

CONSOLIDAÇÃO DO LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO, PROTOTIPAGEM E SIMULAÇÃO COMO AMBIENTE MULTIDISCIPLINAR DE PROJETOS

Resumo: O Laboratório de Inovação, Prototipagem e Simulação (LIPS), fundado em 2010 e localizado no Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) tem como objetivo amadurecer uma cultura de inovação, voltada a resolução de problemas cotidianos de maneira criativa. Para atingir esse fim, o laboratório usa de técnicas de prototipagem e simulação, enquanto guia sua equipe por meio de teorias construtivistas do conhecimento, dando destaque para a espiral construtivista de LIMA (2016) e a abordagem de solução de problemas do filósofo americano Larry Laudan. O presente trabalho é uma maneira de divulgar os esforços dos membros do LIPS como forma de protagonização do estudante, capacitação de futuros engenheiros para o mercado de trabalho e tentativa da consolidação de uma rede de parcerias entre a universidade e empresas. Além disso, é feita uma descrição de alguns trabalhos destaque do laboratório com a finalidade de exemplificar os resultados obtidos e a aplicação das teorias educativas.

Palavras-chave: inovação, equipe de graduandos, engenharia, teoria da espiral construtivista.

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório de Inovação, Prototipagem e Simulação (LIPS), sediado no Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), surgiu em 2010 com o objetivo de fomentar junto a estudantes de diversas áreas de exatas uma cultura de inovação, integração com empresas e compartilhamento de conhecimento.

De acordo com Laudan (1977), a ciência evolui a partir da busca de soluções para novos problemas, que podem estar inseridos em diversos contextos. Baseado nesse princípio construtivista do conhecimento, o LIPS possibilita um contato dos alunos com desafios práticos em que habilidades, como a resolução de problemas e proatividade, possam ser exercitadas de forma imersiva e didática. Neste contexto é possível motivar e despertar a curiosidade e interesse dos estudantes desde o início da vida universitária, de modo a contrabalançar o excesso de exposição teórica dominante nesse período.

Em sintonia com Rosário e Giroletti (2016), o LIPS se baseia na interação universidade-empresas. Atualmente, não basta formar estudantes para desempenharem funções técnicas e/ou administrativas nas empresas. Novas habilidades não contempladas no currículo tradicional, como a capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares, perceber nichos e oportunidades e atuar de forma criativa, permitem um protagonismo dos alunos e os prepara para inovar no ambiente de trabalho. Para tanto, o laboratório proporciona uma vivência de todas as etapas da concepção de um projeto, desde a sua ideação até a implementação de protótipo funcional avançado, estabelecendo assim, uma maior familiaridade com processos e softwares, em sintonia com os desafios das empresas.

O presente artigo aborda a atuação de um grupo de alunos envolvidos na concepção e no desenvolvimento de projetos aplicados sob a supervisão de um mentor, no caso o coordenador do laboratório. É discutida a relevância de projetos com foco em inovação no que tange a:

capacitação técnica dos estudantes, ideiação voltada para a solução criativa de problemas cotidianos e validação de metodologias educacionais como guias organizacionais e pedagógicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente seção exemplifica de maneira sistemática as atividades realizadas no LIPS a partir de uma abordagem teórica. A filosofia de trabalho do laboratório baseia-se na apropriação do conhecimento de uma forma construtivista. Segundo o filósofo Larry Laudan (1977) em seu livro “O Progresso e Seus Problemas”, desafios empíricos e teóricos são tratados de forma indistinta, e não como coisas separadas. Um dos modelos adotados no LIPS é a solução de problemas como método de aprendizagem. Para fins organizacionais é utilizada a espiral construtivista proposta por Lima (2017) na realização de projetos. São desenvolvidos protótipos mais simples como ponto de partida. Versões mais complexas são concebidas dentro uma abordagem gradual em termos de complexidade e abstração, como sugere Lima (2017).

Neste ambiente reúnem-se estudantes de diversos cursos de ciências exatas e engenharia formando equipes multidisciplinares, o que confere dinamismo ao processo de ideiação ao valorizar o conhecimento e as habilidades de cada estudante. Parcerias com empresas, como assinalam os autores Rosário e Giroletti (2016), constituem uma das principais metas do laboratório. Ao interagir com empresas, a universidade potencializa um aprendizado ativo que permite aos estudantes gerar soluções inovadoras para problemas reais da sociedade. É importante perceber que neste referencial a universidade passa a ser um ambiente mais sintonizado com as demandas da sociedade, conferindo dinamismo à aplicação da ciência em projetos de extensão e ensino (COLGRAD, 2015). Em suma, neste ambiente os alunos são estimulados a perceberem problemas reais como conexões de conhecimento que extrapolam visões clássicas de projetos ao incorporar a inovação.

3 MODUS OPERANDI VISANDO A PROTAGONISMO DO ALUNO

Dentre as diversas atividades realizadas no LIPS, destacam-se as abordadas na presente seção. Posteriormente será discutida a contribuição dessas atividades para a formação dos alunos como protagonistas de seu percurso acadêmico. Abaixo, seguem as atividades:

i) Atualmente são ministradas aulas da disciplina optativa: “Oficina de Projetos I”, código: ICE064. Essa disciplina é ofertada no laboratório aos alunos de bacharelado e licenciatura do curso de Física. A avaliação acadêmica dos participantes da oficina envolve um projeto final realizado em equipe. A meta é a concepção e implementação de um protótipo funcional utilizando tecnologias de baixo custo que constitua uma solução para algum problema cotidiano. Para tanto, os alunos são divididos em equipes expostas a softwares de prototipagem virtual, como o SolidWorks.

ii) Uma das propostas do LIPS é promover o protagonismo do estudante. Alunos motivados e com conhecimentos mais avançados são convidados a serem tutores e mentores dos participantes de oficinas oferecidas pelo laboratório. Na primeira edição da oficina de projetos, uma aluna de graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação (ECA) da

UFMG, Virgínia Sátyro, ministrou aulas sobre microcontroladores, com ênfase no Arduino. Considerando que graduandos dessa modalidade de engenharia estão familiarizados com conceitos de firmware, houve uma inversão de papel entre aluno e professor.

iii) Uma das razões de ser do LIPS é a valorização dos projetos realizados por alunos. São destaques do presente artigo os seguintes projetos: Projeto Minitar, Projeto Carrinho de Vibrações e o Projeto Nano Modelos. Em seções posteriores será fornecida uma visão geral de cada um desses projetos de forma a ilustrar como a realização e confecção de protótipos funcionais ampliam a experiência acadêmica.

iv) Outra missão do laboratório é desenvolver projetos que possam conferir ao ambiente acadêmico uma maior atratividade, com um apelo estético. Um exemplo ilustrativo são modelos moleculares gigantes de moléculas de carbono (fulereno, nanotubo de carbono e grafeno), desenvolvidos como parte de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do então estudante de mecatrônica do CEFET-MG, Leonardo José Silva Júnior, que utilizou o software SolidWorks para projetar os modelos e gerar gabaritos que permitiram realizar furos precisos nas esferas de aço compatíveis com a geometria das moléculas. Esse trabalho envolveu uma parceria com a empresa GERIS de Curitiba que forneceu as esferas de aço polido. No hall de entrada do Instituto de Ciências Exatas os visitantes se depararam com o seguinte cenário:

Figura 1: Modelo do fullereno projetado no LIPS
Que utiliza esferas de aço polido fornecidas pela empresa GERIS.



Fonte: Elaboração própria.

As atividades citadas não englobam todo o espectro de atuação do LIPS, entretanto dão uma ideia do escopo do laboratório. A seguir será dado um maior destaque ao item (iii) acima,

detalhando um pouco mais projetos desenvolvidos no LIPS e em seguida será feita uma discussão acerca da contribuição das metodologias adotadas e atividades realizadas na vida dos estudantes envolvidos.

4 PROJETOS REALIZADOS

4.1 PROJETO MINITAR

4.1.1 BACKGROUND

Um dos projetos de destaque desenvolvido no LIPS foi o projeto Minitar, que constitui uma solução para músicos que se queixam do volume excessivo de seus instrumentos ao transportá-los em viagens.

Para sanar o problema mencionado, foi feita uma pesquisa pelo grupo de alunos acerca de conceitos físicos e matemáticos que fossem úteis no processo de fabricação de uma guitarra, bem como uma pesquisa breve de como funciona o trabalho de lutier na fabricação desses instrumentos. Algumas guitarras são consideradas, inclusive, obras de arte que demoram anos para serem fabricadas. Todavia, o objetivo do grupo não foi se concentrar na estética, mas sim na praticidade, ao criar um instrumento fácil de ser carregado, sobretudo em viagens.

4.1.2 PROJETO

Em guitarras as cordas geralmente vibram em seu primeiro harmônico, e dessa forma a seguinte equação pode ser utilizada (Sears e Zemansky):

$$f_1 = \frac{v}{2L} \quad (1)$$

A equação (1) é a forma com a qual podemos descrever a frequência fundamental de uma onda vibrando em seu primeiro harmônico. De forma que f_1 , v , L correspondem, respectivamente à frequência fundamental, à velocidade de propagação da onda e ao comprimento da corda.

Com a equação (1) foi possível implementar o algoritmo abaixo (seguindo as técnicas e padrões do livro: “Algoritmos: Teoria e Prática” de Thomas H. Cormen, 3ª (10 de abril de 2012)) na linguagem C# (escolhida por pura comodidade).

Figura 2: Algoritmo em pseudocódigo para cálculo das paradas.

Algorithm 1 Cálculo de Casas

```

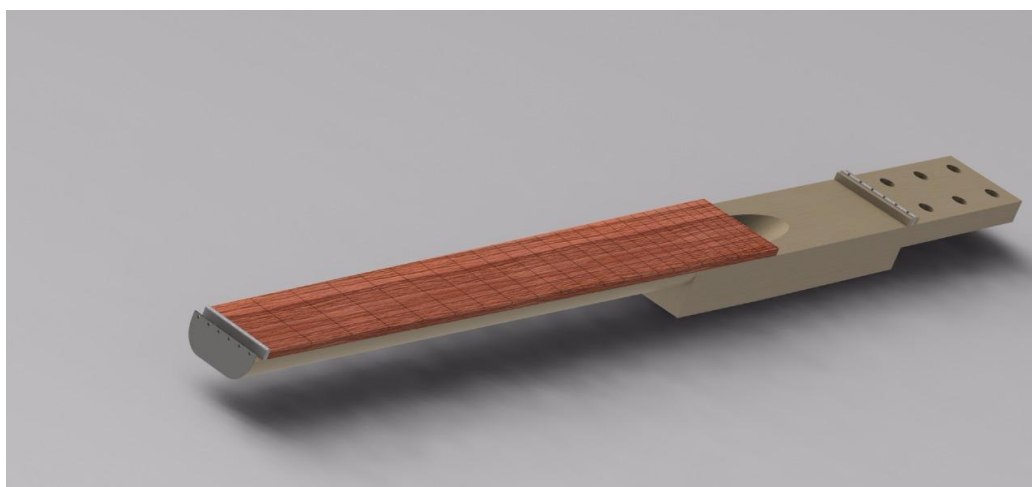
1: procedure CÁLCULO DE CASAS(input, v, f, d1, d0)           ▷ f = 329.6
2:   d0 ← userinput
3:   v ← 2 * (d0/100) * f
4:   intj ← 0
5:   while j ≤ 24 do
6:     d1 ← 100 * v / (2 * f)
7:     Write(j, d0 - d1)
8:     f ← (f * 1.059463)
9:     d0 ← d1
10:    j ← j + 1
11:  return .txt       ▷ O resultado é um documento texto com a posição das
                      casas no braço.

```

Fonte: Elaboração própria.

A saída do algoritmo permitiu ao grupo o planejamento da posição correta das casas no braço da guitarra. Dessa forma, foi concebido um protótipo 3D utilizando o software SolidWorks.

Figura 3: Modelagem 3D da guitarra em SolidWorks.



Fonte: Elaboração própria.

4.1.3 RESULTADO

Com o protótipo 3D elaborado, a equipe utilizou as ferramentas de prototipagem do LIPS e madeiras que seriam descartadas para montar o protótipo de guitarra (Fig. 4):

Figura 4: Protótipo final da guitarra.



Fonte: Elaboração própria.

4.2 PROJETO NANO MODELOS

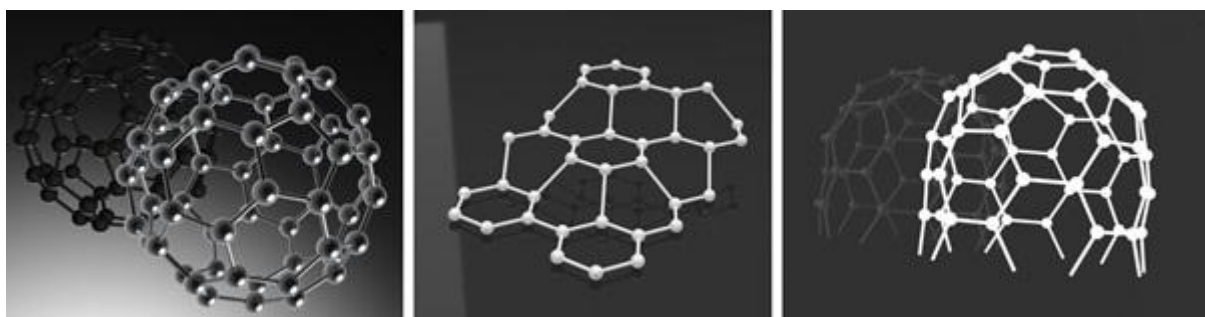
4.2.1 BACKGROUND

Com o intuito de divulgar as pesquisas em nanociências realizadas na UFMG, foi construído um modelo 3D gigante, feito em SolidWorks, de uma molécula de fulereno como parte de um projeto de TCC envolvendo o LIPS e a empresa GERIS, com recursos do Instituto Nacional de Nanomateriais de Carbone, financiado pela Fapemig e pelo CNPq. Além desse projeto, foram elaborados também outros modelos em exposição no hall de entrada do ICEX.

4.2.2 PROJETO

O desenvolvimento de protótipos virtuais utilizando o software SolidWorks foi essencial para se solucionar o problema de orientar corretamente os tubos utilizados na confecção dos três modelos moleculares ilustrados abaixo:

Figura 5: Protótipo do fulereno, grafeno e nano tubos de carbono respectivamente.



Fonte: Elaboração própria.

4.2.3 RESULTADO

Os modelos moleculares se tornaram ícones do Instituto de Ciências Exatas e ilustram uma parte importante da produção científica e tecnológica da universidade (nanotubos de carbono foram adicionados a cimento, melhorando suas propriedades). A divulgação científica através de modelos que podem ser considerados objetos de arte, evidencia a sinergia entre um laboratório de inovação voltado para alunos de graduação e as pesquisas de ponta realizadas por pesquisadores altamente qualificados.

4.3 CARRINHO MOVIDO A VIBRAÇÕES

4.3.1 BACKGROUND

O projeto consiste em um carrinho que utiliza vibrações para se mover, desenvolvido para desconstruir o conceito de veículos terrestres em geral, já que o seu movimento não envolve o uso de rodas. Essa é uma ideia interessante para capacitar os alunos envolvidos a usar softwares de prototipagem e conceitos básicos de eletrônica embarcada.

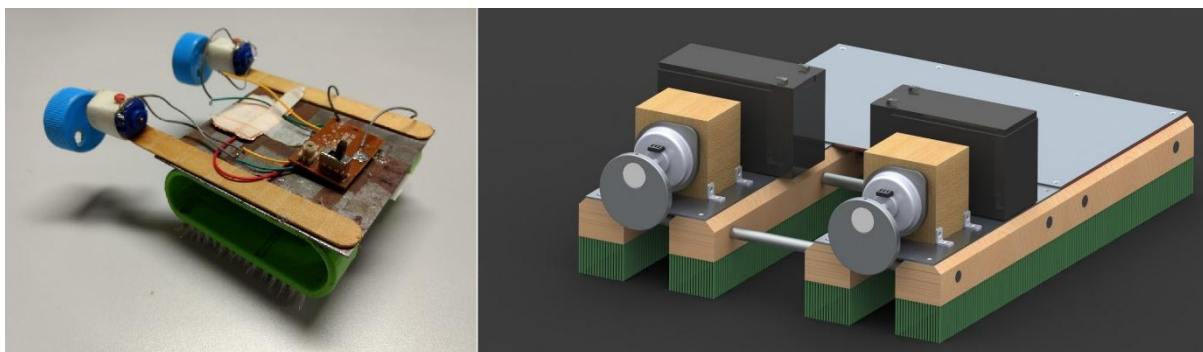
4.3.2 PROJETO

Para fazer um protótipo funcional, conectamos aos eixos dos motores tampinhas de garrafas de plástico (é muito importante destacar o fato que o eixo de rotação do motor não coincide com o centro da tampinha). Desta forma, quando acionados, os motores produzem uma vibração. O fato de serem utilizados dois motores excêntricos permite realizar curvas (para esquerda ou direita). Tal mecanismo para gerar vibrações é conhecido como Vibracall, dispositivo presente em celulares, controles de videogame e escovas de dentes elétrica como essa finalidade.

4.3.3 RESULTADOS

Após a montagem de um protótipo minimalista em menor escala usando componentes de carrinhos de controle remoto, foi possível desenvolver um modelo maior do carrinho com modelagem tridimensional no software SolidWorks, que utilizará baterias e motores mais potentes. O projeto ainda está em andamento, e uma versão física do segundo protótipo deverá ficar pronta em breve.

Figura 6: Carrinho movido a vibrações (esq.) e modelagem (dir.)



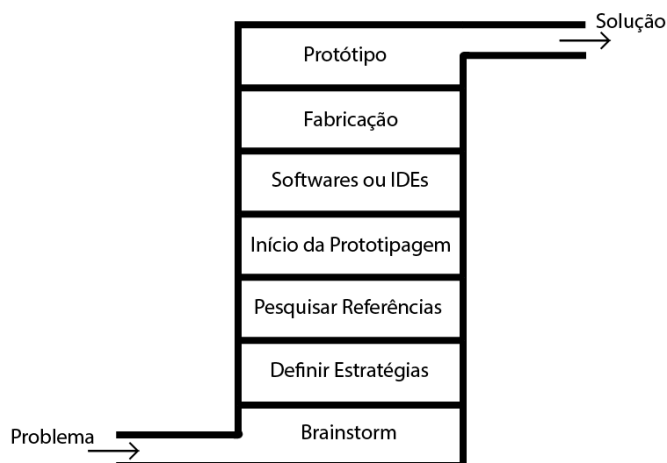
Fonte: Elaboração própria.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho discute algumas das atividades realizadas em um ambiente de inovação multidisciplinar, voltado para a capacitação, prototipagem e validação. Como exemplos ilustrativos apresentamos projetos que culminaram com um protótipo funcional, fruto do trabalho de estudantes universitários supervisionados por um professor e por técnicos do Departamento de Física. Nesta seção discute-se o impacto do LIPS de maneira mais geral.

Em primeiro lugar, o LIPS conseguiu validar métodos educativos construtivistas por meio da aplicação dos mesmos nas práticas ali desenvolvidas. O esquema abaixo representa a combinação da espiral construtivista de LIMA (2017) com os princípios de Laudan.

Figura 7: Caixa solucionadora de problemas.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7 pode ser vista como uma “caixa transformadora”. O seu funcionamento é baseado na filosofia de Laudan: sua função é justamente transformar problemas em soluções. Para tanto, em seu interior, existem vários andares, nos quais cada nível acrescenta um grau de complexidade maior do projeto (LIMA,2017). Por meio da combinação dos dois enfoques, foi possível abordar problemas cujas soluções foram obtidas por meio da prototipagem de modo a atender alguma demanda específica.

Por fim, os integrantes do LIPS entendem que, além do teste de metodologias de ensino, laboratórios que atuam como ambientes de inovação devem ser valorizados no contexto universitário, uma vez que permitem o desenvolvimento de ideias originais por parte do corpo discente da universidade visando a capacitação e o protagonismo dos alunos.

REFERÊNCIAS

COLGRAD. Projeto Pedagógico do Curso de engenharia de controle e automação, (2011) Disponível em: <<http://www.controle.eng.ufmg.br/>> Acesso em: 24 de maio de 2017 LI, Qing; YAO, Carolyn. (2014). Real-Time Concepts for Embedded Systems. CMP Books, Elsevier, India, 2014.

DE OLIVEIRA, Maria do Rosário Alves; GIROLETTI Domingos Antônio . “INTEGRAÇÃO ENTRE UNIVERSIDADE E EMPRESA: AVALIAÇÃO DE PROJETO ESPECÍFICO.” Laboratório De Periódicos Científicos, UFSC, 2016, Disponível: <incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/v8n1605/pdf>.

GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. O professor artista-reflexivo de Física: a pesquisa em ensino de Física e a modelagem analógica. Disponível em: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre v. 1, n. 3, p. 86-98, 2001.

Laudan, L. (1977). Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth. Berkeley. University of California Press. Leahey, TH (1992). The mythical revolutions of American psychology. *American Psychologist*, 47, 308-318.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. *Interface (Botucatu)*, Botucatu, v. 21, n. 61, p. 421-434, jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-32832017000200421&lng=pt&nrm=iso. Acessos em 30 jun. 2017.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 4;

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, 3rd edition, MIT Press, 2009.

CONSOLIDATION OF THE LABORATORY OF INNOVATION, PROTOTYPING AND SIMULATION AS A MULTIDISCIPLINARY PROJECT ENVIRONMENT

Abstract: Founded in 2010 and located at the Physics Department of the Federal University of Minas Gerais (UFMG), the Laboratory of Innovation, Prototyping and Simulation (LIPS) has the objective of solving problems in a creative way to enhance the culture of innovation in the lab. To fulfill this goal, LIPS uses simulation and prototyping techniques, while guiding it's students with constructivist theories of building knowledge. The main educational references are the constructivist spiral elaborated by LIMA (2016) and the problem solving model established by Larry Laudan. The present work promotes the efforts of LIPS members to develop student protagonization in the university while preparing the future team of engineering students for the competitive work market, the present paper also shows LIPS attempts to build partnerships between the university and other companies. The final result is the application of the educational constructivist theories in problem solving, with the discussion of projects elaborated in the lab.

Key-words: innovation, undergrad team, engineering, constructivist spiral theory.