



ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS FÍSICOS NÃO CONVENCIONAIS NO ENSINO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Maria Alice Gonzales – camargo.alice@usp.br
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica
Av. Prof. Almeida Prado, trav.2 n°. 83
05508-010 – São Paulo, SP – Brasil

Leandro Key Higuchi Yanaze – leyanaze@usp.br
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica
Av. Professor Luciano Gualberto, Travessa 3, n° 158
05424-970 – São Paulo, SP – Brasil

Eduardo de Senzi Zancul – ezancul@usp.br
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica
Av. Prof. Almeida Prado, Travessa 2, n° 128
05508-070 – São Paulo, SP – Brasil

Roseli de Deus Lopes – roseli.lopes@usp.br
Universidade de São Paulo, Escola Politécnica
Av. Professor Luciano Gualberto, Travessa 3, n° 158
05424-970 – São Paulo, SP - Brasil

Resumo: *Este artigo apresenta a disciplina de graduação Desenvolvimento Integrado de Produtos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, explorando os aspectos de estratégia de ensino e aprendizagem ativa baseados em Design Thinking. O artigo descreve os espaços didáticos dos laboratórios, os materiais e os equipamentos utilizados para o desenvolvimento de protótipos virtuais e físicos na disciplina. O objetivo do presente trabalho é analisar a utilização dos espaços físicos empregados nas atividades didáticas da disciplina. Na disciplina, os alunos desenvolvem projetos a partir de desafios acadêmicos propostos por empresas e instituições com base em demandas reais da sociedade. Os projetos exigem o aprimoramento de diversas competências técnicas e transversais como controle de cronogramas e orçamento e a prática da comunicação oral e escrita para a exposição de ideias e de soluções técnicas. O conjunto de laboratórios do InovaLab@POLI é empregado para engajar os alunos nas atividades de inovação e de desenvolvimento de produtos por reunirem características importantes que promovem o desenvolvimento das habilidades demandadas pela disciplina. A análise da utilização dos espaços físicos indica as situações em que os alunos utilizam cada espaço e apresenta reflexões para a evolução futura dessa disciplina e de disciplinas análogas na área de projeto do produto.*

Palavras-chave: *Ensino em Engenharia, Design Thinking, Espaços de Aprendizagem, Laboratórios, Desenvolvimento de Produtos*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo descreve e analisa a utilização de espaços físicos não convencionais no desenvolvimento das atividades da primeira turma da nova disciplina 0303410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos, da Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo (USP), oferecida no primeiro semestre de 2014.

A disciplina, optativa eletiva aberta para alunos de toda a USP, aplica a abordagem de *Design Thinking* para o desenvolvimento de produtos segundo demandas propostas por empresas e instituições como desafios acadêmicos. A disciplina da USP é inspirada na disciplina ME310 *Product Design Innovation* da Universidade de Stanford (LEIFER & CARLETON, 2009). Os alunos trabalham em grupos multidisciplinares com ênfase na prototipação física das propostas de soluções, resultando em forte caráter prático-aplicado. Para as atividades de prototipação, a disciplina 0303410 utiliza um conjunto de laboratórios chamado InovaLab@POLI.

A nova disciplina e outros projetos desenvolvidos no InovaLab@POLI visam engajar alunos de graduação em atividades de inovação e de desenvolvimento de produtos por reunirem características importantes que demandam habilidades que precisam ser fortalecidas na formação dos engenheiros. Essas atividades são essencialmente multidisciplinares e realizadas em grupo, exigindo aplicação de criatividade, aliada ao conhecimento técnico, de forma prática. São atividades essencialmente de projetos, com início e fim definidos, que exigem o controle de cronogramas e orçamento e exigem também a prática da comunicação oral e escrita para a exposição de ideias e de soluções técnicas. Por fim, são atividades com forte vínculo com o empreendedorismo e com a sociedade, pois soluções inovadoras podem resultar em produtos reais para demandas da sociedade.

O objetivo deste artigo é apresentar e analisar os espaços utilizados pela disciplina 0303410. O artigo é estruturado em seis itens. No item 2, a seguir, são apresentados conceitos de *Design Thinking* e a importância da prototipagem nesse contexto. O item 3 apresenta a disciplina. No item 4, são descritos os espaços utilizados pela equipe e alunos. No item 5, é apresentada a análise de como o uso dos espaços acontece durante o desenvolvimento das atividades da disciplina. Por fim, no item 6 são apresentadas as considerações finais.

2. DESIGN THINKING, PROTOTIPAGEM E ESPAÇOS FÍSICOS PARA PROTOTIPAGEM

2.1. O Design Thinking e o processo de desenvolvimento de produtos

Design Thinking é uma metodologia de desenvolvimento de produtos que se caracteriza por sistematizar o equilíbrio entre a prática tradicional analítica de resolução de problemas com a consideração da intuição, criatividade e inovação. Assim, o *Design Thinking* se baseia na integração de processos de desenvolvimento técnicos que garantem a confiabilidade e validação das propostas, ao mesmo tempo em que parte de ideias e premissas não convencionais para promover o desenvolvimento de soluções de problemas inovadoras.

O conceito do *Design Thinking* tem postulação teórica em Simon (1969), McKim (1973) e Rittel & Webber (1973), entre outros pesquisadores, e foi ampliado, desenvolvido, aplicado e difundido em experiências de ensino e pesquisa pelos esforços de Faste (1993). O conceito é sistematizado para arquitetos e urbanistas na obra “*Design Thinking*” de Rowe (1987) e disseminado para outras disciplinas por Buchanan (1992).

O pesquisador David Kelley, por meio da renomada empresa de consultoria em inovação e desenvolvimento de projetos IDEO, fundada em Palo Alto e com forte parceria de pesquisadores da Universidade de Stanford, dissemina o *Design Thinking* como prática profissional para a inovação em negócios. O atual CEO da IDEO, Tim Brown, define *Design Thinking* como a “abordagem para a inovação centrada no ser humano que parte dos instrumentos do designer para integrar as necessidades das pessoas, as possibilidades tecnológicas e os requisitos para o sucesso do negócio”, e ainda afirma que o *Design Thinking* agrega o que é desejado a partir do ponto de vista do homem com o que é tecnologicamente factível e economicamente viável (BROWN, 2014). Para tanto, o *Design Thinking* deve promover a integração entre inspiração, ideação e implementação, o que pode ser impulsionado pela prototipagem.

Atualmente, o *Design Thinking* é aplicado em diversos contextos de desenvolvimento e de projetos. Isso se deve, principalmente, pelo fato do *Design Thinking* se caracterizar como uma ponte entre os conceitos científicos-teóricos e o conhecimento da experiência prática, produzindo novas concepções teóricas e novas propostas de projeto (LEE; BASKERVILLE & PRIES-HEJE, 2012).

2.2. A importância da prototipagem no contexto do *Design Thinking*

O desenvolvimento de protótipos é essencial para criar um círculo virtuoso de integração entre inspiração, ideação e implementação. A metodologia do *Design Thinking* é baseada no incentivo a premissas criativas e inovadoras com a validação por meio da prototipagem de ideias e conceitos durante todo o processo de desenvolvimento da solução centrada no usuário.

Para tanto, é necessário instrumentalizar os projetistas com a prototipagem como forma de expressar, testar e avaliar conceitos de projetos e produtos. A prototipagem rápida amplia o conceito de pensar-aprender por meio da experimentação, pois a ideia é se valer de tecnologias não sofisticadas para estudar e compreender melhor um problema e avaliar um conceito de solução rapidamente. Assim, materiais e técnicas como papel, massa de modelar, ferramentas de marcenaria, impressora 3D de baixo custo, entre outros, podem fornecer um modelo do produto de forma rápida para a imediata consideração de desenvolvimento do produto, do seu uso e do processo de implementação.

Na metodologia tradicional de desenvolvimento de produtos e processos, a prototipagem é aplicada mais intensamente ao final do processo, após ter-se definido a premissa de projeto. No *Design Thinking*, com a prototipagem rápida, ocorre justamente o contrário: a prototipagem se torna meio pelo qual se analisa o problema e se desenvolve as premissas da solução. Assim, conta com alguns ciclos de prototipagem com alguns objetivos de aprendizagem e desenvolvimento (BUSHNELL et al., 2013).

A prototipagem rápida (mais voltada para os primeiros ciclos de prototipagem) depende de pouca sofisticação de matéria, ferramentas e estrutura, como já citado. No entanto, para as fases finais de prototipagem, são necessárias técnicas mais sofisticadas para que se possa estudar a viabilidade de implementação do projeto com definições tecnológicas factíveis. Para tanto, são necessários espaços de desenvolvimento que permitam a implementação dos diversos ciclos de prototipagem, com diferentes níveis de sofisticação.



2.3. Espaços de Ensino de Engenharia para prototipagem

Atualmente, observa-se em universidades conceituadas mundialmente o incentivo para a criação e a disseminação de espaços para ensino de engenharia com grande foco em prototipagem, dentro do conceito de *Design Thinking*. Esses espaços apresentam infraestruturas tecnológicas que serviram de referência para a disciplina Desenvolvimento Integrado de Produto e o InovaLab@POLI. A seguir, são listados alguns deles:

- **Product Realization Lab - Universidade de Stanford:** Conjunto de laboratórios para a comunidade da Universidade de Stanford que conta com máquinas de corte a laser, manufatura aditiva (impressoras 3D), moldagem, usinagem, soldagem, carpintaria, eletrônica, costura, corte de vinil, entre (PRODUCT, 2014).
- **Georgia Tech Invention Studio:** Laboratório equipado com diversas máquinas de fabricação digital, como impressoras 3D, cortadoras a laser, fresadora, scanner 3D, entre outros (INVENTION, 2014).
- **Olin College of Engineering:** Diversas máquinas CNC (*Computer Number Control*) para a manufatura usando madeira, MDF, acrílico, metal, polímeros etc. (OLIN, 2014).
- **CITRIS Invention Lab - Universidade de Berkeley:** Laboratório que conta com equipamentos sofisticados de impressão 3D, scanner 3D, eletrônica, manufatura, cortadora a laser e cortadora de vinil (CENTER, 2014).

A junção do *Design Thinking* como metodologia de aprendizagem ativa em engenharia e as estruturas dos laboratórios de prototipagem destas universidades se mostra eficiente para a promoção do desenvolvimento de competências técnicas e transversais dos alunos dessas instituições de referência internacional.

3. DISCIPLINA DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS

A disciplina 0303410 - Desenvolvimento Integrado de Produtos foi oferecida pela primeira vez na grade curricular como optativa eletiva na USP no primeiro semestre de 2014. A disciplina contempla quatro créditos de aulas e um crédito de trabalho.

Foram disponibilizadas sessenta vagas para preenchimento segundo critérios para garantir a característica interdisciplinar: trinta alunos provenientes dos diversos cursos de engenharia da Escola Politécnica (EP-USP), dez alunos do curso de Design ou de Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP), dez alunos do curso de Bacharelado em Administração ou Ciências Econômicas ou Contabilidade da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA-USP) e dez vagas para alunos de cursos das demais unidades da Universidade de São Paulo.

Além da divulgação convencional, por meio do sistema de matrículas da USP, a disciplina foi divulgada por meio de matéria publicada no Jornal do Campus, por veiculação eletrônica de cartazes e banners (figura 1), com apoio de centros acadêmicos e empresas juniores da Universidade, que encaminharam as peças digitais para suas listas de contatos. Adicionalmente, foi divulgado anúncio em página de rede social, direcionada para um público alvo específico, qual seja alunos de graduação da USP.



Figura 1 – Material para divulgação da disciplina

A disciplina teve 141 inscrições para as 60 vagas. Os alunos que preencheram o número de vagas oferecidas foram selecionados por meio dos seguintes critérios: análise de carta com manifestação de interesse na disciplina (solicitada por correio eletrônico, enviado pela equipe de organização da disciplina para cada um dos alunos inscritos) e classificação por histórico escolar de notas. Buscou-se priorizar os alunos que estivessem mais próximos do final de seus respectivos cursos.

A equipe que organiza e ministra a disciplina é composta por um professor da Engenharia de Produção, uma professora da Engenharia Elétrica e cinco assistentes, sendo três pós-graduandos da USP e dois consultores externos, para apoio com foco em prototipagem.

No início do semestre, os alunos recebem desafios de agentes externos com sugestões de problemas a serem solucionados. Como agentes externos são considerados empresas e instituições, como ONGs. Para a produção dos protótipos, as equipes de alunos contam com verba definida, que deve ser gerenciada pela própria equipe. A verba para a prototipação na disciplina foi viabilizada pelo apoio recebido do Fundo de *Endowment* Amigos da POLI, que apoia projetos inovadores na Escola Politécnica. O projeto de criação da disciplina foi contemplado em edital competitivo do Amigos da POLI em 2013.

Na disciplina são valorizadas as atividades colaborativas em grupo como produção de protótipos em diferentes fases do processo de desenvolvimento do projeto. Também são incentivadas atividades que valorizam a comunicação oral e escrita, a organização de atividades de planejamento com o controle de cronograma de entregáveis e orçamento de verba disponível para produção de protótipos. São atividades que exigem aplicação de criatividade aliada ao conhecimento técnico de forma prática. São atividades essencialmente de projetos, com início e fim definidos.

Nas primeiras aulas, foi apresentado aos alunos o programa da disciplina, a dinâmica das aulas e as instituições que teriam o papel de interlocutores para o desenvolvimento de projetos pelos grupos. Foram apresentados pelos professores dez temas para projetos. Os alunos dividiram-se em grupos, de acordo com o interesse pelos temas e segundo o critério de agrupamento de grupos, que deveriam ser compostos por no máximo seis alunos cada e preferencialmente por: três alunos de Engenharia, um aluno de Design ou Arquitetura, um aluno de Economia, ou Administração ou Contabilidade, e um aluno de demais cursos.



Há duas aulas semanais presenciais, com duração de uma hora e quarenta minutos. As aulas são ministradas às segundas e quintas feiras, das 16h50 às 18h30. Além disso, os laboratórios podem ser acessados livremente pelos alunos inscritos, ao longo dos dias úteis da semana (dia e noite) e também em alguns finais de semana.

Durante, aproximadamente, os primeiros trinta minutos de cada aula, são abordados conceitos teóricos e apresentadas propostas de atividades para execução na aula e entre uma aula e outra em encontros extra-classe, presenciais ou virtualmente. Como material didático são utilizadas apresentações produzidas pela equipe de professores e outros materiais referenciais de profissionais de universidades estrangeiras que participam da rede de universidades da disciplina ME310 de Stanford.

Os alunos e a equipe de professores e assistentes utilizam recursos virtuais para organização de materiais e dos produtos gerados pelas atividades. Os arquivos com conteúdo das aulas e as apresentações entregues pelas equipes são periodicamente atualizados no ambiente virtual de aprendizagem da disciplina (AVA). Também foi criado um grupo fechado em uma rede social como canal de comunicação entre os alunos e a equipe. Nesse grupo, são disponibilizadas informações complementares como *links* para vídeos referenciais, dicas sobre fornecedores, e outras referências mencionadas de forma parcial em classe e inseridas em sua totalidade para visualização posterior.

O conteúdo das aulas foi organizado e distribuído em apresentações expositivas de acordo com o desenvolvimento das diferentes fases das atividades e seus entregáveis chamados de “missões”.

4. DESCRIÇÃO DOS ESPAÇOS UTILIZADOS PELOS ALUNOS DA DISCIPLINA NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2014

Os espaços utilizados pela disciplina 0303410, no primeiro semestre de 2014, foram uma sala de aula convencional, adaptada para as necessidades da disciplina, e os espaços físicos do InovaLab@POLI.

- Sala de aula D1-10A: a sala de aula principal utilizada pela disciplina está localizada no prédio da Engenharia de Produção. Dispõe de uma área de 110m² e é equipada com (ver figuras 2 e 3):
 - 2 projetores,
 - 2 telões;
 - 100 mesas;
 - 100 cadeiras;
 - duas lousas;
 - sistema de som com um microfone;
 - sistema de climatização e fonte de iluminação natural;
 - fonte de ventilação natural é utilizada quando o sistema de ar-condicionado é desligado devido ao ruído;
 - Espaço adjacente de aproximadamente 10m² para armazenamento de materiais (depósito).

- Laboratórios do InovaLab@POLI:
 - Sala de projetos (figura 4);

- Oficina de prototipagem (figuras 5 e 6):
- Oficina de eletrônica.



Figura 2 – Sala de aula D1-10A do Prédio da Engenharia de Produção, em configuração convencional



Figura 3 – Disposição da sala de aula D1-10A, durante aula da disciplina 0303410

Em todas as aulas, exceto as aulas em que são realizadas apresentações dos projetos pelas equipes, o leiaute do mobiliário da sala é modificado para formar a composição de grupos de mesas de seis lugares (figura 2).



Figura 4 – Sala de projetos do InovaLab@POLI



Figura 5 – Oficina de prototipagem - Inovalab@Poli

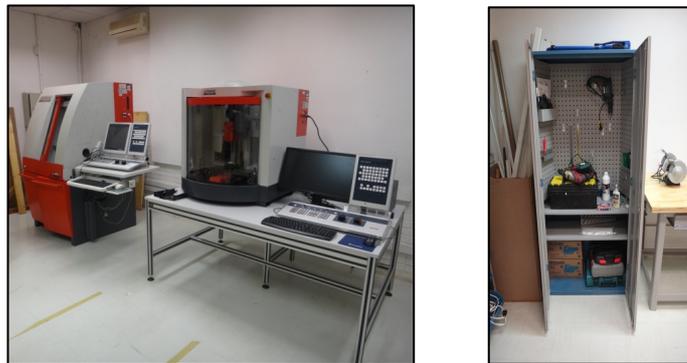


Figura 6 – Equipamentos oficina de prototipagem – InovaLab@POLI

A sala de projetos é dedicada ao uso de *softwares* de projeto de engenharia e de impressoras 3D para prototipagem de objetos de menor porte. Além disso, conta com salas pequenas, mesas de reunião e recursos audiovisuais para a realização de reuniões em equipe (Figura 4). Nas oficinas de eletrônica e de prototipagem (Figuras 5 e 6) os alunos constroem e montam os protótipos para a avaliação com potenciais usuários e entregas conforme o cronograma do curso.

5. ANÁLISE DO USO DOS ESPAÇOS NA DISCIPLINA

Por meio de protocolos de controle, preenchidos pela equipe de pesquisadores com informações oriundas de questionamento oral ou escrito de cada equipe, foi possível obter dados sobre a frequência de utilização dos espaços disponibilizados para os grupos da disciplina 0303410.

A sala de aula D1-10A foi utilizada para realização dos encontros semanais para aulas expositivas, apresentações e reunião das equipes para desenvolvimento dos projetos. Nesse caso, a reconfiguração do leiaute para trabalho em grupo foi viabilizada pela relativa flexibilidade e adequação do mobiliário existente, caracterizado por mesas e cadeiras individuais. Apesar dessa reconfiguração precisar ser refeita no início e no final de cada aula, ela é viável. A mudança de configuração no início e no final de cada aula demanda cerca de 5 minutos quando realizada com apoio dos próprios alunos, como costuma acontecer.

A distribuição física dos alunos no espaço da sala de aula tem como característica principal o posicionamento de mesas e cadeiras em formação para grupos de alunos. O conteúdo é projetado simultaneamente em duas telas, para possibilitar a visualização simultânea por todos os integrantes.

Após a apresentação do conteúdo expositivo, pela equipe de professores, os alunos, que já estão posicionados em grupo, iniciam as atividades com a troca de informações sobre o andamento do trabalho. Na sala de aula, os alunos têm à disposição *flipcharts*, canetas coloridas, blocos de papel auto-colante, placas com indicação dos números dos grupos, além de outros materiais de apoio para desenvolvimento dos projetos (ver figura 7).



Figura 7 – Materiais para atividades em classe

As principais formas de desenvolvimento de atividades em classe são:

- Oral: conversas e discussões entre os integrantes dos grupos e entre os alunos e os professores e assistentes, que circulam para conversar com cada grupo.
- Por representações gráficas (textos e desenhos): que tem como suportes cadernos (físicos e eletrônicos) dos alunos, papéis avulsos ou o *flipchart* de cada grupo.
- Consulta à arquivos de textos, desenhos, fotos ou animações: feitos em atividades em classe e extra-classe com uso de computadores pessoais, *smartphones* ou *tablets*.
- Consulta à internet feita com uso de computadores pessoais, *smartphones* ou *tablets*.

Os participantes desenvolvem as atividades com os recursos de apoio para facilitar a comunicação e expressão de ideias e propostas (ver figuras 8 e 9).



Figura 8 – Exemplo de situação de discussão em grupo sobre o projeto



Figura 9 – Exemplo da missão para definição de *personas* (usuário típico do produto)

Em uma das aulas de apresentações dos grupos, houve uma tentativa de configurar o espaço com as mesas e cadeiras dispostas em formato “u” para que todos pudessem ter posição favorável para interagir com os membros dos grupos. Como não havia local para armazenar o restante dos móveis não utilizados, considerando que a sala possui 100 mesas e cadeiras e a disciplina demanda 60, a reconfiguração do formato tradicional para o formato em “u” se mostrou pouco prática. Dessa forma, essa opção não foi repetida em outras apresentações, que aconteceram com a configuração convencional da sala (Figura 2).

A composição da sala em grupos de trabalho (figura 3 e 8) foi positiva para integração e concentração dos membros, embora durante alguns momentos de aulas expositivas, foi necessário utilizar microfone para manter a atenção dos alunos voltada ao interlocutor, localizado em um dos lados da sala.

O projeto inicial da sala previa a utilização de um monitor de computador por grupo de mesas, mas como a sala tem a característica de uso compartilhado com outras disciplinas, não viável manter os equipamentos no local, tampouco transportá-los do espaço adjacente à sala (depósito), no início e no final de cada aula. Como o número de mesas e cadeiras existentes na sala é maior do que o número de vagas da disciplina, parte dos móveis era agrupada no centro da sala, diminuindo a área livre para circulação, que também foi parcialmente prejudicada pelos *flipcharts*, utilizados com maior frequência durante os dois primeiros meses de aula. Posteriormente, os grupos passaram a utilizar apenas as mesas como suporte para as superfícies com anotações e desenhos, devido à dificuldade de transporte dos mesmos do espaço adjacente até a sala de aula. Em todas as aulas foram transferidas para a sala, a partir do espaço adjacente, a caixa de materiais de apoio, assim como os blocos de anotações de cada equipe. Observou-se que a utilização de um depósito em espaço adjacente para a guarda de materiais utilizados na disciplina é positiva do ponto de vista de armazenamento, mas acaba limitando o uso pelos alunos, pois sempre que um material é necessário é preciso buscá-lo no depósito. Uma hipótese a ser avaliada em trabalhos futuros é que a pronta disponibilidade dos materiais na própria sala de aula incentivaria o seu uso, favorecendo as dinâmicas de aula. Para isso, seria necessário definir uma forma de armazenamento desses materiais em sala, o que é dificultado pelo fato da sala ser compartilhada com outras disciplinas, como ocorre geralmente na maior parte das instituições de ensino.

Os alunos podem usar, além da sala de aula, os outros três espaços laboratoriais, que fazem parte do InovaLab@POLI, para executar atividades extra-classe como encontros e



reuniões para pesquisa e desenvolvimento de projeto e construção de protótipos. Durante o período avaliado, a sala de projetos Inovalab@Poli foi, depois da sala de aula, o local mais utilizado pelos grupos para atividades como reuniões, conferências com os interlocutores das empresas e instituições por meio de comunicação *online* via Skype e execução de projeto e manipulação de protótipos, em diferentes etapas do processo.

Na oficina, os alunos puderam realizar atividades de corte, montagem e adaptação de materiais e foi disponibilizada para cada grupo uma caixa plástica para transporte e arquivamento dos materiais e protótipos em desenvolvimento. A oficina de eletrônica Inovalab@Poli foi utilizada por grupos que precisaram implementar protótipos envolvendo soluções eletrônicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisa a utilização de espaços físicos recentes do InovaLab@POLI e de uma sala de aula adaptada para o trabalho em equipe durante as aulas da nova disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos.

Considerando que a maior parte das salas de aula das universidades possui leiaute tradicional, um ponto de atenção na adaptação do leiaute para atividades em grupo é o grau de flexibilidade e de adaptabilidade do mobiliário existente. No caso da sala utilizada na USP, o mobiliário existente permitiu o uso em grupos, mas restringia a configuração em “u”.

O leiaute em grupo mostrou-se favorável para os momentos da aula em que são realizadas atividades em grupo, mas em alguns momentos em que é necessária intervenção dos professores para explicar conceitos teóricos, é preciso enfatizar a importância para chamar a atenção dos alunos que se encontram focados em suas atividades na equipe.

Como trabalhos futuros, sugere-se aprofundar a análise de utilização dos espaços considerando a efetividade de aprendizagem em cada situação. Adicionalmente, sugere-se especificar salas de aula com maior grau de flexibilidade para viabilizar aulas de projetos.

7. REFERÊNCIAS

BROWN, T. About IDEO. Disponível em: <<http://www.ideo.com/about/>> Acesso em: 20 de maio de 2014.

BUCHANAN, R. Wicked Problems in Design Thinking. In: Design Issues. Cambridge: The MIT Press, 1992.

BUSHNELL, T.; STEBER, S.; MATTA, A.; CUTKOSKY, M.; LEIFER, L. Using a “Dark Horse” Prototype to Manage Innovative Teams. Int. Conf. on Integration of Design, Engineering & Management for Innovation, Porto, 2013.

CARLETON, T; LEIFER, L. Stanford’s ME310 Course as an Evolution of Engineering Design. Proceedings of the 19th CIRP Design Conference Competitive Design, Cranfield University, 2009.

CENTER for Information Technology Research. Disponível em: <<http://invent.citris-uc.org/>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.



FASTE, R.; ROTH, B. & WILDE, D. J. Integrating Creativity into the Mechanical Engineering Curriculum. In:., ASME Resource Guide to Innovation in Engineering Design, American Society of Mechanical Engineers. New York: Cary A. Fisher, Ed, 1993.

INVENTION Studio. Disponível em: <<http://inventionstudio.gatech.edu/>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

LEE, J. S.; BASKERVILLE, R.; PRIES-HEJE, J. The Creativity Passdown Effect: Sharing Design Thinking Processes with Design Theory. 45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS), 2012.

MCKIM, R. Experiences in Visual Thinking. California: Brooks/Cole Publishing Co, 1973.

OLIN College of Engineering. Disponível em: <<http://www.olin.edu/>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

PRODUCT Realization Lab. Disponível em: <<https://productrealization.stanford.edu/>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

RITTEL, H. & WEBBER, M. Dilemmas in a General Theory of Planning. In: Policy Sciences 4. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1973.

ROWE, G. P. Design Thinking. Cambridge: The MIT Press, 1987.

SIMON, H. The Sciences of the Artificial. Cambridge: MIT Press, 1969.

STUDY OF THE USE OF UNCONVENTIONAL SPACES IN PHYSICAL EDUCATION OF PRODUCT DEVELOPMENT

Abstract: *This paper presents the undergraduate course Integrated Product Development in Polytechnic School of University of São Paulo, that explores aspects of teaching and active learning strategy based on Design Thinking. The paper describes the instructional spaces of the laboratories, materials and equipment used for development of virtual and physical prototypes in the course. The objective of this study is to analyze the use of physical spaces in the didactic activities of the discipline. In the course, students develop projects from academic challenges offered by companies and institutions based on actual demands of society. The projects require the improvement of various technical and soft skills such as tracking timelines and budget and the practice of oral and written communication for the exhibition of ideas and technical solutions. The set of labs InovaLab@POLI is used to engage students in innovation and product development activities for bringing together important features that promote the development of skills demanded by the discipline. The analysis of the use of physical spaces indicates situations in which students use each space and presents ideas for future developments of this discipline and similar disciplines in the field of product design.*

Key-words: *Teaching in Engineering, Design Thinking, Learning Environments, Laboratories, Product Development*