J. *et al.* Early morning university classes are associated with impaired sleep and academic performance. **Nat Hum Behav**, v. 7, p. 502-514, 2023.