



## Torneio Estudantil de Biologia Sintética: Uma proposta de sequência didática para o Ensino Investigativo e abordagem CTS

## Torneio Estudantil de Biologia Sintética: Uma proposta de sequência didática para o Ensino Investigativo e abordagem CTS

Evelyn Souto Oliveira<sup>1</sup>, Sabrina Rodrigues Ávila<sup>2</sup>,

### RESUMO

A Biologia Sintética, se trata de um campo científico interdisciplinar, que une áreas como biologia, engenharia genética e computação, propiciada mediante a evolução dos conhecimentos provenientes das técnicas do DNA recombinante. Neste sentido, pode ser definido como um campo que estuda o potencial genético de organismos, de forma que informações genéticas sejam manipuladas e inseridas em novas células, para a produção de compostos de interesse, que apresentam aplicações em campos como: geração de energia, agricultura, tratamento de doenças, vacinas, entre outros. A competição iGEM Grand Jamboree, configura-se como um dos maiores divulgadores científicos do campo na atualidade, onde equipes de estudantes do mundo inteiro, apresentam soluções para problemáticas globais ou provenientes das comunidades onde se inserem. Dessa forma, através do pressuposto denominado de Práticas Humanas, as equipes devem considerar os impactos gerados através da consulta social, promovendo o diálogo com as partes interessadas (comunidades afetadas, órgãos regulamentadores, indústria, profissionais da área, entre outros). Assim sendo, considerando os aspectos bioéticos a serem discutidos através do desenvolvimento do campo mencionado, propõe-se a aplicação de uma sequência didática, construída através das abordagens histórico-investigativo e ensino CTS, utilizando aspectos da competição global iGEM, como forma de promover a aprendizagem significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biologia Sintética; Educação CTS; Ensino Histórico-Investigativo.

### ABSTRACT

Synthetic Biology is an interdisciplinary scientific field, which unites areas such as biology, genetic engineering, and computing, provided by the evolution of knowledge from recombinant DNA techniques. In this sense, it can be defined as a field that studies the genetic potential of organisms, so that genetic information is manipulated and inserted into new cells to produce compounds of interest, which have applications in fields such as: energy generation, agriculture, treatment of diseases, vaccines, among others. The iGEM Grand Jamboree competition is one of the greatest scientific promoters of the field today, where teams of students from all over the world present solutions to global problems or coming from the communities where they operate. Thus, through the assumption called Human Practices, teams should consider the impacts generated through social consultation, promoting dialogue with stakeholders (affected communities, regulatory bodies, industry, professionals, among others). Therefore, considering the bioethical aspects to be discussed through the development of the mentioned field, it is proposed the application of a didactic sequence, built through the historical-investigative approaches and CTS teaching, using aspects of the global competition iGEM, to promote meaningful learning.

**KEYWORDS:** Synthetic Biology; CTS Education; Historical-Investigative Teaching.

<sup>1</sup> Bolsista da DIREC-PG. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: oliveira.2020@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: ID Lattes: 0974310579782396.

<sup>2</sup> Docente no Departamento de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: E-mail: sabrinaavila@utfpr.edu.br. ID Lattes: ID Lattes: 1165441010027633.



## INTRODUÇÃO

O advento da Biologia Sintética, bem como, o desenvolvimento das técnicas de manipulação genética, remontam da elucidação de mecanismos de regulação em microrganismos. Neste sentido, no início da década de 60, François Jacob e Jacques Monod, ao promover experimentações com bactérias *Escherichia Coli*, descobriram a existência do operon lac, o qual refere-se a um segmento do genoma bacteriano da espécie, que condiciona comportamentos no microrganismo quando exposto a um meio provido de lactose. Mais tarde, com o surgimento da informática, tornou-se possível a visualização do genoma dos organismos e a compreensão dos comportamentos gerados, através de cada segmento do material genético, possibilitando sua manipulação (Cameron et al., 2014).

A Biologia Sintética, portanto, surge como um campo interdisciplinar emergente, que se desenvolve concomitantemente com os avanços observados nas áreas da biotecnologia e da engenharia genética, onde, através do aprimoramento das práticas do DNA recombinante, possibilita, analisar o material genético, de forma que organismos se mostrem constituídos por diversos “blocos biológicos” que quando inseridos e recombinados em novas células, possam expressar compostos de maneira heteróloga, que apresentam potencial de aplicação na sociedade em campos como: geração de energia limpa, combustíveis, produção de vacinas, insumos medicamentosos e aditivos alimentares, (Rohregger et al., 2020).

Atualmente, um dos principais eventos de divulgação científica e educacional no campo da Biologia Sintética se trata da competição anual, promovida pela fundação iGEM (International Genetically Engineered Machine), denominada iGEM Grand Jamboree, que teve início em 2004. Neste sentido, equipes de estudantes do mundo inteiro buscam soluções para problemáticas locais e globais, considerando recortes sociais, econômicos, ambientais, culturais, entre outros. Além do citado, um dos critérios avaliativos para a medalha de ouro, se trata do pressuposto de “Práticas Humanas”, onde devem ser considerados e estudados exaustivamente os aspectos bioéticos de cada projeto, através de pesquisas realizadas mediante aplicação de formulários, entrevistas, direcionadas às partes interessadas (sociedade, comunidades impactadas, empresas, órgãos de regulamentação), de maneira a mitigar possíveis impactos na sociedade e nos ecossistemas (iGEM, 2020).

Considerando o potencial educacional da competição iGEM, portanto, pode-se estabelecer relações com o ensino histórico-investigativo, o qual se trata de uma abordagem que busca romper com os padrões tradicionais de ensino de ciências, uma vez que, neste caso, os discentes são confrontados com uma determinadas situações-problema, sobre as quais devem tecer hipóteses e sugerir possíveis soluções, através da utilização de habilidades comuns ao método científico, passando de meros receptores de informações à participantes ativos nos processos de ensino aprendizagem (Batista e Silva, 2018).



Assim sendo, a abordagem supracitada, também conhecida como “inquiry learning” foi inicialmente proposta por John Dewey, onde se baseava em pressupostos da teoria cognitivista, a qual sugere que o processo de ensino-aprendizagem deve centrar-se no indivíduo e considerar seus conhecimentos prévios como ponto de partida. Dessa forma, visava-se mitigar o padrão de ensino vigente, pautado em atividades puramente expositivas, através da disseminação de conceitos técnicos. (Zômpero e Laburu, 2011). Neste sentido, Conforme Carvalho (2018), abordagens que envolvem as 4 etapas da investigação: problema, hipótese, plano de trabalho e obtenção de dados, se tornam mais adequadas para estudantes de nível médio, dada a complexidade das atividades.

Outra abordagem que se pode associar com a Biologia Sintética, se trata do campo de educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que segundo Mendes et al (2022), surge em meados do século XX, após o rompimento com a visão clássica positivista do desenvolvimento científico, proposta por pensadores como Descartes e Augusto Comte, a qual configurava a ciência enquanto soberana, salvacionista e sendo observada pela sociedade de maneira passiva e com ausência de criticidade. Tal cenário passou por transformações, após a segunda guerra mundial, onde se passou a questionar os impactos sociais e ambientais gerados pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Portanto, o presente trabalho objetiva a construção e aplicação de uma sequência didática expositiva e prática voltada ao ensino de Biologia Sintética, aplicada pela equipe de competição e pesquisa, UTPrimers, de forma que sejam utilizadas como base nas 4 primeiras etapas da abordagem histórico-investigativa e ensino CTS, para alunos do Ensino Médio da região de Ponta Grossa, de maneira que sejam utilizados elementos da competição global iGEM durante os processos de ensino-aprendizagem.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Em primeiro lugar deu-se a busca por referencial teórico para a elaboração da sequência didática em plataformas de divulgação científica como: Capes, Google Acadêmico e Scielo, utilizando como palavras-chave: ensino investigativo, biologia sintética e genética. Assim sendo, o projeto foi aplicado inicialmente no Instituto Federal de Ponta Grossa, para uma turma de 36 estudantes provenientes do 2º ano do Ensino Médio, onde as temáticas foram abordadas em 4 aulas, divididas entre dois dias, sendo o primeiro dia voltado a abordagem do conteúdo teórico e o segundo dia para as apresentações dos trabalhos das equipes.

Dessa forma, iniciou-se com a problematização inicial, onde, foram discutidos os aspectos cinematográficos da exposição da genética no audiovisual através do longa-metragem “Homem Aranha de volta ao lar”, neste sentido, foram utilizadas perguntas-problema como “O que faz com que o Homem Aranha apresente características como os seus superpoderes?”.



Após este primeiro momento, se deu a exposição teórica de aspectos relevantes que permearam o descobrimento da genética e o papel do DNA, na definição e transmissão de características hereditárias, na qual, foram abordados aspectos sócio-históricos através do contexto vivenciado por figuras como Gregor Mendel, Rosalind Franklin e Watson e Crick, bem como, a importância da revolução da informática para o Projeto Genoma Humano e a elucidação da técnica Crispr-cas9 em 2019. Ademais, foram expostos alguns dos aspectos bioéticos a serem considerados em sua aplicação, utilizando como exemplo elementos da obra “Admirável mundo novo” de Aldol Huxley. Foram abordadas também, questões referentes a composição do ácido desoxirribonucleico, a definição de conceitos como alelos, genes e cromossomos, através da observação de características fenotípicas como cor dos olhos e cabelo, além das diferentes colorações observadas na pelagem dos gatos, abordando conceitos de herança ligada ao sexo.

Na sequência introduziu-se o conceito de Biologia Sintética, e a exposição de diversos projetos globais que estiveram presentes na competição iGem e as problemáticas que buscavam solucionar, dando ênfase aos projetos produzidos por equipes nacionais e latino-americanas.

Por fim, os estudantes foram divididos em grupos com limite de 6 integrantes e instruídos a selecionar uma problemática local ou global que considerassem significativa e que pudesse ser solucionada através da Biologia Sintética, por meio dos genes fictícios fornecidos no material didático elaborado pela equipe UTPrimers, os quais atuariam como “superpoderes” capazes de mitigar o problema. Sugeriu-se que as equipes buscassem aprofundamento nos elementos sociais, ambientais, econômicos e culturais abordados pela problemática e que desenvolvessem um “nome fantasia” para a equipe e o projeto.

Figura 1 – Exposição de conteúdo teórico



Fonte: Autoria Própria

Além disso, foram definidos horários de monitoria extraclasse, através da plataforma Google Meet, para que os estudantes pudessem tirar dúvidas em relação a seus projetos.



Nas aulas de número 3 e 4, se deram as apresentações dos projetos desenvolvidos, onde foram abordadas as temáticas como: degradação de petróleo, plantas geneticamente modificadas resistentes ao período de estiagem, bactérias que possam atuar na promoção do apoptose de células cancerígenas e a indução de bioluminescência em espécies vegetais para mitigar problemáticas como desigualdades na distribuição de energia elétrica.

As equipes foram premiadas com certificados referentes as medalhas de ouro, prata e bronze, onde, as premiações seriam referentes aos pontos atingidos, referentes aos critérios previamente estabelecidos, sendo: entendimento do gene escolhido e apresentação de como o mesmo funcionaria (inserção em organismos como bactérias, fungos e plantas, onde os mesmos iriam expressar as características de interesse ou desenvolvimento de um produto), clareza na explicitação da problemática selecionada, elaboração de materiais como: slides, vídeos, redes sociais e criatividade na abordagem do tema.

**Figura 1 – Exposição de conteúdo teórico**



Fonte: Autoria Própria

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Após a aplicação do projeto, foi possível concluir que uma parcela significativa dos estudantes demonstrou compreensão basilar acerca do papel do material genético na definição dos aspectos fenotípicos dos organismos, porém, observou-se pouca afinidade com elementos como as propriedades moleculares do DNA e dos cromossomos.

Além disso, observou-se que as equipes demonstraram dificuldades em promover conexões interdisciplinares em relação às problemáticas a serem mitigadas, onde na maioria das apresentações, as questões a serem resolvidas foram apenas citadas, com ausência de maiores explicitações de quais seriam os impactos promovidos na sociedade, meio ambiente e saúde das comunidades afetadas.

Dessa forma, pode-se concluir que a escassez do número de aulas pode ter dificultado a assimilação dos conteúdos, ao se tratar de campos interdisciplinares pouco



discutidos no ensino de ciências, o qual poderia ter sido mitigado através de atividades que pudessem estimular o diálogo das equipes acerca das temáticas propostas, bem como utilização de outros elementos como notícias e exemplos da atualidade. Também se observou, a necessidade da aplicação prévia de atividades práticas de investigação, de forma a promover uma transição gradual entre atividades menos complexas para práticas de maior complexidade. Neste sentido, conclui-se que dado o caráter de criticidade das atividades e necessidade de maior autonomia entre as equipes, tais práticas se mostram pertinentes para aplicações futuras com turmas provenientes das três séries do Ensino Médio.

### **Agradecimentos**

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, aos membros da Equipe UTPrimers e a Prof<sup>o</sup> Dr.<sup>a</sup> Sabrina Avila Rodrigues pela orientação ao longo do desenvolvimento do projeto

### **Conflitos de interesse**

Não há conflito de interesse.

### **REFERÊNCIAS**

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

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 765-794, 2018.

iGEM WEB SITE. **What is iGEM**. 2022. Disponível em <<https://www.igem.org/>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

MENDES, A, A; MÜLLER, M, G; MARQUES, N, L, R. A perspectiva CTS no ensino de ciências: uma revisão da literatura de trabalhos publicados entre 2000 e 2019. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 104-118, 2022.

ROHREGGER, R; SGANZERLA, A; SIMÃO-SILVA, D, P. BIOLOGIA SINTÉTICA E MANIPULAÇÃO GENÉTICA: Riscos, promessas e responsabilidades. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020.

WHITFORD, C, M.; LÜBKE, N, C; RÜCKERT, C. Synthetic biology ethics at iGEM: iGEMer perspectives. **Trends in Biotechnology**, v. 36, n. 10, p. 985-987, 2018.

ZÔMPERO, A, F; LABURÚ, C, E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, p. 67-80, 2011.

**XIII Seminário de Extensão e Inovação**  
**XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão  
20 a 23 de novembro de 2023 - *Campus Ponta Grossa, PR*



**SEI-SICITE**  
2023