



CAPÍTULO 14

BIOLOGIA SINTÉTICA E BIOHACKING COMO OPORTUNIDADE DE INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO EM BIOCÊNCIAS

Liza Felicori; Patricia Silveria; Lucilene Aparecida Resende Oliveira;
Rosangela da Silva Lomeo; Eduardo Bento Pereira; Laura Martuscelli
Lunardi; Sabrina Feliciano Oliveira; Cristiane Bittencourt Barroso Toledo;
Eduardo Emrich Soares; Alessandro Sobreira Galдино;
Denise da Silveira Lemos; Rodolfo Cordeiro Giunchetti

Introdução

Foi a partir do século XVII que se deu a primeira revolução nas universidades, onde, além das atividades de ensino, foi agregada a pesquisa como missão das mesmas. Embora esta primeira revolução ainda esteja em processo de desenvolvimento em muitas universidades brasileiras, uma segunda revolução teve início na segunda metade do século XX em Universidades como MIT, Stanford e Harvard, onde surge o conceito de Universidade Empreendedora, que agrega uma nova missão, voltada ao desenvolvimento econômico e social. Nesta nova visão, a universidade se aproxima das demandas da sociedade onde está inserida e incorpora a responsabilidade de importante pilar do desenvolvimento econômico e social. No Brasil, existe uma grande necessidade de se ampliar a sinergia e os fluxos de conhecimento entre a universidade e a sociedade, determinantes para a absorção, a aprendizagem e a geração de inovação e tecnologia (Almeida; Cruz, 2010).

Podemos observar, nas últimas décadas, que as formas de produção e de aprendizagem estão sofrendo uma grande transformação, e a essência dessa mudança não está em acúmulo de tecnologia ou conhecimento, mas no desdobramento de práticas de cooperação que favorecem um regime permanente de inovação (Glaucio Arbix, 2011). Está surgindo no mundo uma nova vanguarda

produtiva, experimentalista, e novos espaços de ensino e aprendizagem são necessários para oferecer os instrumentos e as oportunidades para que seus usuários possam se engajar nesse novo momento (Unger, 2010).

Foi nesse contexto, buscando adequar os mecanismos de colaboração e inovação a esse momento histórico, que a biologia sintética se iniciou em 2000, no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (Boston, Estados Unidos), com o desenvolvimento dos *biobricks* (Tom Knight⁸). Esses trechos padronizados de DNA são módulos que simplificam a construção e o compartilhamento de circuitos genéticos inéditos, capazes de dotar os organismos hospedeiro (o “chassi”) com funções inovadoras. Para lançar as fundações dessa nova disciplina, foi criado em 2006, em Emeryville, na Califórnia (Estados Unidos), um centro de pesquisa de biologia sintética (SynBERC⁹) que convergiu universidades, agências estatais e empresas. Uma das prioridades desse centro foi fornecer os meios que permitissem a criação e o compartilhamento de novos *biobricks*, circuitos e chassis, assim como educar os novos pesquisadores e buscar novas maneiras de se discutir os aspectos emergentes relacionados à bioética, à biossegurança e à biosseguridade. Foi criado, entre outras iniciativas, um repositório on-line de *biobricks* (que funciona sob o regime de licença do tipo *Creative Commons*, sem fins lucrativos) e uma competição internacional para estudantes, o iGEM, cujo o objetivo principal é a criação e a validação de novos *Biobricks*. O sucesso dessa competição a colocou como veículo principal para a expansão e legitimação da abordagem de construção por *Biobricks*, e da aceitação dessa abordagem como a norma dentro dessa nova disciplina.

Para garantir que a propriedade intelectual relacionada aos *biobricks* permanecesse sob a licença do *Creative Commons*, e que a inovação na biologia sintética se dê de forma análoga ao software livre, em código aberto, alguns dos pesquisadores do MIT, membros do

8. Disponível em: <<http://bit.ly/2JI0eKP>> Acesso em: 15 maio 2019.

9. Disponível em: <<http://bit.ly/2Vtzgsm>> Acesso em: 15 maio 2019.

SynBERC, criaram em Londres a *Biobrick Foudation*¹⁰, cujo escopo principal está baseado em atividades que defendem o interesse público.

Paralelamente (e reforçando) o avanço da biologia sintética como uma disciplina, vemos também o surgimento de organizações independentes, de pesquisa, baseadas em torno do princípio de código aberto, proporcionando acesso da comunidade ao laboratório e à formação científica, e permitindo o desenvolvimento de novas soluções para seus próprios problemas (além do surgimento de uma cultura de inovação). O sucesso desse modelo de geração de inovação já é utilizado, por exemplo, pela Unicef¹¹.

Não são somente os produtos e os métodos da biologia sintética que estão inspirando os jovens pesquisadores, mas também a forma como essa nova área está renovando as instituições e suas comunidades ao redor do mundo, com sua nova forma de engajamento do público, convergência da sociedade com a ciência, deliberação ética, realização de uma prática mais democrática e cooperativa de tomada de decisão.

Biologia Sintética

Diversas áreas do conhecimento já foram beneficiadas pela biologia sintética, através de trabalhos importantes como a modificação do metabolismo de uma levedura para a produção da principal droga anti-malária, a artemisinina (Ro et al., 2006), a produção de biocombustíveis em bactérias modificadas (Dellomonaco; Rivera et al., 2010), modificação de organismos para propósitos ambientais (Cases and de Lorenzo, 2005), criação de sistemas terapêuticos inteligentes (Weber; Schoenmakers et al., 2008), biomaterial (Basu et al., 2005), geração de biosensor ou biorreator (Broz et al., 2006), entre diversos outros.

10. Disponível em: <<http://bit.ly/2LNatzW>>. Acesso em: 15 maio 2019.

11. Disponível em: <<https://uni.cf/2W3dakV>>. Acesso em: 15 maio 2019.

iGEM

Com o avanço da Biologia Sintética e com a sua ideia de facilitar a construção de sistemas biológicos utilizando estratégias de engenharia, um grupo visionário do MIT, criou no ano de 2004 uma competição de Biologia sintética, denominada iGEM (International Genetically Engineered Machine Competition¹²) para alunos do ensino médio, de graduação, pós-graduação e até mesmo para empresários. O objetivo da competição iGEM é promover a biologia sintética de maneira que cada equipe inscrita deva modificar uma bactéria ou célula eucariótica ou mesmo um sistema membranar não vivo (“cell-free”) para um determinado fim tecnológico que a própria equipe deve estabelecer.

Em Minas Gerais, alunos da UFMG em 2013 criaram uma bactéria sensora para doenças cardíacas¹³. Já em 2014, outro grupo de alunos da UFMG visou o desenvolvimento de um probiótico que detectasse câncer colorretal nas fezes de pacientes¹⁴. Em 2015, o projeto da equipe da UFMG propôs a modificação de um organismo inicialmente patogênico, a *Leishmania*, para o tratamento da artrite reumatóide. Em colaboração com o dr. Hira Nakhasi, do Department of Health and Human Services (HHS), o grupo trabalhou com uma cepa de *Leishmania donovani* modificada, que possui o gene da centrina deletado (gene envolvido na duplicação do parasito), e por isso, a *Leishmania* sobrevive pouco tempo no organismo e não causa doença. A ideia do projeto foi utilizar esse organismo para produzir uma droga com ação anti-inflamatória, o interferon-beta (IFN- β), e desta maneira impedir os efeitos exacerbados da inflamação produzida pelas principais células envolvidas na doença, os macrófagos¹⁵.

Hoje em dia, mais de 200 universidades do mundo participam da competição e milhares de alunos são formados com perfis mul-

12. Disponível em: <<http://bit.ly/2VrnjTY>>. Acesso em: 15 maio 2019.

13. Disponível em: <<http://bit.ly/2Yx6adM>>. Acesso em: 15 maio 2019.

14. Disponível em: <<http://bit.ly/2vYl8w1>>. Acesso em: 15 maio 2019.

15. Disponível em: <<http://bit.ly/30jJT9z>>. Acesso em: 15 maio 2019.

tidisciplinares difundindo a biologia sintética nas áreas de ensino, pesquisa e inovação.

Inovação

A competição iGEM foi um marco no avanço da Biologia Sintética. Através de projetos oriundos da competição surgiram algumas empresas como a Glowing Plant, que tem como objetivo produzir plantas que brilham no escuro para iluminar cidades, e a Arsenic Whole-Cell Biosensors para a detecção de arsênio.

Diante do desenvolvimento da área e desta quantidade de aplicações possíveis da mesma, estima-se que em 2020 o mercado de biologia sintética atinja 38,7 bilhões de dólares, segundo relatório da Allied Market Research¹⁶.

Atualmente, segundo o Synthetic Biology project¹⁷, 116 produtos na área de biologia sintética estão sendo desenvolvidos. Destes, 51 já estão no mercado. Estes projetos possuem aplicações na área da indústria de cosmético, com a produção, por exemplo, de umectantes, na área de biocombustíveis, com a produção de etanol, na medicina, com a produção de artemisinina, na indústria alimentícia, com a produção do resveratrol, entre diversas outras aplicações.

Faça-Você-Mesmo

A biologia sintética alavancou também o compartilhamento e *hackeamento* do código genético (DNA) e das máquinas que o manipulam. O movimento façavocêmesmo (*DIY* ou *Maker*) possibilita que qualquer pessoa leiga consiga construir objetos e dispositivos eletrônicos complexos com um baixíssimo custo.

A comunidade internacional de **Biologia FaçaVocêMesmo** (*Do-It-Yourself Biology* ou *DIYbio*) surgiu do esforço para promover acesso às ferramentas modernas de biologia molecular (e biologia

16. Disponível em: <<https://on.mktw.net/2J1gXd>>. Acesso em: 15 maio 2019.

17. Disponível em: <<http://bit.ly/2VG6VE6>>. Acesso em: 15 maio 2019.

sintética), criando soluções mais baratas e simples para realizar esses experimentos. Entusiastas e curiosos estão se reunindo para aprender sobre biologia e realizar seus projetos em espaços (laboratórios) dedicados, chamados de *Hackerspaces*.

Hackerspace

Hackerspace é um espaço físico que oferece a infraestrutura para que pessoas que compartilham interesses comuns possam se encontrar, trocar experiências e desenvolver seus projetos individuais ou coletivos. É um lugar que abriga uma comunidade capaz de dar suporte para que um indivíduo consiga realizar suas ideias, por meio do *hacking*: Aprender, Modificar/Melhorar, Compartilhar.

Originalmente os *hackerspaces* eram independentes e associados exclusivamente à inovação tecnológica ligada à computação, à eletrônica e à robótica, mas atualmente as áreas de atuação são diversas, e já existem *hackerspaces* em universidades, oficinas, laboratórios, bibliotecas públicas e estúdios de arte.

A conotação negativa que o termo *hacker* possui no senso comum é uma distorção. O termo surgiu nos anos 1950 no MIT e designa um indivíduo que se dedica com intensidade incomum em conhecer e interferir em um determinado problema.

O primeiro *hackerspace* (ou *hackspace*) surgiu na Alemanha nos anos 1990, em um coletivo de programadores de software que compartilhavam o mesmo espaço físico, chamado C-Base. A partir de 2007, a ideia foi levada para os Estados Unidos, onde existia um público receptivo, e lá pôde se diversificar e multiplicar. Hoje em dia, segundo a associação dos *Hackerspaces*¹⁸, existem 2.281 destes espaços ativos, 1.417 deles em funcionamento e 352 em construção.

Existem outros tipos de espaços de inovação colaborativa, que foram derivados dos *hackerspaces* originais. Estes estão mudando a maneira de promover inovação e gerar conhecimento, entre eles:

18. Disponível em: <<http://bit.ly/2LLRAO3>>. Acesso em: 15 maio 2019.

- **Hacktubators:** espaço que mistura um bio-hackspace e uma incubadora de empresas. Oferece equipamentos de ponta e infraestrutura de uma empresa para que os usuários (geralmente alunos de pós-graduação), com recursos de editais, realizem seus projetos. Segundo a revista científica *Nature*, esse tipo de espaço é uma alternativa aos pesquisadores que não gostam da burocracia e lentidão das instituições públicas de ensino.
- **Fablabs:** conceito criado pelo laboratório “Bits and Atoms” do MIT. Trata-se de uma oficina que oferece aos seus membros as ferramentas digitais de prototipagem que permitem ao usuário “fabricar quase tudo”. Elas já estão espalhadas pelo mundo¹⁹ e são interligadas por webcam para que haja uma permanente colaboração.
- **Bio-hackspaces:** são laboratórios abertos e comunitários para os entusiastas de biologia sintética. Promovem atividades de divulgação científica e utilizam ferramentas do tipo façavocêmesmo (DIY). Geralmente, os projetos são realizados por financiamento colaborativo.

Bio-hackerspace

Biohackers são indivíduos que conduzem experimentos biológicos como *hobby* (National Science Advisory Board for Biosecurity, 2011), incluindo cientistas, empreendedores, artistas e curiosos.

O primeiro *Bio-hackerspace*, Genspace, foi criado em 2010 por Ellen Jorgensen em Nova Iorque. Hoje em dia, mais de 60 espaços deste tipo foram criados ao redor do mundo. Estes laboratórios concentram-se principalmente nos Estados Unidos e Europa. Além do Genspace, os mais conhecidos são: o Hackuarium, em Lausanne, na Suíça (Figura 32), o La Paillasse, em Paris (Figura 33) e o BioCurious, no Silicon Valley (Figura 34).

Estes laboratórios dedicam-se ao ensino promovendo, por exemplo, cursos práticos, como o de extração de DNA de frutas, à Bioarte, e ao empreendedorismo e inovação.

Particularmente o Laboratório La Paillasse tem um trabalho bastante interessante de estímulo ao empreendedorismo estudantil através

19. Disponível em: <<http://bit.ly/30o43uf>>. Acesso em: 15 maio 2019.

da colaboração de cinco estabelecimentos de ensino superior, de cinco lugares inspiradores (incluindo o próprio hackerspace) e de empresas.



Figura 32. Hackuarium

Disponível em: <<http://bit.ly/2VZYfYR>>. Acesso em: 15 maio 2019.



Figura 33. La Paillasse

Disponível em: <<http://bit.ly/30oXFD2>>. Acesso em: 15 maio 2019.



Figura 34. BioCurious

Disponível em: <<http://bit.ly/2W8juYn>>. Acesso em: 15 maio 2019.

No Brasil, ambientes do tipo *Bio-hackerspaces* começam a aparecer como oportunidade de ensino e inovação colaborativos. O primeiro deles inaugurado em 2018 na UFMG, o Laboratório Idea Real, mas vários outros começam a ser estruturados como o OLABI no Rio de Janeiro e o BiotechTown em Belo Horizonte.

IdeaReal Biolab

O Laboratório IdeaReal BioLab é um Laboratório aberto à comunidade (*Biohackerspace*) e dedicado à biologia sintética e molecular com o intuito de promover uma maior aproximação da população à ciência e uma maior popularização da mesma através do envolvimento direto da população e de empresas em projetos científicos, estimulando também a inovação. A proposta de sua criação iniciou-se em 2014 após a participação de um grupo de alunos da UFMG na competição de biologia sintética, o iGEM.

A partir da participação da UFMG em três anos consecutivos na competição diversas iniciativas paralelas foram surgindo dentro da Universidade como outros projetos voltados para a participação em competições, a Disciplina multidisciplinar de Oficina de Projetos, Inovação e Empreendedorismo²⁰, projetos voltados ao empreendedorismo como a iniciativa Empreenda em Ação²¹, Programas de Aceleração como o Biostratup Lab²² e diversas demandas de alunos, empresários e curiosos com necessidade de um espaço-físico para desenvolverem suas ideias. Desta maneira, em março de 2018, o IdeaReal abriu suas portas na UFMG, dentro do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

Para sua inauguração, a equipe coordenadora do Espaço organizou o IV Curso de Verão de Engenharia de Máquinas Biológicas. O Curso contou com 40 participantes e durante o encontro, os alunos imprimiram na impressora 3D um microscópio portátil acoplado ao celular

20. Disponível em: <<http://bit.ly/2WLJCFA>>. Acesso em: 15 maio 2019.

21. Disponível em: <<http://bit.ly/2VCKkbG>>. Acesso em: 15 maio 2019.

22. Disponível em: <<http://bit.ly/2VrmJFK>>. Acesso em: 15 maio 2019.

e fizeram uma lâmina com uma planta para observação no mesmo, além de criarem arte com bactérias geneticamente modificadas.

Os objetivos do IdeaReal são principalmente: **(a)** popularizar a ciência através da abertura de suas portas para membros da comunidade; **(b)** desenvolver metodologias ativas de ensino; **(c)** estimular o empreendedorismo no ambiente universitário; **(d)** estimular o movimento DIYbio e a ciência/código aberto; **(e)** estimular a multidisciplinaridade na pesquisa, ensino e inovação através da realização de cursos e *meetups* no Espaço.

O Laboratório faz parte de uma rede de Ambientes de Inovação e da Rede Latino-Americana de *Biohackerspaces*²³.

O Laboratório IdeaReal propõe-se a ser um protagonista no desenvolvimento de cursos e workshops mensais, baseados em metodologias ativas, como A Noite de extração do DNA, onde cada participante do curso traz uma fruta de casa e a extração de DNA da fruta trazida é realizada; curso de arduínos para montagem da fechadura com senha para laboratórios; curso de Impressão 3D de moléculas; noções de Empreendedorismo, dentre outros que estão sendo elaborados pela equipe e por colaboradores envolvendo BioArte. E o mais importante: o laboratório está aberto para hospedar o seu projeto!

Referências

ALMEIDA, Daniella Rocha de; CRUZ, Angela Duran Aparecida da. O Brasil e a segunda revolução acadêmica. **Interface da Educ.**, Paranaíba, v. 1, n. 1, p. 53-65, 2010.

BASU, Subhayu et al. A synthetic multicellular system for programmed pattern formation. **Nature**, v. 434, n. 7037, p. 1130-1134, 2005.

BROZ, Pavel et al. Toward intelligent nanosize bioreactors: A pH-switchable, channel-equipped, functional polymer nanocontainer. **Nano Letters**, v. 6, n. 10, p. 2349-2353, 2006.

23. Disponível em: <<http://bit.ly/2VI7qh1>>. Acesso em: 15 maio 2019.

GLAUCO ARBIX, Flávia Consoni. Inovar para transformar a Universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 26, n. 77, p. 204-224, 2011.

RO, Dae-Kyun; et al. Production of the antimalarial drug precursor artemisinic acid in engineered yeast. **Nature**, v. 440, n. 7086, p. 940-943, 2006.

UNGER, Roberto Mangabeira. **A reinvenção do livre-comércio**. [S.l: s.n.]. Editora FG ed., 2010.

Agradecimento: Lucas Ribeiro, estudante de medicina que escreveu parte da introdução deste capítulo e que estimulou a criação do IdeaReal.

Agradecimentos:

