

Construção de uma Centrífuga e de um Sistema de Eletroforese de baixo custo:

Fabricação Digital como alternativa para a Educação

João Vitor Dutra Molino
Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências
Farmacêuticas
Av. Prof. Lineu Prestes, 580, B16
Cidade Universitária
05508000-São Paulo, SP
+55 11 3091 2376
molino@usp.br

Viviane Siratuti
Universidade de São Paulo
Instituto de Biociências
Rua do Matão, 1010
05508-090 - São Paulo - SP
+55 11 97606 3632
vivianesiratuti@gmail.com

Lucas Nishida
Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Biomédicas
Av. Prof. Lineu Prestes, 1374
05508-900 - São Paulo - SP
+55 11 99646 6662
lucasnishida2@gmail.com

Bruno Rafael Arico
Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística
Rua do Matão, 1010
05508-090 - São Paulo - SP
+55 11 97200 8228
brunoarico@gmail.com

Antony Brayan Campos
Faculdade de Ciências
Farmacêuticas
Av. Prof. Lineu Prestes, 580, B16
Cidade Universitária
05508000-São Paulo, SP
+55 11 98885 3124
antonybcampos@gmail.com

Miguel Croce
Universidade de São Paulo
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
R. do Lago, 876
05508-090 - São Paulo - SP
+55 11 98420 1306
miguelcroce133@gmail.com

Eduardo Padilha Antonio
Universidade Federal de São Paulo
Instituto de Ciências Ambientais,
Químicas e Farmacêuticas
Rua Soriano de Albuquerque, 34
Jardim Macedônia
05894440 - São Paulo, SP
+55 11 95031 3246
edu.biomusical@gmail.com

Rita Wu
Universidade de São Paulo
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
R. do Lago, 876
05508-090 - São Paulo - SP
+55 11 99483 6483
r.digwu@gmail.com

Tiago Lubiana
Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Biomédicas
Av. Prof. Lineu Prestes, 1374
05508-900 - São Paulo - SP
+55 11 95425 8000
tiagolubiana@hotmail.com

RESUMO

O iGEM (International Genetically Engineered Machine) é uma competição internacional de Biotecnologia que acontece desde 2003 em Bostons, EUA, cuja proposta é desenvolver organismos geneticamente modificados para solucionar problemas vividos pela humanidade. Biohacking é um seguimento do movimento hacker que defende que conceitos e métodos das Ciências Biológicas tenham livre acesso por parte da população, empoderando-a. Neste trabalho descrevemos a construção de uma centrífuga e de um sistema de eletroforese utilizando materiais de baixo custo, visando baratear o acesso a esses equipamentos, cruciais para um laboratório de biotecnologia. Os equipamentos aqui descritos foram produzidos com o uso de técnicas de fabricação digital, a saber, corte a laser e impressão 3D. Ao final de sua construção obtivemos uma centrífuga com custo inferior a R\$200,00 e um sistema de eletroforese com um custo de aproximadamente R\$ 45,00.

Concluiu-se que a fabricação de equipamentos sofisticados necessários para experimentos de biotecnologia e biologia molecular é viável e que torna esses equipamentos significativamente mais acessíveis quando comparado a itens comerciais. Essa abordagem abre perspectivas para a ampliação do acesso a essas ferramentas não só no contexto de uma competição de biotecnologia mas também de colégios públicos que, sabidamente, lutam contra a falta de recursos pedagógicos e estrutura, especialmente quando se trata de laboratórios de ciências.

Conceitos CCS

- Ferramentas → Cortadora a Laser
- Ferramentas → Impressora 3D • Ferramentas → Arduino
- Materiais → MDF • Materiais → Jumper
- Materiais → Arduino mini • Materiais → Acrílico.

Palavras-chave

Centrífuga; Eletroforese; iGEM; Biotecnologia; Fabricação digital; Cortadora a laser; Impressora 3D;

1. INTRODUÇÃO

Centrífugas são equipamentos extensivamente utilizados em laboratórios científicos dada sua capacidade de separar amostras em diferentes fases. Isso se deve à força centrífuga que faz com que materiais mais densos sejam separados dos menos densos. Essa propriedade se faz extremamente útil num contexto em que soluções precisam ser frequentemente separadas para que se possa obter somente a porção de interesse.

Eletroforese é uma técnica que consiste em submeter partículas e moléculas eletricamente carregadas a um campo elétrico que as força a transitar através de um material poroso, ocasionando sua separação por tamanho (peso molecular). Essa técnica é válida para moléculas como DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico) e proteínas, sendo inclusive respondável por testes como exame de paternidade e sequenciamento gênico.



Imagem 1: Modelo comercial de um sistema de eletroforese: Cuba e eletrodos (esquerda) e fonte voltagem (direita).

Ambas as técnicas supracitadas são cruciais para a realização de experimentos e análises quer para fins didáticos, clínicos ou de pesquisa, mas, infelizmente, são também muito caras, dado o alto custo dos equipamentos (hardware) e componentes que as tornam possíveis. Dessa forma, este trabalho se propõe a descrever a construção desses equipamentos utilizando materiais de baixo custo e técnicas de fabricação digital, tornando-os mais baratos e acessíveis.

Tal iniciativa teve origem nas atividades do time composto por alunos da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo e da Universidade Estadual de São Paulo criado para participar do iGEM (International Genetically Engineered Machine), uma competição internacional de Biotecnologia que reúne alunos e pesquisadores do mundo inteiro em Boston, EUA. Essa competição promove o empoderamento dos participantes que realizam projetos fora da tradicional rigidez acadêmica e são estimulados a criarem formas mais acessíveis de colocarem seus planos em prática. Assim, dado o alto custo de equipamentos científicos especializados e os poucos recursos disponíveis num país em crise que pouco valoriza a ciência, surgiu a ideia de lançar mão de técnicas de fabricação digital para a construção dos próprios equipamentos necessários ao desenvolvimento do projeto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os equipamentos foram construídos com o uso de modelagem 3D a partir de modelos fornecidos pela Waag Society (Imagem 2), um instituto de Arte e Ciência sediado em Amsterdam que criou a Biohack Academy, um curso que visa construir 10 equipamentos de laboratório de baixo custo somente utilizando fabricação digital. Os modelos obtidos do repositório dessa instituição foram alterados por pequenas modificações sendo estas, no caso da centrífuga: implantação de uma base de silicone para absorção da vibração, redução do suporte de tubos alocado acima do rotor e alteração da fonte de energia utilizada.

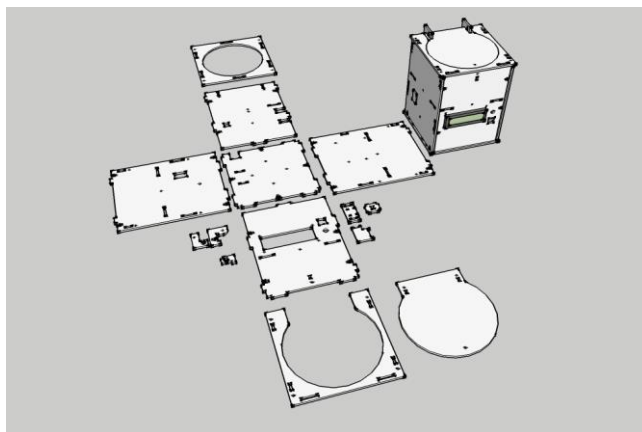


Imagem 2: Esquema digital para corte a laser da estrutura da Centrífuga (Fonte: Waag Society)

As placas de MDF (Medium Density Fiber) utilizadas foram cortadas em cortadora 3D no Inova Lab da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Se trata de um laboratório multidisciplinar que conta com recursos para a realização de projetos na área de engenharia.

No link é possível acessar a lista de materiais necessários para a construção de uma Centrífuga e de um Sistema de Eletroforese de baixo custo, respectivamente:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0B3mZZIk6eMa-dHk2MEs3cWs0eTA>

Os materiais listados foram obtidos de diferentes fornecedores sendo que as células em branco ou com 0 (zero) correspondem a materiais cujo custo é ínfimo ou que já estavam disponíveis para a realização do projeto.

3. RESULTADOS

3.1 Centrífuga

Foi construída uma centrífuga a partir dos materiais supracitados que conta com visor digital, botão para seleção da velocidade desejada, tampa, suporte para tubos do tipo Eppendorf e uma base de silicone.

O equipamento foi utilizado várias vezes e cumpriu sua função de forma satisfatória. Apesar disso, pouco tempo antes da submissão deste artigo, a fonte que alimentava a centrífuga

quando da realização de um experimento queimou, sendo somente necessária sua reposição por outra fonte que suportasse maior tensão. Além disso, nenhum outro incidente indesejável foi testemunhado e o aparelho voltou a funcionar normalmente.



Imagem 3: Centrífuga construída

3.2 Sistema de Eletroforese

O sistema de eletroforese foi construído a partir dos materiais supracitados e testado para a verificação de possíveis vazamentos. Até o momento da redação deste artigo o sistema não havia sido usado em um experimento real, apesar de sua perfeita adequação para isto.

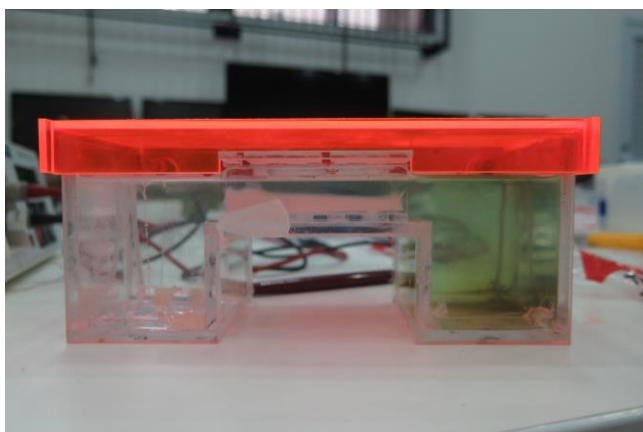


Imagem 4: Sistema de Eletroforese construído

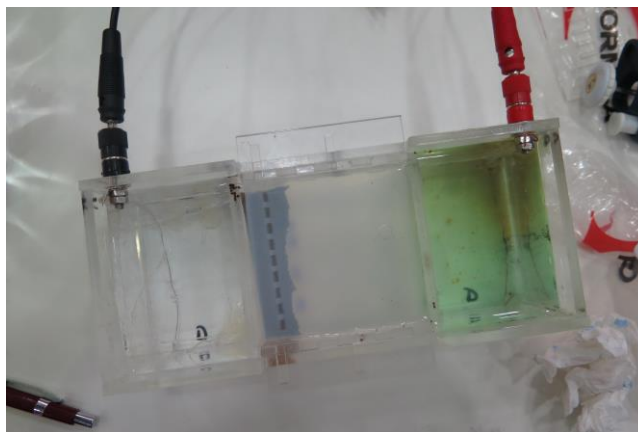


Imagem 5: Sistema de Eletroforese em funcionamento

4. DISCUSSÃO

A construção dos equipamentos se mostrou ser relativamente simples e rápida uma vez que se possui um modelo computadorizado e os matérias à mão. Ainda assim, mesmo que seja necessário modelar o objeto no computador, há diversos softwares abertos e de fácil manuseio que o permitem fazer. O maior limitante aqui seria o acesso a uma cortadora a laser e impressora 3D mas esta realidade vem mudando gradativamente em razão de laboratórios de Fabricação Digital como o InovaLab da Universidade de São Paulo e o Garagem FabLab e os laboratórios criados recentemente pela Prefeitura de São Paulo e que são de uso público.

Apesar do objetivo inicial de atender a demanda do grupo por realizar experimentos visando a participação no iGEM, percebeu-se que a construção desses equipamentos tem aplicações muito mais amplas, especialmente na educação, servindo a professores das Ciências que poderiam assim incrementar suas aulas e propor atividades práticas aos alunos.

5. CONCLUSÃO

A construção dos equipamentos sugeridos foi bem sucedida graças ao uso de ferramentas de fabricação digital que, associadas a materiais alternativos e de baixo custo permitiu a realização de um projeto que, de outra forma, provavelmente não teria acontecido. Para além do escopo do projeto em desenvolvimento para o iGEM, a experiência aqui descrita se mostrou útil para a construção de equipamentos para escolas e colégios que de outra forma não teriam acesso a esse tipo de recurso pedagógico.

O processo foi fundamental para validar a importância de se aprender fazendo, já que, apesar de possuímos um projeto inicial, detalhado, ele não estava projetado para nossas reais necessidades. Ao longo do processo mudanças foram incorporadas, principalmente no que diz respeito ao software, assim como substituição de materiais, o que tornou a personalização um ato de projetar, criar e aprender.

Pode-se ratificar na prática o que as bibliografias sobre o Movimento Maker [4 e 5] apontam, ou seja, a importância do fazer enquanto metodologia de aprendizado e empoderamento. Os processos práticos tornam-se, assim, parte integrante do projeto, tornando a o ato de fazer e adaptar projetos mais uma ferramenta.

Além disso, a democratização do acesso também mostra-se como fundamental para a retroalimentação do próprio fazer científico.

Outro ponto fundamental é que através de ferramentas digitais de fabricação consegue-se obter aparelhos de nível compatível aos produzidos industrialmente, porém com o custo drasticamente reduzido. Por fim, não só o iGEM presta um grande serviço à sociedade (científica e não científica) ao estimular a realização de projetos por alunos mas a fabricação digital pode revolucionar a educação científica em nosso país, empoderando professores e alunos e dando a eles as ferramentas para transformarem suas realidades.

6. AGRADECIMENTOS

Nosso agradecimento ao Time iGEM USP-UNIFEP-UNESP 2016 que proporcionou o ambiente intelectual para a construção dos equipamentos aqui descritos. À Universidade de São Paulo e suas Pró-Reitorias de Graduação, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão pelo apoio financeiro. Ao Prof. Dr. João Carlos Monteiro de Carvalho por nos ceder o espaço de seu laboratório e dar todo o apoio necessário para a realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Lopes, R.D. e Zancul, E. InovaLab@POLI – Inovação na Educação em Engenharia. Relatório Técnico. Universidade de São Paulo. Disponível em < http://www.prg.usp.br/wp-content/uploads/EP_RoseliDeusLopes.pdf >
- [2] SYNERGENE Newsletter 02. 2015. Inspiring Biohack Academy. Relatório. Disponível em < <https://www.synergene.eu/sites/default/files/uploads/SynergeneNewsletter02-BiohackAcademy.pdf> >
- [3] Boheemen, P. 2015. Biohack Academy Syllabus. Disponível em < <https://biohackacademy.github.io/> >
- [4] Martinez, S. L.; Stager, Gary S. Invent To Learn: Making, Tinkering, and Engineering the Classroom. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.
- [5] Hatch, M. The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. 2013.