



## ESTRATÉGIA DE ENSINO DE INOVAÇÃO EM ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4113

Fernando Josepetti Fonseca - fjfonseca@usp.br  
Universidade de São Paulo

Leopoldo Rideki Yoshioka - Leopoldo.yoshioka@usp.br  
Universidade de São Paulo

**Resumo:** *Este trabalho apresenta uma experiência educacional relacionado à Inovação. Apresenta um modelo de disciplina que atua tanto na conceituação como na realização da Inovação em Engenharia.*

**Palavras-chave:** *Ensino em Engenharia, Inovação, Métodos ágeis*





## ESTRATÉGIA DE ENSINO DE INOVAÇÃO EM ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4113

Fernando Josepetti Fonseca - fjfonseca@usp.br  
Universidade de São Paulo

Leopoldo Rideki Yoshioka - Leopoldo.yoshioka@usp.br  
Universidade de São Paulo

**Resumo:** *Este trabalho apresenta uma experiência educacional relacionado à Inovação. Apresenta um modelo de disciplina que atua tanto na conceituação como na realização da Inovação em Engenharia.*

**Palavras-chave:** *Ensino em Engenharia, Inovação, Métodos ágeis*



## ESTRATÉGIA DE ENSINO DE INOVAÇÃO EM ENGENHARIA

### 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos o advento da internet e das tecnologias emergentes vem modificando rapidamente o cenário econômico e social. O relatório "O futuro dos empregos" (Fórum Econômico Mundial, 2020) mostra que a força de trabalho está sendo automatizada muito mais rapidamente do que o esperado. Em 2025, a automação e a robotização poderão impactar mais de 85 milhões de empregos em todo o mundo. Diante desse cenário os estudantes de engenharia precisam se preparar para uma realidade muito diferente daquelas enfrentadas pelos seus mestres quando entraram no mercado de trabalho.

O domínio do conhecimento continuará sendo importante, mas o engenheiro do futuro precisará de uma capacidade de resolução de problemas com uma visão mais generalista e humana, onde as habilidades de comunicação, percepção e de criação ganham relevância. Dentro desse contexto, aprender **o que é a inovação**, e saber como praticá-la será fundamental para os engenheiros.

Este artigo traz a experiência de uma disciplina de graduação denominada "Inovação em Engenharia" oferecida aos alunos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) desde 2009. Trata-se de uma disciplina que tem como foco preparar os estudantes do curso de engenharia a atuarem nas atividades de inovação aberta (*open innovation*) tanto em ambiente corporativo de grandes empresas como em uma *startup*.

O Empreendedorismo está intimamente ligado à Inovação. Mas o conceito de inovação é mais amplo e definidor da atuação da engenharia moderna do que o Empreendedorismo. Por isso, apesar de ser impossível não falar em empreendedorismo, o foco da disciplina é de como fazer inovação. Tanto numa *startup* como numa pequena, média ou grande empresa que deseja permanecer no mercado.

### 2 METODOLOGIA

Ao longo dos anos a disciplina vem sendo aprimorada. Apresentaremos neste artigo a estrutura adotada no oferecimento de 2022, quando abordamos experimentalmente como é fazer inovação numa *startup* e numa grande corporação.

Na primeira metade do curso são apresentados conceitos básicos, técnicas de organização das ideias e formas de iniciar um protótipo. Os times trabalham como se fossem uma *startup* buscando o seu modelo de negócio. A proposta inicial do produto/serviço é testada mostrando um protótipo, ainda inicial, ao público alvo. As impressões, expectativas e julgamentos são obtidas através de entrevistas e enquetes. O retorno das impressões e opiniões ajuda a aprimorar a ideia, até que seja feita uma apresentação conclusiva do trabalho.

Na passagem para a segunda metade do curso faz-se um dia de recapitulação do conhecimento recebido.

Na segunda metade do curso atua-se como uma equipe de inovação de uma grande corporação, e não mais como um *startup*. Todas as técnicas aprendidas no desenvolvimento de uma solução podem ser utilizadas diante de um desafio apresentado

por uma empresa parceira do curso. Trata-se de uma dor real da empresa, para a qual se busca uma solução até o fim da disciplina.

## 2.1 O que é a Inovação?

A Inovação entrou definitivamente no dia a dia da sociedade moderna. Uma forma de expressar que algo é moderno é declarar que aquilo é "inovador". Mas será que a Inovação é algo tão novo assim? O que aconteceu com este termo para que ele seja considerado tão moderno e importante na sociedade atual? Para contextualizar o que se entende atualmente por Inovação, a disciplina começa definindo cada termo, em torno desta palavra, relacionado ao exercício da engenharia. Distinguindo conceitos como aperfeiçoamento, desenvolvimento, pesquisa, atualização, descoberta, invenção e inovação. Partindo da citação de Druker [DRUCKER 86] chegamos até o que foi definido no Manual de Oslo pela União Européia.

As novidades tecnológicas sempre estiveram na vida das empresas. Mas o processo de desenvolvimento dos produtos, serviços e marketing exigiu uma velocidade e um baixo custo que as metodologias usadas ao longo do século XX não serviam para as startups que surgiram na onda da inovação. Processos ágeis assumiram um papel primordial na sobrevivência destas iniciativas, que não podiam perder tempo, dinheiro ou energia em produtos e serviços sem chances mínimas de sucesso.

No início da disciplina evidenciamos a importância do empreendedor mudar a sua postura no desenvolvimento das ideias. Diferente de uma empresa estabelecida, as novas ideias precisam ser testadas rapidamente. Antes de investir tempo e dinheiro. Neste contexto aparece o conceito de inovação aberta. Tal abordagem é uma constatação de que empresas nascentes não possuem todas as condições para prosseguir sozinhas na Inovação. Compartilhar, testar, entrevistar, expor o produto em desenvolvimento passa a ser a condição para o sucesso. Na primeira metade do curso, os alunos são expostos a esta questão desenvolvendo uma ideia que é continuamente exposta, testada e corrigida.

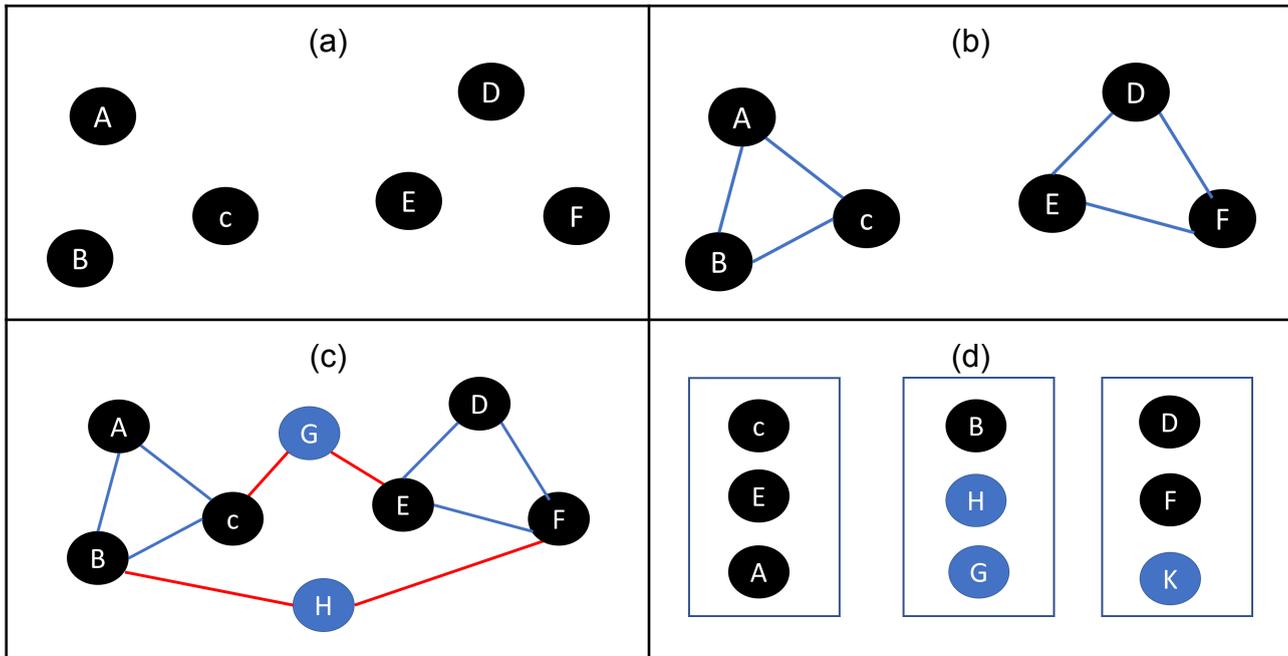
## 2.2 A técnica de Brainstorming

A primeira técnica de inovação que é passada aos alunos é o *Brainstorming* (tempestade de ideias). Surgiu nos Estados Unidos por volta de 1950 como um método para concepção de ideias em grupo (SAMARRAIE, 2018). Busca-se uma solução para um problema a partir de conversas. Não se trata de um processo caótico como muitas vezes é imaginado que seja. Existem regras que ajudam a tornar o *Brainstorming* mais eficaz. Os alunos são divididos em grupos de 5 a 7 alunos. São disponibilizados lousas (quadro branco), canetas, post-it, cartões de cartolina e fita adesiva. Em primeiro lugar, define-se o problema a ser resolvido. Um ponto bastante importante é definir o tempo de duração, encerrando quando chegar o horário de término. São adotadas as seguintes 5 regras: 1) não criticar as ideias (principalmente no início); 2) combinar ideias; 3) fazer suposições invertidas (por exemplo, antônimos); 4) priorizar quantidade e não qualidade; 5) Não tomar decisões (diferentemente de uma reunião). Para potencializar as ideias, os alunos devem tomar as seguintes ações: a) listar os desejos de uma situação ideal (pensar fora da caixa); b) listar as deficiências e insatisfações em relação ao tema que está sendo abordado; c) Fazer perguntas do tipo: o que? por que? como? quando? e quem?

Na Figura 1 ilustramos o processo de organização de ideias. Inicialmente, os alunos geram ideias, por exemplo ideias {A,B,C,D,E,F} como mostrado na Figura 1a. No passo seguinte as ideias são agrupadas [{A,B,C}; {D,E,F}], buscando-se a conexão entre elas como mostrado na Figura 1b. Depois busca-se a interconexão entre os dois grupos distintos, buscando-se a ideia que está faltando para conectar os grupos de ideias. Por

exemplo, alguém poderia sugerir uma nova ideia "G", e outro sugerir uma nova ideia "H", como mostrado na Figura 1c. Finalmente, o conjunto de ideias é reorganizado em grupos afins (*clustering*) como mostrado na Figura 1d.

Figura 1 – Processo de organização de ideias: a) gerando ideias b) conectando ideias c) interconectando grupo de ideias d) formando grupos afins (clusterização)

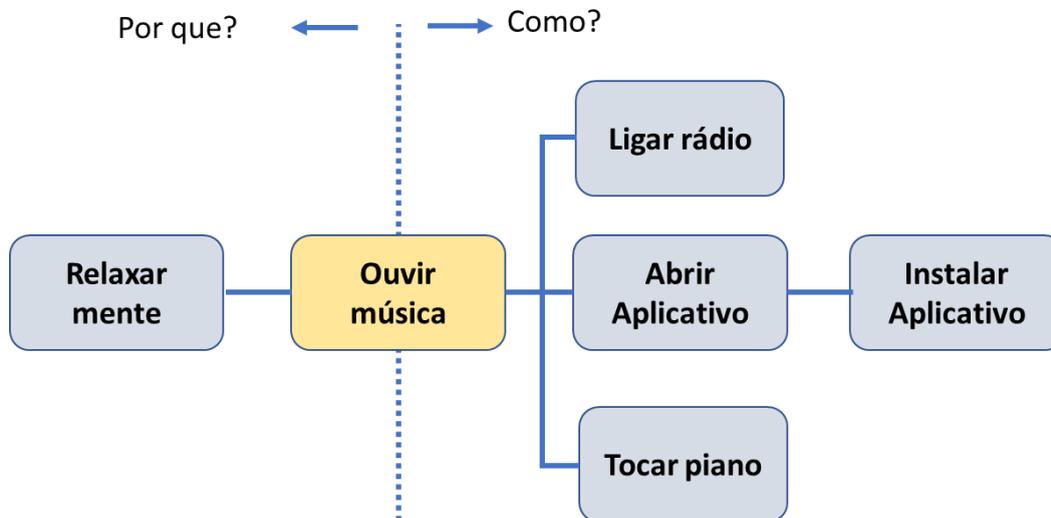


Fonte: Os Autores, 2022.

### 2.3 A técnica de Análise Funcional FAST

A FAST (*Functional Analysis System Technique*) foi criada pelo americano Charles Bytheway (BYTHEWAY, 2007), (KAUFMAN, 2006). Consiste numa ferramenta para descrever um produto ou serviço por meio de "funções". Uma função consiste basicamente de dois elementos: um **verbo** no infinitivo e um **substantivo**. Alguns exemplos de função podem ser: ouvir música; ler notícias; obter informações; comprar roupa etc. Observe que uma função descreve uma uma ação (verbo) e o objeto (substantivo), mas não especifica o método. Esta forma genérica de formulação é a chave do método FAST. No caso da função "ouvir música" sabemos da existência de um desejo ou necessidade de alguém em desfrutar de um recital de um piano ou de uma ópera. O objetivo do método é buscar formas de realizar esta função fazendo-se perguntas do tipo "por que?" e "como?". A primeira pergunta levará ao entendimento da razão pela qual se quer "ouvir música". A resposta será também uma função, por exemplo "relaxar a mente". A segunda pergunta mostrará as formas de se realizar a necessidade, sendo que a resposta será também outras funções. Existem várias respostas possíveis para "ouvir música", como: ligar rádio, abrir aplicativo, tocar piano, etc. Cada uma das novas funções identificadas podem ser decompostas em mais funções. A Figura 2 a seguir ilustra o diagrama FAST exemplificado anteriormente.

Figura 2 – Exemplo de diagrama FAST, explorando funções relacionadas com o desejo ou necessidade de “ouvir música”



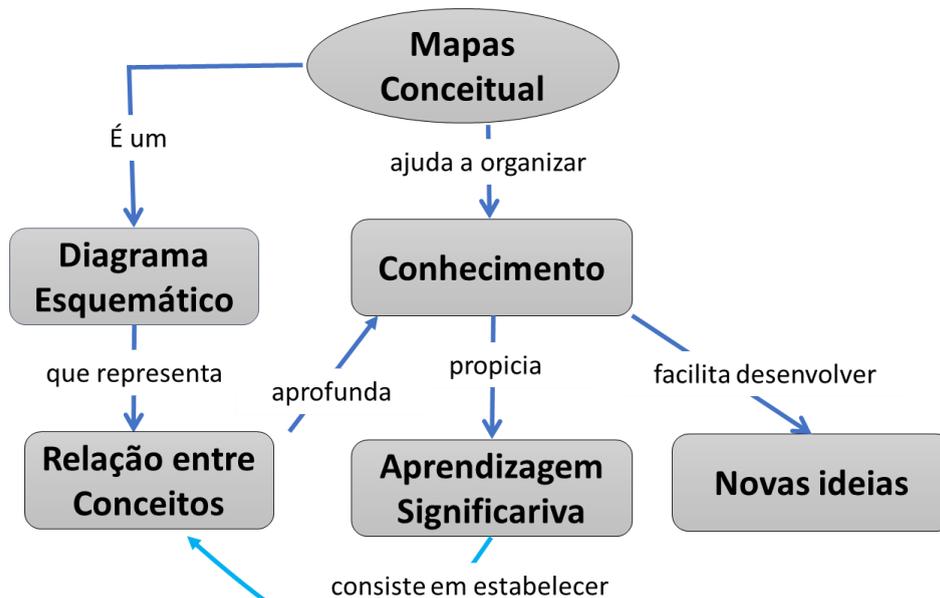
Fonte: Os Autores, 2022.

A abordagem por meio da função potencializa a oportunidade de visualizar ou imaginar diferentes maneiras de realizar a necessidade, evitando definir precocemente uma solução, e assim aumentar a chance de ter ideias que levem à inovação. Ou seja, a análise FAST faz com que coloquemos a mente para trabalhar e encontrar formas criativas de obter a função desejada.

## 2.4 Mapa Conceitual

O mapa conceitual é uma representação esquemática que ajuda a organizar o conhecimento através da conexão de conceitos por meio de proposições. Foi proposto por Joseph Novak (NOVAK, 2008). São diagramas que indicam relação entre ideias, imagens e palavras. Potencializa a aprendizagem significativa, auxiliando na retenção e recuperação da informação. Permite compreender uma situação ou evento. O mapa conceitual sempre deve responder uma pergunta focal. Por exemplo, vamos supor que a pergunta focal seja a seguinte: “O que é um mapa conceitual? Uma possível forma de organizar a resposta seria o diagrama mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de Mapa Conceitual tendo como pergunta focal "O que é um mapa conceitual?"



Fonte: Os Autores, 2022.

## 2.5 CANVAS Proposta de Valor

Superadas as etapas 2.2 a 2.4 cada equipe do curso define o tema e organiza as ideias envolvidas na proposta. Precisa-se agora elaborar melhor essa proposta e atingimos a aula sobre CANVAS.

O CANVAS surgiu em 2008 [OSTERWALDER, 2011] como uma ferramenta visual para organizar a proposta das novas empresas. Esta ferramenta foi proposta por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur e rapidamente para ajudar as novas ideias a se concretizarem. Nesta representação gráfica a de um produto ou serviço fica no centro do quadro, evidenciando a centralidade e importância da proposta de valor da inovação proposta. Qual a novidade que o produto apresenta? Qual o problema que ele resolve? O que ele possui que nenhum outro produto ou serviço entrega? Mas, num primeiro momento do curso não utilizamos todo o CANVAS, mas somente o que se convencionou chamar de CANVAS Proposta de valor. Nesta simplificação utiliza-se somente o quadro de Proposta de valor e o de Seguimento de Clientes. Nesta etapa cada equipe tenta definir inovação proposta e o público alvo (os clientes) a ser atendido.

## 2.6 MVP e Pitch

Definido o produto ou serviço a ser desenvolvido por cada time, passa-se à elaboração do MVP (Minimum Viable Product, ou Produto Mínimo Viável).

Nesta etapa busca-se a elaboração de um protótipo que, apesar de não incorporar todas as funcionalidades ou aspectos do produto, representa as ideias centrais e fundamentais. A existência do MVP permite que a ideia seja testada rapidamente na prática, com o menor investimento possível de dinheiro e tempo do time. O MVP pode ser desde um aplicativo que possa ser baixado e utilizado até um produto que possa ser disponibilizado para uso e teste.

Esta etapa é acompanhada por uma pesquisa junto ao público alvo (o cliente para o qual a inovação foi pensada), principalmente através de entrevistas presenciais ou online. O andamento do curso não permite uma longa etapa de entrevistas, mas o trabalho não segue adiante sem um mínimo destas verificações externas e do *feedback* do público alvo.

Neste ponto do trabalho desenvolvido por cada um dos times, fica evidente que nenhuma ideia "brilhante" pode seguir até a sua conclusão sem antes ser testada junto ao público alvo. Não é necessário, muito menos recomendado, que muito esforço interno seja realizado antes que exista um retorno do mercado. Positivo ou Negativo. Diferente de grandes corporações bem estabelecidas e conhecidas no mercado, uma startup não pode finalizar todo o desenvolvimento antes de testá-lo.

Uma vez testada pelo mercado, a ideia precisa ser mostrada para o investidor. Os professores e seus convidados fazem este papel durante o curso através da apresentação de um *Pitch* de 3 minutos. É preciso explicar esta forma peculiar de comunicar as ideias no mundo da inovação. Diferente de uma apresentação de um trabalho acadêmico, o *pitch* tem a sua linguagem e formas próprias de organização. O tempo exíguo de apresentação exige muito treino e preparação do expositor. Mais do que todas as respostas, a apresentação deve gerar curiosidade e interesse de quem a ouve. As respostas virão numa ocasião subsequente, após a apresentação gerar interesse e curiosidade. Expor um trabalho de várias semanas em tão pouco tempo e não dar todas as respostas e vantagens, parece injusto para o time. O curso trabalha esta nova visão de uma apresentação mostrando as vantagens, necessidades e limitações que os ecossistemas de inovação trouxeram para a engenharia.

## 2.7 SPRINT DAY

Na metade do curso os alunos são submetidos a um *Sprint Day*. Nesta aula, com duração de 3 horas, cada equipe recebe um desafio, discute, desenvolve e avalia uma proposta para resolver o desafio, terminando com um *pitch*. Mais do que criar uma inovação, esta aula quer mostrar aos próprios alunos o papel de cada técnica recebida até aqui. Mais do que conhecimentos estanques e independentes, o que eles receberam configura um processo de ideação organizada e ágil. Mais do que conhecimento teórico, eles foram submetidos a experiências e puderam comprovar o efeito das técnicas e procedimentos aprendidos. Com esta aula se quer transmitir confiança e segurança para enfrentar qualquer desafio criativo. Além de instigar um modo diferenciado de resolver os problemas durante o exercício da engenharia. Não somente aquela atuação que enfrenta o aumento da complexidade dos problemas, ao mesmo tempo que vai acumulando experiência e treino ao engenheiro, até que ele se sinta capaz de executar trabalhos semelhantes com competência. Mas um exercício da engenharia que enfrenta os problemas buscando novas soluções através de métodos ágeis de ideação, desenvolvimento e teste das soluções, mesmo que não exista experiência semelhante acumulada. Com este curso queremos demonstrar aos estudantes que problemas novos e desafiadores podem ser enfrentados com novos métodos de resolução. E não somente com o acúmulo de experiências.

Esta etapa deseja criar confiança nas equipes e treiná-las a atuar como um time em rede e não numa estrutura hierarquizada. Onde todos devem atuar em paralelo. E mesmo que sua parte tenha sido entregue, se possa colaborar com os demais. Ninguém está dispensado de atuar, sempre. Numa startup, todos atuam sempre. Primeiro na sua área de expertise. Finalizada a sua contribuição, atua-se onde for preciso. Este comportamento é explicado, estimulado e esperado no trabalho da disciplina.

### 3. PROJETO DE INOVAÇÃO ABERTA

Todo o curso é baseado no conceito de Inovação Aberta. Antes de apresentar as peculiaridades desta abordagem, relembramos como foi tratado e desenvolvido a Inovação nas empresas. A verticalização das ações, as equipes próprias de desenvolvimento e inovação, o custo financeiro de um trabalho somente interno e o segredo até o lançamento do produto ou serviço é explicado e discutido. Não como algo do passado, mas quanto às dificuldades e implicações deste tipo de atuação perante os desafios modernos.

A Inovação Aberta é uma alternativa alinhada com a velocidade e necessidades atuais, que pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico e os desafios modernos. Pode-se escolher não aplicá-la em algum contexto. Mas desconhecê-la pode ser fatal para o futuro de qualquer tipo ou tamanho de empresa.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho apresenta as etapas de uma disciplina de graduação optativa oferecida aos estudantes de todos os cursos e anos de ingresso da Escola Politécnica da USP.

A escolha da disciplina é decorrente tanto da curiosidade sobre o assunto como da busca de informações visando como empreender. Com uma gama muito diversa de conhecimento e interesses, é preciso equalizar os conceitos e desenvolver ferramentas de trabalho.

Em cada aula ocorre a apresentação de um conceito ou de uma técnica, que é aplicada e utilizada individualmente ou em grupo, configurando-se em atividades "hands on", mão na massa.

As atividades começam durante a aula, mas podem continuar após o seu término, Utilizando uma plataforma de ensino à distância, como o moodle, cada aula possui uma atividade pré-aula, todo o material apresentado durante a aula e outras atividades a serem realizadas até a próxima aula.

Conforme o assunto tratado em aula, são convidados especialistas que apresentam tanto a sua experiência sobre um determinado tema, como a sua trajetória de inovador e/ou empreendedor.

De maneira intencional procura-se desenvolver habilidades pessoais (também conhecidas como *soft skills*) durante os trabalhos práticos. Ou pelo menos explicitá-las de modo que cada um possa julgar o seu grau de desenvolvimento destas habilidades. Ignorá-las ou subestimá-las pode ser pior do que não tê-las. Buscar aquelas que não se possui tende a ser o comportamento mais interessante.

A resposta à disciplina tem sido encorajadora para os professores envolvidos, apesar de desafiador. Um retorno bastante frequente é quanto à motivação à busca de um estudo e exercício profissional da engenharia próximo dos problemas reais da sociedade. Antes de uma atuação contínua e repetitiva baseada somente nas experiências anteriores. Enfrentar o novo e o desconhecido pode ser assustador. Mas, com método, técnica e confiança será seguramente gratificante e relevante.

Os estudantes expressam uma grande satisfação ao término da disciplina e um revigoramento para buscar os conhecimentos técnicos anteriormente aparentemente desconexos e supérfluos.

Figura 4 – Atividades práticas de inovação: a) Discussão de ideias em grupos b) Organização de ideias utilizando técnica de *brainstorming* c) Desenvolvendo diagrama FAST d) Problema de mobilidade



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina atingiu um espaço interessante dentro da grade curricular densa, competente e provada da Escola Politécnica da USP. Configura-se num motivador do exercício da engenharia num âmbito de desafio, modernidade e enfrentamento de problemas reais e urgentes da sociedade brasileira.

## REFERÊNCIAS

BYTHEWAY, Charles. **FAST Creatovoty & Innovation - Rapidly Impoving Processes, Product Development and Solving Complex Problems.** Fort Lauderdale, Florida. J. Ross Publishing. 2007.

DRUCKER, Peter. **Inovação e espírito empreendedor - prática e princípios.** São Paulo, Pioneira, 1986.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL - O Futuro do trabalho. Disponível em <https://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/chapter-1-the-future-of-jobs-and-skills/> acesso em 22/05/2022

KAUFMAN, Jerry and WOODHEA, Roy. **Stimulating Innovation in Products and Services with Function Analysis and Mapping.** New Jersey. J. Wiley. 2006.

NOVAK, Josph. The Theory Underlyng Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC Cmap Tolls. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/215439441\\_The\\_Theory\\_Underlying\\_Concept\\_Maps\\_and\\_How\\_to\\_Construct\\_Them](https://www.researchgate.net/publication/215439441_The_Theory_Underlying_Concept_Maps_and_How_to_Construct_Them). Acesso em 22/05/2022.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business-Model-Generation. Inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários.** Rio de Janeiro, RJ : Alta Books, 2011.

SAMARRAIE, Hosam and HURMUZAN, Shuhaila. A review of bainstorming techniques in higher education. Thinking Skills and Creativity. Vol. 27, mar. 2018, pp. 78-91. doi:10.1016/j.tsc.2017.12.002

## INNOVATION TEACHING STRATEGY IN ENGINEERING

**Abstract:** *TThis work presents an educational experience related to Innovation. It presents a model of discipline that acts both in the conceptualization and in the realization of Innovation in Engineering.*

**Keywords:** *Education, Innovation, Engineering*