Abordagens educacionais de Biologia Sintética para alunos de Ensino Médio no contexto da competição iGEM Design League.

Synthetic Biology educational approaches for high school students in the context of the iGEM Design League competition.

Petherson Fonseca Krul
petherson@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Sabrina Ávila Rodrigues
sabrinaavila@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Juliana Vitória Messias Bittencourt
julianavitoria@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Evelyn Souto Oliveira
souto.eeve@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Gustavo de Araújo Corrêa
correag@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

RESUMO

A Biologia Sintética (SynBio) é uma área interdisciplinar que une conceitos de engenharia, matemática, biologia molecular e física visando o design e a construção de circuitos genéticos, montados a partir de sequências de DNA padronizadas e intercambiáveis, com o objetivo de potencializar ou introduzir funções biológicas de interesse em fungos, bactérias e plantas. Atualmente, uma das principais iniciativas voltadas à promoção da Biologia Sintética é a competição iGEM Design League que, pautando-se no conceito de "open science", tem como um de seus pilares o incentivo ao desenvolvimento de iniciativas educacionais que visam à democratização do ensino da Biologia Sintética. O presente trabalho foi desenvolvido por membros de um projeto de extensão da UTFPR-PG denominado UTPrimers iGEM Team que, em 2021, participará da competição supracitada. Nesse sentido, uma série de abordagens educacionais foram planejadas visando dois objetivos centrais: compreender a atual percepção de alunos de Ensino Médio residentes nos Campos Gerais sobre a synbio e promover o ensino dos principais temas que envolvem essa área por meio de plataformas que oportunizam uma interação mais ativa e acessível por parte dos alunos. Dessarte, foram desenvolvidos questionários, aulas e dinâmicas digitais para potencializar futuramente a compreensão dos alunos em relação à Biologia Sintética.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia Sintética. Abordagens educacionais. Ensino Médio.

ABSTRACT

Synthetic Biology (SynBio) is an interdisciplinary field that puts together concepts of engineering, mathematics, molecular biology and physics aiming at the design and construction of genetic circuits, assembled from standardized and interchangeable DNA sequences, with the goal of enhancing or introducing biological functions of interest in fungi, bacteria and plants. Currently, one of the main initiatives that seeks to promote Synthetic Biology is the iGEM Design

League competition, which, based on the concept of "open science", has as one of its pillars the encouragement on developing educational initiatives with the goal of democratization on the teaching of Synthetic Biology. This project was developed by members of an extension project from UTFPR-PG, called UTPrimers iGEM Team, which, in 2021, will participate in the previously mentioned competition. In this regard, a series of educational approaches were planned aiming at two main objectives: to understand the current perception of high school students residing in the Campos Gerais area about SynBio and to promote the teaching of the main themes involving this field, through platforms that allow for a more active and accessible interaction by students. Thus, questionnaires, classes and digital dynamics were developed to enhance the understanding of students concerning Synthetic Biology in the future.

KEYWORDS: Synthetic Biology. Educational approaches. High School.

INTRODUÇÃO

A Biologia Sintética (SynBio) é uma área interdisciplinar da ciência que une conceitos de engenharia, matemática, biologia molecular e física visando o design e a construção de circuitos biológicos com aplicações de interesse industrial, ambiental ou social em organismos vivos como fungos,bactérias e plantas que, dentro de tal contexto, são denominados chassis . (BOLDT, 2010, KELVICK et a, 2015). De acordo com Cameron et al (2014), essa abordagem de engenharia inserida nas ciências biológicas teve sua origem na segunda metade do século XX com a descoberta de um sistema de regulação gênica no operon Lac de bactérias *Escherichia coli* por Francois Jacob e Jacques Monod em 1961, seguida pelo desenvolvimento de técnicas de clonagem, PCR e de ferramentas computacionais capazes de sequenciar o genoma inteiro de microrganismos.De acordo com Andrianantoandro el al (2006), Serrano (2007) e Cameron et al (2014), esse cenário de evolução nas áreas de genética e biologia molecular possibilitou a elaboração de estratégias de biologia de sistemas que foram responsáveis por listar e padronizar sequências de DNA cujas propriedades são bem caracterizadas por técnicas laboratoriais e modelagem computacionaL. Além disso, a capacidade de síntese artificial do DNA permitiu que tais sequências fossem moduladas em conjunto visando a formação de circuitos genéticos capazes de desempenhar funções de interesse a partir de “células hospedeiras” em organismos vivos.

Dessa forma, pode-se dizer que a Biologia Sintética consiste na utilização de sequências de DNA padronizadas que podem ser unidas por meio de ferramentas de simulação em bioinformática e de técnicas da biologia molecular visando a construção de circuitos responsáveis por potencializar ou introduzir funções biológicas em determinados chassis. (SERRANO, 2007,AGAPAKIS, 2014, KELWICK et al, 2015). Diante disso, o avanço das tecnologias e ferramentas de Biologia Sintética vem sendo abordado como uma das alternativas científicas para auxiliar na resolução de problemas da sociedade contemporânea envolvendo saúde, produção industrial e alimentícia, substituição das matrizes energéticas e recuperação de ecossistemas afetados pela poluição (CHOWNK et al, 2019).

Atualmente, uma das instituições mais envolvidas com a promoção da Biologia Sintética no mundo é a Fundação iGEM (International Genetically Engineered Machine), uma organização independente e sem fins lucrativos dedicada ao avanço da Biologia Sintética, competição e educação e ao desenvolvimento de uma comunidade aberta e colaborativa baseada no conceito de “open science”. O Giant Jamboree e a iGEM Design League são os principais eventos promovidos pela fundação, configurando-se como competições de Synbio que ocorrem, respectivamente, em nível internacional e exclusivamente na América Latina. Diante desse contexto, tais competições incentivam a realização de atividades no campo das Práticas Humanas que, em geral, envolvem iniciativas responsáveis por promover o diálogo das equipes competidoras com a sociedade e segmentos diretamente impactados pelos projetos desenvolvidos, (indústria, pesquisadores, profissionais do legislativo, comunidade externa, entre outros). Dentro do espectro das Práticas Humanas,

são estimuladas iniciativas educacionais que visam à democratização do ensino da Biologia Sintética através de atividades como palestras, aulas, debates, jogos e materiais didáticos.(Betten et al, 2018).

O presente trabalho foi desenvolvido por membros UTPrimers iGEM Team , a equipe de pesquisa e competição na área Biologia Sintética da UTFPR-PG que, em 2021, participará da iGEM Design League juntamente com outros 24 times de graduação que representam 8 países da América Latina. Diante da vasta gama de possibilidades que o trabalho com Práticas Humanas possibilita dentro de tal contexto, uma série de abordagens educacionais foram planejadas visando dois objetivos centrais: compreender a atual percepção de alunos do Ensino Médio residentes nos Campos Gerais sobre vários aspectos da Biologia Sintética e promover o ensino dos principais temas que envolvem essa área científica por meio de plataformas que oportunizam uma interação mais ativa e acessível por parte dos jovens que seriam beneficiados pelas atividades. Tal abordagem é essencial em um cenário no qual, de acordo com Cameron et al (2014) , a Biologia Sintética apresenta uma evolução consideravelmente acelerada ao longo do século XXI, sendo necessária uma compreensão no que tange aos conceitos da SynBio por parte daqueles que constituirão a sociedade do futuro, de modo que suas decisões a respeito de como as aplicações provenientes dessa área podem impactar em seu cotidiano sejam feitas de forma consciente e segura. (ANDERSON et al, 2012, FONSECA et al, 2012). Além disso, Lima et al (2018) destaca a importância da realização de atividades práticas que promovam a participação efetiva dos discentes, diferindo-se do modelo tradicional, no qual o mesmo é baseado na figura do professor como detentor do conhecimento e na recepção passiva de conceitos por parte dos alunos. Dessa forma promovendo associação com a teoria construtivista, o autor afirma que tais intervenções devem favorecer a atividade cognitiva dos alunos, instigando-os à investigação e buscando soluções para situações presentes no cotidiano. A partir de tais considerações e baseando-se nos conceitos apresentados por Santos et a (2020), o planejamento das abordagens educacionais supracitado visou também a realização das atividades preferencialmente em grupos propiciando, dessa forma, a inserção da turma em um contexto social que propicia a construção conjunta de conhecimentos relacionados à Biologia Sintética.

MATERIAIS E MÉTODOS

Busca por colégios e instituições dispostos a estabelecer parcerias para a realização das aulas

A busca por instituições dispostas a receber a equipe para a realização das aulas se deu por meio de parcerias firmadas com uma empresa júnior do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da UTFPR-PG e com o DCE da UTFPR-PG. Além disso, os autores utilizaram contatos pessoais para buscar essa aproximação com os colégios de Ensino Médio.

Desenvolvimento de aulas com foco em explicitar os conceitos da Biologia Sintética para alunos de Ensino Médio

Devido às limitações espaciais geradas pela pandemia da Covid-19, as atividades tornaram-se restritas à utilização de plataformas digitais de ensino, pautadas no intercâmbio estratégico entre slides, materiais audiovisuais e jogos interativos. Segundo Silva (2017), as tendências educacionais atuais se direcionam para a necessidade de integração estratégica dos meios digitais de forma que os mesmos possam exercer o papel de facilitadores no processo de ensino-aprendizagem, considerando que a geração atual é composta por discentes definidos pelo autor como “nativos digitais”. Dessa forma, técnicas educacionais iconográficas pautadas em atividades utilizando imagens mostram-se mais eficazes em detrimento do modelo tradicional utilizando textos longos e aulas de caráter expositivo. Nesse sentido, todas as aulas ministradas foram estruturadas por meio de slides e vídeos interativos desenvolvidos na plataforma “Canva”.

Além do citado, o conteúdo programático das aulas foi construído através de esforços visando abordar os principais pontos necessários à compreensão de princípios básicos e do caráter interdisciplinar da Biologia Sintética, promovendo associação com saberes voltados a conceitos de genética, microbiologia, humanidades, atualidades e as inovações industriais promovidas pela biotecnologia. Tal estratégia de associação se dá uma vez que, de acordo com Gerhard e Filho (2012), os seres humanos assimilam novas informações através de um caráter relacional. Por esse motivo, todo o conteúdo programático foi pensando de modo a abordar temas como o dogma central da biologia molecular (necessário para a compreensão da lógica dos circuitos genéticos) história da Biologia Sintética, conceitos básicos da área, partes constituintes e construção de circuitos biológicos através de analogias com elementos da vida cotidiana dos alunos. Tanto as aulas quanto seu conteúdo programático já foram definidas e serão apresentadas na sequência na forma de imagens retiradas do canva e tabela feita no programa word, respectivamente.

Questionário para análise da percepção dos alunos de Ensino Médio acerca da Biologia Sintética

Buscando compreender quais deveriam ser os critérios utilizados para analisar a percepção dos jovens estudantes de Ensino Médio no que tange aos conceitos de Biologia Sintética, realizou-se uma busca na plataforma "Google Acadêmico" utilizando as palavras chave "Synthetic Biology", "perception", "students", "high school", "analysis". A partir dessa análise, as perguntas desenvolvidas pelos autores foram armazenadas em uma tabela feita pelo programa "Microsoft Word".

Para a aplicação do questionário, foram pesquisadas algumas plataformas facilmente utilizáveis que possibilitariam aos alunos responderem às perguntas de forma anônima. Além disso, deseja-se fazer uma comparação entre as respostas dadas antes e após a realização das aulas citadas no tópico anterior. Nesse sentido, o principal critério estabelecido para definir a plataforma do questionário foi a maneira como o meio digital em questão exibia os resultados do questionário, sendo prezadas aquelas que possuíam um perfil gráfico mais atraente e auto-explicativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desenvolvimento de aulas com foco em explicitar os conceitos da Biologia Sintética para alunos de Ensino Médio

Visando abordar os principais temas relevantes à compreensão do que é a Biologia Sintética básica, o conteúdo programático apresentado na tabela 1 será aquele utilizado no decorrer das aulas ministradas.

Tabela 1- Apresentação do conteúdo abordado nas aulas de Biologia Sintética

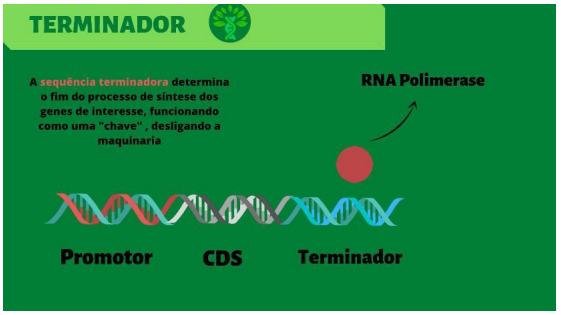
Conteúdo programático das aulas de Biologia Sintética
1- Dogma central da Biologia molecular e seus conceitos (estrutura e funcionamento de DNA, RNA, proteínas e processos de transcrição e tradução)
2- Conceito básico de Biologia Sintética
3- História da Biologia Sintética
4- Partes constituintes de um circuito genético (chassi, vetor, promotor, RBS, CDS e terminador)
5- Construção básica de um circuito genético
6- Construção de circuitos de Killswitch (morte celular programada)
7- Atividade prática de montagem de circuitos genéticos fazendo analogia ao processo criativo de beats de rap

Fonte: O autor (2021).

Além disso, conforme mencionado na área de materiais e métodos, optou-se por fazer o desenvolvimento das aulas utilizando a plataforma canva, que possibilitaria o trabalho com os conceitos de Biologia Sintética de forma mais visual. Um exemplo de tal abordagem pode ser verificado na figura abaixo,

que utiliza imagens para explicar o funcionamento de uma sequência de DNA padronizada com função terminadora.

Figura 1 - Apresentação visual do funcionamento de uma sequência de DNA terminadora



Fonte: O autor (2021).

Questionário para análise da percepção dos alunos de Ensino Médio acerca da Biologia Sintética

Considerando os critérios de escolha abordados na seção de materiais e métodos, a plataforma selecionada para aplicação dos questionários foi o “Mentimeter”. Essa seleção deve-se ao fato de que a plataforma em questão possibilita que as respostas sejam feitas de forma completamente anônima, trabalha com questões dissertativas ou de múltipla escolha e geram resultados visuais como gráficos e nuvens de palavras ao final dos questionários.

Para a elaboração das perguntas, o presente artigo planejou uma abordagem que vai considerar gênero, idade e área do conhecimento de interesse (humanas,exatas e/ou biológicas) como fatores capazes de impactar na percepção dos estudantes acerca da Biologia Sintética, baseando-se no trabalho de Fonseca et al (2012). Além disso, conforme apresentado por Klop and Severiens (2007), o posicionamento dos alunos frente ao tema pode ser mensurado por meio de perguntas que abordem a percepção de riscos e benefícios e o impacto de crenças e conhecimentos prévios no que tange à aceitabilidade em torno das aplicações provenientes da Biologia Sintética. Tais perguntas serão mostradas na tabela abaixo.

Tabela 2- Perguntas a serem aplicadas no questionário através da plataforma “Mentimeter”

1- Escreva 3 palavras que representem a sua percepção sobre o uso de produtos como medicamentos, cosméticos, roupas e outros objetos de uso pessoal feitos ou compostos por microrganismos geneticamente modificados.
2 - Você se sentiria seguro usando um dos tipos de produtos supracitados?
3- Quais preocupações dentre as citadas abaixo você acha que devem ser levadas em consideração na aprovação ou não de um produto/processo de origem em aplicações da Biologia Sintética. a) Segurança em termos de saúde humana; b) Princípios éticos e religiosos, afinal, a Biologia Sintética trabalha diretamente com o DNA de microrganismos e plantas, alterando a "essência da vida" desses seres; c) Conservação dos ecossistemas; d) Controle do ambiente no qual esses organismos modificados geneticamente estão armazenados, evitando seu escape do ambiente laboratorial; e) Geração de novas doenças a partir desses organismos;
4- Cite 3 aplicações da Biologia Sintética conhecidas por você;
5- Selecione o número que representa a atitude que você tomaria hoje diante da possibilidade de comprar e usar um medicamento, cosmético ou outro produto de cuidado pessoal no qual existem bactérias modificadas por abordagens de Biologia Sintética. 1. Não compraria em nenhuma hipótese; 2. Somente compraria em um cenário extremo (ausência de outras alternativas para resolver o meu problema, por exemplo); 3. Ainda não tenho opinião formada sobre esse assunto. 4. Compraria somente depois de ler muito sobre tudo o que envolve o produto; 5. Compraria com certeza;

Fonte: O autor (2021).

Busca por colégios e instituições dispostos a estabelecer parcerias para a realização das aulas

Até o momento, foram estabelecidas parcerias com o Cursinho Solidário do DCE da UTFPR-PG e com uma escola particular de Curitiba-PR. As aulas serão ministradas entre a segunda quinzena de setembro de 2021 e a primeira quinzena de outubro de 2021.

CONCLUSÃO

Conforme apresentado no presente artigo, a Biologia Sintética é uma área multidisciplinar que vêm apresentando um grande potencial de expansão ao longo do século XXI de modo que, em um futuro próximo, os circuitos biológicos podem fazer-se cada vez mais presentes nos cenários industriais, sociais e ambientais.Diante disso, torna-se necessária uma compreensão a respeito dos principais conceitos de Biologia Sintética por parte dos jovens que constituirão a sociedade do futuro, de modo que suas decisões sobre a maneira com que tais aplicações provenientes dessa área possam impactar em seu cotidiano sejam feitas de forma consciente e segura. Nesse sentido, acredita-se que o planejamento das abordagens educacionais exposto nesse artigo é adequado ao objetivo de compreender e potencializar o entendimento dos alunos de Ensino Médio da Região dos Campos Gerais acerca da Biologia Sintética.

AGRADECIMENTOS

Fica registrado aqui os nossos agradecimentos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa, pelas bolsas de extensão concedidas como apoio financeiro para a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

AGAPAKIS, Christina M. Designing synthetic biology. **ACS synthetic biology**, v. 3, n. 3, p. 121-128, 2014.

ANDERSON, James et al. Engineering and ethical perspectives in synthetic biology: Rigorous, robust and predictable designs, public engagement and a modern ethical framework are vital to the continued success of synthetic biology. **EMBO reports**, v. 13, n. 7, p. 584-590, 2012.

ANDRIANANTOANDRO, Ernesto et al. Synthetic biology: new engineering rules for an emerging discipline. **Molecular systems biology,** v. 2, n. 1, p. 2006.0028, 2006.

BOLDT, J. Synthetic biology: Origin, scope, and ethics. J. **Center for Humans and Nature**, v. 3, p. 20-25, 2010.

CAMERON, D. Ewen; BASHOR, Caleb J.; COLLINS, James J. **A brief history of synthetic biology.** Nature Reviews Microbiology, v. 12, n. 5, p. 381-390, 2014.

CHOWNK, Manisha et al. Applications and future perspectives of synthetic biology systems. In: Current developments in biotechnology and bioengineering. **Elsevier**, 2019. p. 393-412.

GERHARD, A, C; FILHO, J, B, R. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.17, p 125-145: Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/210/144, Acesso em: 01 set, 2021.

KELWICK, Richard et al. Promoting microbiology education through the iGEM synthetic biology competition. **FEMS microbiology letters,** v. 362, n. 16, 2015.

KAROUI, M, E; HOYOS-FLIGHT, M; FLETCHER, L. Future Trends in Synthetic Biology: A Report, **Front. Bioeng. Biotechnol,** 2019. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2019.00175/full, Acesso em: 14 set, 2021.

LIMA, J,F; AMORIM, T, V; LIMA, P, C, S. Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Biologia**, vol.11,n. 1, p. 36-54: Pará, 2018. Disponível em: http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/107/24, Acesso em: 01 set, 2021.

SANTOS, F, S; FERRAZ, D, F; KLEIN, A, I; FRANCISCO, A, C; MIQUELIN, A, F. Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 359-383, Ponta Grossa, 2020. Disponível em: http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/199, Acesso em: 22, abr. 2021.

SERRANO, Luis. **Synthetic biology: promises and challenges**. 2007.

SILVA, J, B. O contributo das tecnologias digitais para o ensino híbrido: O rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. **Revista de estudos em linguagem e tecnologia**, n. 02: Ceará, 2017. Disponível em: http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/1531, Acesso em: 01 set, 2021.

VECCHIO, D, D; DY, A, J; QIAN, Y. Control theory meets synthetic biology, Royal Society, 2016, v. 13. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2016.0380, Acesso em: 14 set, 2021.