



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Alexandre de Oliveira Rizzo

**Clube de biomimética na escola: construindo soluções para problemas  
cotidianos inspiradas na natureza**

Rio de Janeiro

2022

Alexandre de Oliveira Rizzo

**Clube de biomimética na escola: construindo soluções para problemas  
cotidianos inspiradas na natureza**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

R627 Rizzo, Alexandre de Oliveira.

Clube de biomimética na escola: construindo soluções para problemas cotidianos inspirados na natureza / Alexandre de Oliveira Rizzo – 2022.

71f.

Orientador: Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Biologia – Estudo e ensino - Teses. 2. Biomimética - Teses. 3. Educação não-formal - Teses. 4. Biologia – Métodos de ensino – Teses. I. Mello, Waldiney Cavalcante de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 575.1

Bibliotecária: Ana Rachel Fonseca de Oliveira  
CRB7/6382

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

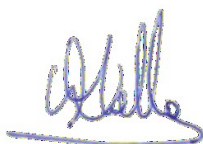
Data

Alexandre de Oliveira Rizzo

**Clube de biomimética na escola: construindo soluções para problemas  
cotidianos inspiradas na natureza**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 10 de agosto de 2022.



Banca Examinadora:

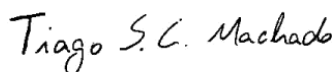
---

Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello (Orientador)  
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – UERJ



---

Prof. Dr. Elidiomar Ribeiro da Silva  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro



---

Prof. Dr. Tiago Savignon Cardoso Machado  
Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ

Rio de Janeiro

2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação aos meus filhos, Clara Rizzo e Pedro Rizzo, amor que transcende a razão. Pelo exemplo que se educa; por vocês cheguei aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiro e sempre, agradecer a Deus. No meu entendimento nada acontece por acaso. Independente do nome do seu Deus, nunca perca a Fé. Cabe a observação, foi sofrido chegar até aqui.

À minha esposa, obrigado por ter me aturado colérico. Nível hard de estresse. Mestrado, pandemia, fora outras várias intempéries, mas, concluímos.

Aos meus filhos, Clara e Pedro, que foram minha maior inspiração. Fica o aprendizado de que o tempo em si não significa nada, e sim o quê fazemos com ele.

À Turma ProfBio 2020, essa turma é “Fodástica”! Em todos os momentos de dificuldade, e foram muitos; a união, o companheirismo, as mãos estendidas, foram os ingredientes chave para continuar em frente.

Aos docentes do ProfBio UERJ, não conheço os Profs. dos outros polos, mas os nossos são diferenciados; em especial ao Prof. Dr. Coord. Anderson VilasBoa de Vasconcellos, que mesmo seguindo o programa engessado desse mestrado, não perdeu a ternura. Vieram às ondas, rolaram os caixotes, mas... Com ternura.

Às minhas Diretoras do CIEP 398 Mario Lima, em especial à Fátima Loureiro, que não poupou esforços me dando total autonomia para desenvolver nosso projeto.

Aos Colegas Docentes que acreditaram no produto desta dissertação como um despertar do protagonismo em nossos alunos, deixando um legado para o 398.

Aos Alunos participantes do Clube de biomimética que aceitaram participar dessa aventura cultural, de construção educacional e divulgação científica. Vocês são os autores desse produto, Parabéns!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, pelo apoio financeiro a esta pesquisa, a partir do Código de Financiamento 001.

E por último, não menos importante, muito pelo contrário, ao meu Orientador, Ney Mello. Não nos conhecíamos, não nos escolhemos, aconteceu. Em princípio, não tínhamos nenhuma ideia em comum. Só a vontade de fazer a diferença. Ele analisou meu currículo, minhas redes sociais, conversamos. Observou que eu era “meio” fora da caixinha, como ele sempre fala: Temos que pensar fora da caixa! Aí deu certo. Conseguimos desenvolver, a meu ver, um projeto diferenciado, desenhando uma educação mais motivadora. O meu muito obrigado, sem dúvida, sem sua Orientação eu não chegaria até aqui.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota d'água no mar, mas  
o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

*Madre Teresa de Calcutá*

## RESUMO

RIZZO, Alexandre de Oliveira. *Clube de biomimética na escola: construindo soluções para problemas cotidianos inspirados na natureza*. 2022. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

O maior desafio de todo docente é manter em sala de aula alunos interessados, motivados em suas cadeiras. Neste trabalho aplicamos a metodologia construtivista do Aprendizado por Resolução de Problemas (ARP), nas aulas de Biologia, para alunos do Ensino Médio Integral, buscando estimular a autonomia e o protagonismo dos alunos. Aguilar et al. (2016), afirmam que a abordagem por meio do ARP no ensino de Biologia promove nos alunos habilidades cognitivas e sociais, fundamentais para um aprendizado científico com senso crítico. Com a aplicação do ARP, estimulamos os alunos a identificarem problemas cotidianos em suas comunidades, e para auxiliá-los nessa tarefa foram apresentados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda da ONU para 2030. Após identificação do problema-chave, a biomimética foi apresentada nas aulas de Biologia, como uma estratégia científica transdisciplinar, que busca soluções sustentáveis para problemas reais inspirados na natureza. Na aplicação do ARP, utilizamos 3 perguntas norteadoras, seguindo metodologia proposta por Benyus (2003) adaptada ao ensino de Biologia. Foi criado um espaço no colégio onde podem desenvolver suas ideias e exercitar o pensar, onde identificam problemas e buscam soluções, livremente, criamos o Clube de biomimética na escola. No Clube, os alunos podem trabalhar com maior tempo os problemas a serem analisados, buscando soluções sustentáveis. Utilizam o espaço trabalhando sua Hora Verde (assim denominamos os tempos vagos do Integral). Foram convidados a observar o ambiente ao redor de sua comunidade, e identificar as principais situações-problema que os cercam. A partir desta primeira observação, identificaram os problemas-chave, e por meio das palavras-chave sugeridas, fizeram a análise das questões que envolvem o problema trazido, sendo proposta a pergunta: Como a natureza gerencia esse problema? Na última etapa, realizaram uma síntese das discussões e reflexões, contextualizando as sugestões propostas para o problema. Tornaram-se protagonistas de um processo de construção do conhecimento, mantendo-se motivados a resolver tarefas desafiadoras que entendem ser relevantes, despertando seus interesses para a resolução dos problemas levantados. Fizemos com que construíssem o conhecimento de forma autônoma, tornando o aprendizado significativo. Segundo Vygotsky (2001), o conhecimento não é algo fixo e imutável, isto é, terminado, uma vez que depende da interação entre o indivíduo e o ambiente que o cerca, incluindo suas relações sociais. Para conhecer, é necessária a ação do próprio indivíduo, assim, nas bases do construtivismo, e à luz da biomimética, estimulamos a capacidade de inter-relação e cooperação trabalhando em grupos e buscando soluções para problemas comuns das suas comunidades.

Palavras-chave: Biomimética. Ensino de Biologia. Ensino Médio Integral. Aprendizado por Resolução de Problemas.



## ABSTRACT

RIZZO, Alexandre de Oliveira. *School Biomimicry Club: building nature-inspired solutions to everyday problems*. 2022. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The biggest challenge for every teacher is to keep interested and motivated students in the classroom. In this work we apply the constructivist methodology of Problem Based Learning (PBL), in Biology classes, for students of Integral High School, seeking to stimulate students' autonomy and protagonism. Aguilar et al. (2016), state that the approach through the PRA in Biology teaching promotes cognitive and social skills in students, which are fundamental for scientific learning with a critical sense. With the application of the ARP, we encourage students to identify everyday problems in their communities, and to help them in this task, they were introduced to the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN agenda for 2030. After identifying the key problem, the Biomimicry was presented in Biology classes as a transdisciplinary scientific strategy that seeks sustainable solutions to real problems inspired by nature. In the application of the ARP, we used 3 guiding questions, following the methodology proposed by Benyus (2003) adapted to the teaching of Biology. A space was created in the school where they can develop their ideas and exercise their thinking, where they identify problems and seek solutions, freely, we created a Biomimicry Club at school. At the Club, students can spend more time working on the problems to be analyzed, seeking sustainable solutions. They use the space working on their Green Hour (as we call the vacant times of the Integral). They were invited to observe the environment around their community and identify the main problem situations that surround them. From this first observation, they identified the key problems, and through the suggested keywords, they made the analysis of the questions that involve the brought problem, being proposed the question: How nature manages this problem? In the last stage, they carried out a synthesis of the discussions and reflections, contextualizing the suggestions proposed for the problem. They became protagonists of a knowledge construction process, keeping themselves motivated to solve challenging tasks that they understand to be relevant, awakening their interests to solve the problems raised. We made them build knowledge autonomously, making learning meaningful. According to Vygotsky (2001), knowledge is not something fixed and immutable, that is, finished, since it depends on the interaction between the individual and the environment that surrounds him, including his social relationships. In order to know, the action of the individual is necessary, thus, on the basis of constructivism, and in the light of biomimetics, we stimulate the capacity for interrelation and cooperation by working in groups and seeking solutions to common problems in their communities.

Keywords: Biomimicry. Biology Teaching. Integral High School. Problem Based Learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Etapas do desenvolvimento cognitivo.....	17
Tabela 2 - Exemplos de tecnologia inspirada pela biomimética.....	22
Figura 1 - Captura de tela do grupo WhatsApp do clube de biomimética.....	32
Figura 2 - Convite para participar do grupo do clube de biomimética.....	33
Figura 3 - Aula de Biologia no Ensino Médio – Retorno ao presencial.....	34
Figura 4 - Sala física do clube de biomimética.....	35
Figura 5 - Quadro de horários da Hora Verde.....	36
Figura 6 - Captura de tela do grupo WhatsApp S.O.S. Comunidade 398, em construção.....	39
Figura 7 - Portão principal do colégio.....	45
Figura 8 - Início da reurbanização da rua do colégio.....	47
Figura 9 - Reurbanização da rua do colégio.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ARP	Aprendizado por Resolução de Problema
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIEP 398	Centro Integrado de Educação Pública Mario Lima
MuCA	Museu de Ciências da Amazônia
ODS	Objetivos de Desenvolvidmentos Sustentáveis
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Nações Unidas Brasil
PBL	Problem Based Learning
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
ProfBio	Mestrado Profissional de Ensino de Biologia
SEEDUC	Secretaria Estadual de Educação
TAI	Termo de Autorização Institucional
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 OBJETIVOS</b> .....	16
1.1 <b>Objetivos gerais</b> .....	16
1.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 <b>Construtivismo</b> .....	17
2.2 <b>ARP no ensino de Biologia</b> .....	19
2.3 <b>Biomimética</b> .....	21
2.4 <b>Objetivos de desenvolvimento sustentável</b> .....	23
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
4.1 <b>ARP como estratégia metodológica</b> .....	28
4.2 <b>Introdução à biomimética no cotidiano dos alunos</b> .....	29
4.3 <b>Desenvolvimento</b> .....	29
4.4 <b>Transcrição dos encontros virtuais</b> .....	40
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	48
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50
<b>APÊNDICE A</b> – Termo de autorização institucional.....	53
<b>APÊNDICE B</b> – Termo de assentimento livre e esclarecido para alunos maiores de idade ...	54
<b>APÊNDICE C</b> – Termo de assentimento livre e esclarecido para alunos menores de idade...	58
<b>APÊNDICE D</b> – Termo de consentimento livre e esclarecido para responsáveis .....	62
<b>ANEXO</b> – Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa.....	66

## INTRODUÇÃO

O trabalho do professor tem sido desafiador no sentido de manter os alunos interessados no contexto escolar. Essa relação, professor/aluno, deve ser enriquecida com novos métodos de ensino, transformando aula em algo motivador e envolvente. Partindo deste desafio desenvolvemos esta dissertação.

Importante ressaltar que a motivação de alunos e professores em um ambiente de ensino-aprendizagem revela diversos aspectos amplamente discutidos. Entre eles, está a importância das tarefas que sejam desafiadoras e despertem o interesse dos alunos. Para tanto, é necessário que os conteúdos científicos sejam relevantes fora do ambiente escolar, tenham relações com o cotidiano dos alunos e sejam expressivos para a resolução de tais problemas (DEMBO; EATON, 1997). Dessa forma, o professor tem maior possibilidade de alcançar seus objetivos de ensino-aprendizagem em sala de aula.

Diversos autores já sugeriram estudos para reconhecer e avaliar os fatores que promovem a motivação do aluno. Tais pesquisas têm sido realizadas em todos os níveis escolares de aprendizado de Ciências e Biologia. Gibbens (2019) afirma que os estudos sobre fatores que motivam o aluno a aprender Ciências e Biologia são crescentes nos níveis escolares, porém, ainda escassos a partir da graduação e pós-graduações.

Os aspectos a serem considerados para motivar os alunos a aprenderem Biologia são diversos e complexos, principalmente, porque podem variar entre realidades e perfis individuais e coletivos. A motivação no ensino de Biologia pode ser intrínseca ou extrínseca. A curiosidade em conhecer e a autossatisfação em aprender Biologia representam motivações intrínsecas que se refletem em aprendizado prazeroso, enquanto atribuir recompensas (e.g. pontos a mais, aumento de nota e premiações) ou punições (e.g. perda de pontos, redução da nota, prazos curtos) são motivações extrínsecas (DECI et al., 1991). Embora ambas sejam importantes, excessos podem trazer efeitos desmotivadores em longo prazo. A autopercepção de capacidade do aluno em solucionar uma tarefa-problema que requer conteúdos aprendidos de Biologia representa a autoeficácia, enquanto o valor está relacionado à percepção do aluno quanto à utilidade da tarefa realizada (PARTIN et al., 2011; PINTRICH et al., 1991). Embora complexos e às vezes divergentes, todos os elementos de motivação buscam colaborar na formação de indivíduos autônomos, criativos e proativos, capazes de adaptar conteúdos para resolver problemas cotidianos.

Uma das estratégias utilizadas para alcançar o ensino motivador em alunos é incorporar a metodologia do Aprendizado por Resolução de Problemas (ARP), como sugerido por Mayer (1997), no currículo dos últimos anos de escolaridade do Ensino Médio. O autor recomenda avaliar o aprendizado dos alunos considerando os métodos mecânico e significativo. O aprendizado mecânico pode ser medido pela retenção de conhecimento do aluno, conforme o quanto ele consegue se lembrar de conteúdos ensinados pelo professor. Por outro lado, o aprendizado significativo pode ser medido por testes de transferência, que medem a capacidade do aluno em aplicar o que aprendeu de conteúdos para resolver diferentes problemas. Tanto o aprendizado mecânico quanto o significativo são importantes na educação, já que permitem ao aluno utilizar os conteúdos aprendidos adaptando as soluções às demandas de cada problema (FORSHAY; KIRKLEY, 1998; MAYER, 1997).

Outra metodologia que contribui para este campo educacional é o construtivismo que possibilita estímulos para que os alunos resolvam problemas cotidianos utilizando os conteúdos aprendidos. O construtivismo pressupõe que o ser humano procura um significado no que se aprende. Para lecionar por meio deste método, Mayer (1997) afirma que é necessário saber o que ensinar, como ensinar, onde ensinar e quando ensinar. O ensino motivador permite aprendizado construtivista, onde os alunos se sentem desafiados a resolver problemas utilizando e ressignificando os conteúdos que aprendem.

Conforme descreve o post da Escola da Inteligência (2017),

A base da abordagem construtivista consiste em considerar que há uma construção do conhecimento e que, para que isso aconteça, a educação deverá criar métodos que estimulem essa construção, ou seja, ensinar “aprender a aprender”.

Essa linha pedagógica entende que o aprendizado se dá em conjunto entre professor e aluno, ou seja, o professor é um mediador do conhecimento que os alunos já têm em busca de novos conhecimentos, criando condições para que o aluno vivencie situações e atividades interativas, nas quais ele próprio vai construir os saberes.

Jean Piaget, considerado o criador do Construtivismo, escreveu que “A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores” (PIAGET, 1982, p. 246). E acrescenta que a educação precisa formar pessoas criativas, inventivas e descobridoras, capazes de prevenir o colapso de sociedades futuras. Piaget (1982), sugere que o ensino seja planejado em torno do aluno como protagonista, considerando seus conhecimentos e experiências

prévias individuais como parte da construção de seu conhecimento.

O estudo de Piaget apresenta 4 fases do desenvolvimento cognitivo infantil, sendo: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. Esta última fase ocorre a partir dos 12 anos e mostra o raciocínio hipotético-dedutivo, isto é, a capacidade do indivíduo em formular hipóteses frente a fatos, a partir da observação e pensamento lógico (MAIA, 2020; NINHOS DO BRASIL, 2021; SENICIATO; CAVASSAN, 2008).

No construtivismo ressalta-se também a figura de Lev Vygotsky. Segundo ele a escola tem um papel importante no desenvolvimento mental das crianças devido a relações sociais, e também, o professor por ser mediador entre o aluno e o conhecimento.

[...] a interação (principalmente a realizada entre indivíduos face a face) tem uma função central no processo de internalização. No livro *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*, afirma que "o caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa por outra pessoa". Por isso, o conceito de aprendizagem mediada confere um papel privilegiado ao professor (MONROE, 2018).

Para Vygotsky “[...] a interação que cada pessoa estabelece com determinado ambiente, a chamada experiência pessoalmente significativa” (NOVA ESCOLA, 2015). Sob sua ótica, o homem, integrado com o meio-ambiente, constitui uma unidade biológica que busca permanente equilíbrio entre o próprio organismo e o meio. Dessa adaptação, surge a aprendizagem, em uma expressão construtivista da própria condição humana. Com autonomia, competências são desenvolvidas e torna-se possível trabalhar atividades promotoras da criatividade e do pensamento crítico. O conhecimento não é algo fixo e imutável, isto é, terminado, uma vez que depende da interação entre o indivíduo e o ambiente que o cerca, incluindo suas relações sociais. Para conhecer, é necessária a ação do próprio indivíduo (VYGOTSKY, 2001).

O professor precisa ter sensibilidade para compreender as individualidades, habilidade para identificar as múltiplas inteligências, precisa saber estimular e mediar às descobertas e a construção de novos saberes. É necessário dar autonomia aos alunos para que competências sejam desenvolvidas, e é preciso trabalhar atividades promotoras da criatividade e do pensamento crítico, assim como mantê-los estimulados para que se tornem protagonistas do seu aprendizado. E assim, esse aprendizado passe a ter significado com o mundo ao seu redor. Para isso, o professor necessita transcender os muros escolares e fazer com que os alunos construam seus conceitos, descubram maneiras de conhecer, compreender e se relacionar com o mundo, de forma a possibilitar um aprendizado onde se sintam desafiados a desenvolver soluções e interações com suas realidades, enxergando o aprendizado como algo simples,

agradável e acessível, próximo de suas realidades, individualidades e intelectualidades.

No compromisso com a educação integral, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece que a “Educação Básica deve visar à formação e ao desenvolvimento humano global” (BRASIL, 2017, p. 14). Fala também que devem ser identificadas “[...] estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas.” (BRASIL, 2017, p. 16).

Das dez bases das competências gerais da educação básica que constam na BNCC (BRASIL, 2017, p. 9-10), três se destacam e corroboram as ideias Construtivistas:

- a) Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- b) Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
- c) Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Os dados mais atuais do Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA 2018 indicam que o aprendizado em ciências, no Brasil, tem sido abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD – OLIVEIRA, 2019). Adicionalmente, estudos medindo níveis de alfabetização científica no Brasil têm indicado índices abaixo do esperado. Esses índices indicam que o Brasil ainda negligencia um ensino transdisciplinar, que permita que alunos se tornem proficientes em utilizar os conteúdos científicos aprendidos na vida escolar (e em suas experiências pessoais) na resolução de problemas cotidianos. Segundo Mello (2019), o uso da biomimética como estratégia para inserir o ARP ainda é incipiente no Brasil, porém com ótimos resultados em outros países. A transdisciplinaridade da biomimética tem se mostrado aplicável desde os primeiros anos da vida escolar, porém o conceito em sala de aula, no ensino de Biologia, ainda é negligenciado no Brasil.

Dessa forma, o presente estudo se torna necessário por permitir a aplicação de uma metodologia inovadora na escola onde foi implementada, permitindo a criação de conteúdos educacionais com plena participação dos alunos, como protagonistas. Foi possível, ainda, preencher uma lacuna na formação dos alunos onde os produtos implementados, incentivaram



a educação, claramente necessária como demonstram os últimos índices do PISA no Brasil.

O contexto do presente trabalho, apresenta: (a) introdução – oferece uma visão geral do assunto abordado; (b) objetivos – irá delinear a pesquisa; (c) referencial teórico – expõe a literatura sobre o tema abordado e estabelece sustentação conceitual; (d) metodologia – mostra as ferramentas e forma de abordagem utilizadas para a construção/execução da pesquisa; (e) resultados e discussões – interpreta e argumenta os dados apurados durante a pesquisa; v) considerações finais e perspectivas futuras – aponta as principais conclusões, contribuições e possibilidades de ações futuras sobre o tema em questão.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo geral**

Desenvolver uma metodologia construtivista, aplicando a metodologia de ARP à luz da biomimética, de forma a estimular os estudantes a buscarem soluções para problemas cotidianos com os quais convivem em suas comunidades.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Estimular os alunos a identificarem problemas cotidianos, dentro da realidade de suas comunidades, com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), relacionados com a natureza;
- b) Promover o pensamento crítico construtivista, com os alunos, aplicando a metodologia do ARP;
- c) Buscar soluções para os problemas identificados à luz da biomimética.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção apresenta-se a fundamentação teórica sobre o tema abordado. Os pilares conceituais estão baseados no construtivismo, aprendizagem por resolução de problemas, biomimética e objetivos de desenvolvimento sustentável.

### 2.1 Construtivismo

Embora Vygotsky seja o cerne deste trabalho, não podemos deixar de mencionar Jean Piaget e suas quatro etapas do desenvolvimento cognitivo que mostra as habilidades das crianças de acordo com sua faixa etária, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Etapas do desenvolvimento cognitivo (continua)

ETAPAS	IDADE	HABILIDADES / COMPETÊNCIAS
Sensório-motor	0 a 2	<p>“Nessa fase a criança desenvolve a competência de manter a concentração em sensações e movimentos. Inicia o processo de consciência dos movimentos, antes involuntários, agora começam a ter um propósito, como ao estender os braços poderá alcançar objetos de seu desejo.</p> <p>Sendo que, nesse período que acontecerá desenvolvimento da coordenação motora. E nessa fase também que o bebê possui consciência somente daquilo que pode enxergar, por esse motivo choram no momento em que a mãe sai de seu campo de visão.”</p>
Pré-operatório	2 a 7	<p>“Nesse período acontecem as representações da realidade dos próprios pensamentos. Muitas vezes a criança não tem uma percepção real dos eventos, mas sim a sua própria interpretação do que está acontecendo.</p> <p>Ao observar recipientes diferentes com a mesma quantidade de líquido e questioná-la se esses possuem a mesma quantidade deste líquido, provavelmente ela dirá que não, baseada em sua experiência visual.</p> <p>Pode-se observar também nesse período, uma fase muito proeminente do egocentrismo e a necessidade de dar vida as coisas. Sendo visto ainda, como a fase dos “por quês” e da exploração da imaginação, onde o faz de conta é elemento complementar da vida da criança.”</p>
Operatório concreto	7 a 12	<p>O início do pensamento lógico concreto e as normas sociais começam a ser demonstrados pela criança, sendo capaz de entender, por exemplo, que recipientes de tamanhos diferentes, podem comportar a mesma quantidade de líquido.</p> <p>Nesse período também, o desenvolvimento da criança contempla noções como regras sociais e senso de justiça.”</p>

Tabela 1 – Etapas do desenvolvimento cognitivo (conclusão)

ETAPAS	IDADE	HABILIDADES / COMPETÊNCIAS
Operatório formal	12 ou mais	<p>“Aos 12 anos a criança já apresenta a competência de compreender situações abstratas e experiências de outras pessoas.</p> <p>Ainda que essas vivências não tenham sido experimentadas pela criança, ela passa a ter condições necessárias para compreender através de situações experienciadas por outras pessoas, em outras palavras, inicia o processo de compreensão de situações abstratas.</p> <p>Na pré-adolescência, o sujeito se torna capaz de desenvolver hipóteses, teorias e possibilidades e inicia o processo de desenvolvimento da autonomia e independência da adolescência.”</p>

Fonte: Adaptada de Maia (2020).

Em consideração a este trabalho, a etapa operatório formal é a que mais se identifica, pois apresenta como o pré-adolescente e o adolescente já são capazes em reconhecer e resolver problemas por meio da lógica. Com autonomia, competências são desenvolvidas e torna-se possível trabalhar atividades promotoras da criatividade e do pensamento crítico. O conhecimento não é algo fixo, terminado, uma vez que depende da interação entre o indivíduo e o ambiente que o cerca, incluindo suas relações sociais.

Ao referenciar relações pessoais e aprendizagem lembramos de Vygotsky e sua teoria de aprendizagem, a qual recebeu o nome de socioconstrutivismo.

Ferrari (2008) explica que:

A parte mais conhecida da extensa obra produzida por Vygotsky em seu curto tempo de vida converge para o tema da criação da cultura. Aos educadores interessa em particular os estudos sobre desenvolvimento intelectual. Vygotsky atribuía um papel preponderante às relações sociais nesse processo, tanto que a corrente pedagógica que se originou de seu pensamento é chamada de socioconstrutivismo ou sociointeracionismo.

O autor ainda comenta que no estudo de Vygotsky o aprendizado se deriva do entendimento da relação homem e de como ele se forma em contato com o ambiente “[...] a formação se dá numa relação dialética entre o sujeito e a sociedade a seu redor - ou seja, o homem modifica o ambiente e o ambiente modifica o homem. [...] é a interação que cada pessoa estabelece com determinado ambiente, a chamada experiência pessoalmente significativa.” (FERRARI, 2008).

[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

Vygotsky tornou o papel do professor como facilitador, orientador do aprendizado construído pelo aluno “[...] atribuiu muita importância ao papel do professor como impulsionador do desenvolvimento psíquico das crianças. [...]. O importante [...], é apresentar às crianças formas de pensamento, não sem antes detectar que condições elas têm de absorvê-las.” (FERRARI, 2008).

Convém ressaltar que, “[...] não se adquire conhecimentos apenas com os educadores: na perspectiva da teoria sociocultural desenvolvida por Vygotsky, a aprendizagem é uma atividade conjunta, em que relações colaborativas entre alunos podem e devem ter espaço.” (MONROE, 2018).

## 2.2 ARP no ensino de Biologia

Aprendizagem por Resolução de Problemas (ARP), mais conhecida como, do inglês, *Problem Based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), foi elaborada na proposta que se baseou nos conceitos do psicólogo americano Jerome Seymour Bruner e do filósofo John Dewey

[...] Bruner foi o principal proponente da proposta educacional denominada Learning by Discovery (Aprendizagem pela Descoberta) que consistia, em essência, no confronto de estudantes com problemas e na busca de sua solução por meio da discussão em grupos. A filosofia de Dewey fundamentava-se nos conceitos da educação como reconstrução da experiência e crescimento e na motivação como força motriz da aprendizagem (COSTA, 2010).

Em 1969 essa metodologia foi aplicada na Universidade de Medicina de McMaster, na cidade de Hamilton, província de Ontário, no Canadá. E na década de 70

[...] na Universidade de Maastricht, na Holanda, em Newcastle na Austrália e Harvard, nos Estados Unidos. No Brasil, foi implantado na Escola de Saúde Pública do Ceará em 1993, na Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) em 1997 e no curso de Ciências Médicas da Universidade de Londrina (UEL) em 1998 (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

É fato que com o passar do tempo seja necessário mudanças e adaptações na forma de ministrar a educação. De acordo com Noemi (2019),

Tais mudanças dinâmicas são esperadas quando falamos de uma área diretamente relacionada com o ser humano, que está em constante evolução física e psicológica. Assim, precisamos nos adaptar às novas demandas e oferecer uma educação de qualidade aos nossos alunos.

Afinal, o que é ARP? Para Noemi (2019) a ARP “[...] é, portanto, uma metodologia voltada para a aquisição do conhecimento por meio da resolução de situações. Essa é uma inovação muito interessante e que vem sendo utilizada com bastante sucesso mundo afora.” Comenta ainda, que essa metodologia a partir da combinação de alguns dos princípios básicos da educação, teoria e prática, que permite o aprendizado mais dinâmico fazendo com que os alunos se tornem motivados e engajados no processo de aprendizagem. Deste modo, os alunos são desafiados na busca pelo conhecimento, por meio de questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados. A ARP tem sido crescentemente utilizado como uma estratégia contextualizada no ensino de Biologia.

Díaz, Alonso e Mas (2003, p. 3), consideram que “[...] a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências; estas razões se baseiam em benefícios práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade”

Aguilar et al. (2016) afirmam que a abordagem por meio do ARP no ensino de Biologia promove nos alunos habilidades cognitivas e sociais, fundamentais para um aprendizado científico com senso crítico. Os alunos desenvolvem, ainda, autonomia para continuarem seus estudos e capacidade para escolherem estratégias e abordagens para resolver problemas utilizando ou adaptando diversos conteúdos que aprenderam durante a vida escolar. Os autores sugerem que tais habilidades promovidas pelo ARP estão relacionadas à aceleração da aprendizagem.

Em 2010, no Congresso Internacional PBL realizado na Universidade de São Paulo (USP) em São Paulo, Brito e Peres realizaram uma breve apresentação de algumas experiências ocorridas na graduação, pós-graduação e Ensino Médio com a metodologia ARP.

No Ensino Médio,

Em Scherz & Polak (1999) é comentado o uso de um projeto baseado na metodologia ARP ao invés da tradicional prova final. A proposta, voltada para área de Ciência da Computação, foi satisfatória, porém os alunos e professores encontraram dificuldades quanto à escolha do tema, planejamento, análise e avaliação do projeto. A avaliação do projeto foi feita por apresentações, relatórios e ao longo do desenvolvimento das atividades. Segundo os autores, essa proposta favorece a independência do aluno, pois ele passa a tomar decisões, refletir e criticar seu próprio projeto (BRITO; PERES, 2010).

A ARP tem sido utilizada por diversas instituições de ensino tanto no Brasil como também em outros países e “[...] tem como premissa básica o uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do discente” (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

### 2.3 Biomimética

Biomimética, em inglês, Biomimetics – Biomimicry é a ciência que “[...] observa fenômenos e processos da natureza, utilizando seus mecanismos para inspirar soluções que beneficiem o cotidiano das pessoas.” (MENA, 2018). Deriva da palavra grega Biomimesis, onde bios significa vida e mimesis, imitação. Segundo Soares (2016, p. 25), “[...] não se restringe a apenas uma imitação da forma biológica, mas considera também o conceito de replicação do comportamento dos organismos biológicos.” Ainda, pode se dizer que, a biomimética “[...] se inspira em elementos da natureza (como formas, funções e sustentabilidade) para desenvolver projetos dos mais variados tipos em áreas que vão da indústria têxtil à inteligência artificial, passando por nanotecnologia e robótica.” (MENA, 2018).

O termo biomimética foi proposto em 1957 pelo biofísico americano Otto Herbert Schmitt (1913-1998), e já foi considerado historicamente sinônimo do termo biônica sugerido, em 1960, por Jack Steele. A biomimética procura buscar inspirações em processos e fenômenos naturais para encontrar soluções sustentáveis, partindo do princípio de que a natureza já teria todas as respostas para qualquer problema. Janine M. Benyus, cientista e bióloga estadunidense, autora do livro: Biomimética – Inovação Inspirada pela Natureza, afirmou que “A Biomimética usa um padrão ecológico para ajuizar a „correção“ das nossas inovações” (BENYUS, 2002, p. 15).

Para ilustrar a pesquisa, a Tabela 2 apresenta projetos que foram inspirados pela biomimética.

Tabela 2 – Exemplos de tecnologia inspirada pela biomimética

PROJETO	INSPIRAÇÃO/ RESULTADO
Sistema natural de auto ventilação. Edifício Eastgate Center - localizado em Harare, Zimbábue na África.	“A construção, mesmo não possuindo ar-condicionado, consegue manter a temperatura interna naturalmente fresca graças a um sistema de ventilação inspirado no sistema de auto arrefecimento encontrado nos cupinzeiros da espécie <i>Macrotermes subhylinus</i> ” (MEIRA, 2008, p. 6).
Fastskin – tecido para roupas aquáticas, desenvolvido pela Speedo	“O tecido Fastskin imita a pele de tubarão desenvolvendo a mesma função na redução da resistência da água e está sendo utilizado na confecção de trajes para nadadores profissionais” (MEIRA, 2008, p. 7). “A [...] roupa de natação inspirada nos dentículos da pele do tubarão. Em estudos de hidrodinâmica, esta peça foi capaz de reduzir o atrito em 4 a 10% entre o corpo do atleta e a água.” (LACERDA; SORANSO; FANGUEIRO, 2012, p. 8).
Fita adesiva reutilizável – microfibras sintéticas	“[...] fita adesiva reutilizável inspirada no sistema de agarre encontrado nas patas das lagartixas e de alguns insetos (MEIRA, 2008, p. 9).
Membrana biônica - proteção frio e calor	“A semente dos pinheiros, conhecida como pinhas, constituem-se de uma estrutura de proteção e armazenamento das sementes, capazes de se manterem na planta de acordo com as suas necessidades de reprodução.” (LACERDA; SORANSO; FANGUEIRO, 2012, p. 13).
Velcro	“Um dos mais clássicos exemplos de produto inspirado na natureza é o velcro. [...] pequenas estruturas, como ganchos, na superfície do carrapicho, que permitia a ele prender-se a outras superfícies. [...] o design que se tornou muito popular para fechar sapatos e roupas, baseado na estrutura de gancho e laço o velcro é um exemplo de tecnologia biomimética anterior até mesmo ao termo biomimética” (QUEIROZ, 2015).

Fonte: O autor, 2022.

No Brasil a biomimética também tem grande importância, especialistas “[...] usam a biomimética não apenas como instrumento para inovação de materiais, mas também para diagnóstico e melhoria de processos de comunicação, relacionamento interpessoal, inclusão e desenvolvimento humano.” (ZANON, 2020).

A biomimética faz parte da cidade de Belterra, no Pará, onde se encontra o Museu de Ciências da Amazônia (MuCA, 2021), “A exposição apresenta os temas biomimética, Zoologia, Bioativos, Plantas, Arqueologia e Biosfera combinando técnicas locais de construção, artesanato, grafismos e mobiliário indígena.”

Mello (2019) complementa em outras palavras que, a biomimética como estratégia de ARP à luz do construtivismo permite um ensino moderno para um aprendizado significativo. Diversas tecnologias já foram desenvolvidas a partir da biomimética, desde soluções globais a locais; dentre diversas propostas estão aquelas relacionadas ao consumo sustentável de energia, como citado na Tabela 2, a mobilidade urbana, baseado no comportamento de formigas utilizando padrões de sinalização para diminuir os índices de



acidentes entre veículos e pedestres, a materiais biodegradáveis, como um avançado catalisador que cria plásticos biodegradáveis e compostáveis, produzidos por organismos como algas, inteligência artificial, nanotecnologia, como revestimentos que foram projetados para replicar as nanoestruturas naturais que produzem as cores brilhantes observadas nas asas de borboletas, refletindo a luz UV, visível e infravermelha, eliminando a necessidade de pigmentos e corantes tóxicos e reduzindo o consumo de energia e etc. A proposta do uso dessa ciência no ensino de Biologia parte do princípio de que permite provocar os alunos a perceber problemas que os cercam no cotidiano, levando-os à curiosidade e busca por soluções na observação da natureza (ASKNATURE, 2020).

## 2.4 Objetivos de desenvolvimento sustentável

De acordo com as Nações Unidas Brasil (ONU), os ODS no Brasil

[...] são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil (ONU, 2022).

A ONU e seus parceiros do Brasil buscam alcançar os ODS trabalhando em “17 objetivos ambiciosos e interconectados que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo” (ONU, 2022).

Os ODS da ONU (2022) são:

- a) Erradicação da pobreza: Erradicar a pobreza em todas as formas e em todos os lugares;
- b) Fome zero e agricultura sustentável: Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável;
- c) Saúde e Bem-Estar: Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- d) Educação de qualidade: Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- e) Igualdade de gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.

- f) Água potável e saneamento: Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.
- g) Energia limpa e acessível: Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos.
- h) Trabalho decente e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos.
- i) Indústria, inovação e infraestrutura: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- j) Redução das desigualdades: Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países.
- k) Cidades e comunidades sustentáveis: Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
- l) Consumo e produção responsáveis: Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.
- m) Ação contra a mudança global do clima: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.
- n) Vida na água: Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
- o) Vida terrestre: Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade.
- p) Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis.
- q) Parcerias e meios de implementação: Reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na pesquisa tem caráter qualitativa onde as ações de descrever, compreender e explicar não serão focadas em conceitos específicos e sim na compreensão do fenômeno como um todo. Analisando as informações narradas, focando nos aspectos da realidade apresentada por cada aluno. A pesquisa foi desenvolvida no período entre março de 2020 e julho 2022, ao longo do curso de Mestrado.

Realizamos uma pesquisa-ação que pode ser definida como:

[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLENT, 1985, p. 14).

A participação do aluno era voluntária, isto é, ela não era obrigatória e ele tinha plena autonomia para decidir se queria ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento sem necessidade de justificativa. O aluno não foi penalizado de qualquer maneira, caso sua decisão fosse desistir ou não consentir a participação. Não houve qualquer gasto para o participante, e nem remuneração. O benefício (indireto) relacionado à participação na pesquisa foi a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pela metodologia desenvolvida.

Esse processo não ofereceu qualquer risco a saúde e bem-estar do estudante. Como risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. No decorrer da pesquisa foram realizadas perguntas e redações com respostas que foram usados meramente para coleta de dados. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade foi respeitada e o seu nome e imagem não foram citados na apresentação do estudo.

Essa pesquisa foi desenvolvida e aplicada a metodologia construtivista, baseada em respostas aos problemas evidenciados da realidade cotidiana dos alunos/participantes. Os alunos do Ensino Médio Integral, espelhados no conhecimento dos ODS da agenda da ONU 2030, aplicando a metodologia de ARP; utilizada a biomimética em aulas de Biologia, buscou-se soluções para os problemas identificados à luz da biomimética, proporcionando percepções e compreensão do contexto do problema.

Este trabalho foi desenvolvido no Centro Integrado de Educação Pública Mario Lima

(CIEP 398), localizado no município de São João de Meriti, Rio de Janeiro, com alunos do Ensino Médio Integral. O responsável pela instituição foi informado dos objetivos da pesquisa (ANEXO), e autorizou a execução do projeto na instituição, assinando o Termo de Autorização Institucional (TAI – APÊNDICE A). Para participar, os alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE – APÊNDICE B; APÊNDICE C), e seus respectivos responsáveis o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – APÊNDICE D).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado prático que entendemos ter sido desenvolvido, foi a criação do grupo de WhatsApp, do clube de biomimética virtual, que aumentou o número de alunos participantes na pesquisa e os aproximou, fazendo com que entendessem a proposta de buscar respostas para problemas cotidianos observados em suas comunidades, espelhados nos ODS. Compartilharam opiniões e ideias, identificaram problemas em comum, perceberam que suas realidades se assemelham quando avaliados os problemas vividos. Construíram o conceito de compartilhar e discutir ideias e problemas, enxergando que assim se tem maior chance de alcançar uma solução ou ao menos de atenuar o problema.

Desenvolvemos a metodologia construtivista do ARP, aplicando um roteiro simples de perguntas norteadoras, conforme adaptado aos conceitos da biomimética, com intuito de identificarem e resolverem problemas observados em suas comunidades: (a) Qual a situação-problema? Essa é primeira pergunta para identificarem o problema, dentro do contexto real da vida dos alunos; (b) Qual o problema a ser resolvido (problema-chave)? O problema que tenha relevância para eles; (c) Como a natureza gerencia esse problema? Com a finalidade de identificarem e resolverem problemas observados em suas comunidades. Passaram a trabalhar com as perguntas norteadoras de forma simples, construirão o hábito do questionar durante as conversas. Reiniciamos todo o processo de aplicação do nosso roteiro do ARP por três vezes, em três momentos distintos já narrados, o primeiro de aula on-line, o segundo de ensino híbrido e finalmente de volta ao presencial. E essa necessidade de reiniciar se fez presente em virtude, também, do número de alunos, inicialmente muito flutuante.

A conseqüente criação do clube de biomimética, espaço físico, construindo e deixando um espaço real para aproveitarem suas horas verdes, um espaço de convivência onde se instituiu a ideia de ser o espaço “do pensar”. Onde com maior proximidade e envolvimento os alunos, trabalham, não só os conteúdos de Biologia, mas são estimulados a 31 pesquisar e desenvolver seus trabalhos em grupo, sendo estimulada a oralidade através da troca de ideias e debates. Passaram a se sentir donos do espaço, onde se sentem de fato “empoderados”, onde suas ideias ganharam voz, ou seja, onde assumem os seus protagonismos.

Inicialmente, não foi simples gerenciar as ideias, o „tom“ era de brincadeira, principalmente para quem não participava dos encontros on-line. A maioria se limitava a fazer sugestões ou questionamentos via grupo de WhatsApp. A participação passou a ser de fato

relevante quando voltamos ao presencial. Vale deixar registrado que, infelizmente, o maior tempo desenvolvido do trabalho foi de forma virtual, devido à pandemia. Quando voltamos ao presencial, os resultados de participação nos encontros passaram ter uma presença bem maior, partimos de 8-9 alunos para um quantitativo, em média, de 20 alunos de forma voluntária, gerando uma amostragem maior de opiniões e ideias a serem trabalhadas.

Algumas ideias apresentadas pelo alunos associadas à natureza, tais como trabalhar “como formiguinhas”, associando ao trabalho organizado realizado por grupos de formigas, e o reaproveitamento total de resíduos como ocorre na natureza, a exemplo do estudo das teias alimentares, ainda dependem de maiores pesquisas que permitam evoluirmos para uma associação inspirada na natureza e ao desenvolvimento de soluções palpáveis, que possamos considerar ser à luz da biomimética; muitas ideias discutidas tomaram curso somente oral, na fase final, e acabaram ainda não sendo exploradas para serem melhor desenvolvidas e contextualizadas.

#### 4.1 ARP como estratégia metodológica

Durante todo o caminho do desenvolvimento da pesquisa, trabalhou-se a metodologia ARP provocando o pensar e mantendo o aluno estimulado, mediante a busca por soluções aos problemas cotidianos de suas comunidades; problemas que foram identificados por eles e norteados pelas ODS. Essa estratégia aplicada no Ensino Médio torna visivelmente o aprendizado mais atrativo e prazeroso.

Essa metodologia auxilia professores a orientar alunos a seguirem etapas guiadas pelas três perguntas-chave, conforme apresentada na sessão 4. Respondendo a primeira pergunta (Qual a situação-problema?), onde os alunos relatam situações cotidianas que contêm os problemas apresentados, naturalmente revelavam as respostas para a segunda pergunta (Qual o problema a ser resolvido (problema-chave)?). O professor e os alunos realizaram pesquisas sobre possíveis soluções na natureza a partir da biomimética para os problemas identificados, como por exemplo, o descarte inadequado do lixo e suas consequências – mau cheiro, proliferação de doenças causadas por micro-organismos e vetores etc., buscando assim, resposta para a terceira pergunta (Como a natureza gerencia esse problema?). Este roteiro de três perguntas foi realizado seguindo a metodologia de ARP proposta de Benyus (2003)

adaptada ao ensino de Biologia. Todas as etapas foram realizadas nas discussões em sala de aula e nos encontros do Clube de biomimética, que será mais adiante apresentado.

#### 4.2 **Introdução à biomimética no cotidiano dos alunos**

Segundo Benyus (2003) a biomimética tem fundamentos no ARP, e procura buscar inspirações em processos e fenômenos naturais para encontrar soluções sustentáveis, partindo do princípio de que a natureza já teria todas as respostas para qualquer problema.

Os conceitos de biomimética são apresentados aos alunos de forma a notar conhecimento das inúmeras tecnologias, que já foram desenvolvidas, inspiradas na natureza. Foi utilizada para apresentar exemplos dessas tecnologias por meio da exibição e discussão de episódios audiovisuais do tipo animação em curta-metragem, produzidos para o Canal Futura na série "O que é, o que é", por Mello (2019). Importante salientar que os conteúdos de Biologia, ministradas em aulas, foram fundamentais para que os alunos tivessem subsídios para desenvolver ideias e traçar objetivos, a fim de que consigam encontrar soluções inspiradas na natureza. Os alunos pesquisaram em grupos soluções para os problemas identificados, seguindo o roteiro de ARP, orientado pelo professor. Os temas foram norteados pelos ODS para identificar as dificuldades do cotidiano que fazem parte da realidade da comunidade, e dos próprios alunos (e.g. consumo sustentável de alimentos, mobilidade urbana, uso sustentável de energia etc.). Partindo de um fato observado, foi proposta a pergunta "O que a natureza faz para resolver isso?".

#### 4.3 **Desenvolvimento**

A primeira ação adotada para iniciar à pesquisa foi conversar com os alunos mostrando que estaríamos dando início ao desenvolvimento de um trabalho de pesquisa, paralelo as aulas regulares e que envolveria um Aprendizado por Resoluções de Problema (ARP). Isto é, resolução de problemas reais que fizessem parte do cotidiano deles,

onde seriam os protagonistas de todo o processo de desenvolvimento, que estariam no centro da ação e teriam etapas a serem seguidas para conseguir alcançar os objetivos que seriam traçados por eles.

O primeiro encontro ocorreu durante o horário de aula com o conteúdo de Biologia do 3º ano, iniciamos com a conversa sobre sustentabilidade e os alunos foram apresentados aos 17 ODS da agenda da ONU, para começarem a despertar a consciência de que a preocupação com as condições de vida do ser Humano e a vida do Planeta é uma preocupação Mundial.

Cabe ressaltar que, devido ao período de Pandemia vivido no Mundo, o trabalho, inicialmente, foi desenvolvido somente com uma turma de terceiro ano do Ensino Médio e de forma remota, dentro dos tempos regulares de Biologia (2 tempos de 50min. semanais). Em segundo momento, passamos para o modelo híbrido e finalmente para o modelo presencial, quando realmente a pesquisa fluiu. Foram uns seis meses de ensino remoto, on-line, pela plataforma da Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC), em 2021 mais seis meses híbrido e em 2022 voltamos ao presencial.

Em uma segunda aula, dando continuidade ao conteúdo de Biologia do 3º ano, falamos da relação do homem com o meio ambiente e da necessidade de fazermos a nossa parte em prol da qualidade de vida; independente de conseguirmos ou não, solucionar problemas sociais ou ambientais. Contudo, existe a possibilidade de ao menos tentarmos atenuá-los. Neste segundo encontro foram convidados a observar com olhar mais atencioso, as situações que geram problemas ambientais e sociais que mais afetam as suas comunidades, e que tomassem como base para a observação os ODS, já apresentados no encontro anterior.

Na terceira aula, os alunos começaram a trazer as situações problemáticas escolhidas, como resultado da observação solicitada na aula anterior. Nesta aula trabalhamos os impactos ambientais e sociais que as situações-problema geravam em suas comunidades e por extensão, para a vida na Terra; em contrapartida, falamos sobre quais os frutos que seriam alcançados se conseguíssemos solucionar ou ao menos atenuar essas situações. Este foi um momento importante para o desenvolvimento e evolução da pesquisa, pois, diante das novas informações somadas aos conhecimentos prévios, que precisam ser valorizados, os alunos, frente a descobrirem inúmeras consequências prejudiciais que ocorrem por desdobramento desses problemas apresentados por eles, criou-se um desejo intrínseco de abraçar a causa para resolvê-los.

Importante que, a cada aula o professor assumia cada vez mais o papel de tutor e



mediador nesse processo de aprendizado; ele precisa estar preparado com conteúdo de pesquisa pertinentes, para fornecer aos alunos materiais que consigam enriquecer o debate.

Em três aulas de dois tempos, conseguimos introduzir o assunto eixo do conteúdo programático, a sustentabilidade, apresentamos os ODS e chamamos a atenção dos alunos para os problemas socioambientais vividos em suas comunidades, e também, iniciamos os debates sobre os impactos causados por essas situações-problema.

Dando sequência, em uma quarta aula, introduzimos à biomimética, dentro do contexto do tema eixo, sustentabilidade e meio ambiente, apresentando, por meio de vídeos curtos da série “O que é, o que é?” do Canal Futura, um pequeno histórico sobre o assunto e algumas tecnologias desenvolvidas inspiradas na natureza. Foi um momento muito importante no processo de andamento da pesquisa, pois, a partir dessa aula introdutória sobre biomimética, os alunos passaram a ter acesso a novos conhecimentos e ferramentas, necessárias para buscar e construir soluções para os problemas apresentados, por eles. Como comenta Benyus (2002). em outras palavras, vamos aprender com a natureza e não sobre a natureza.

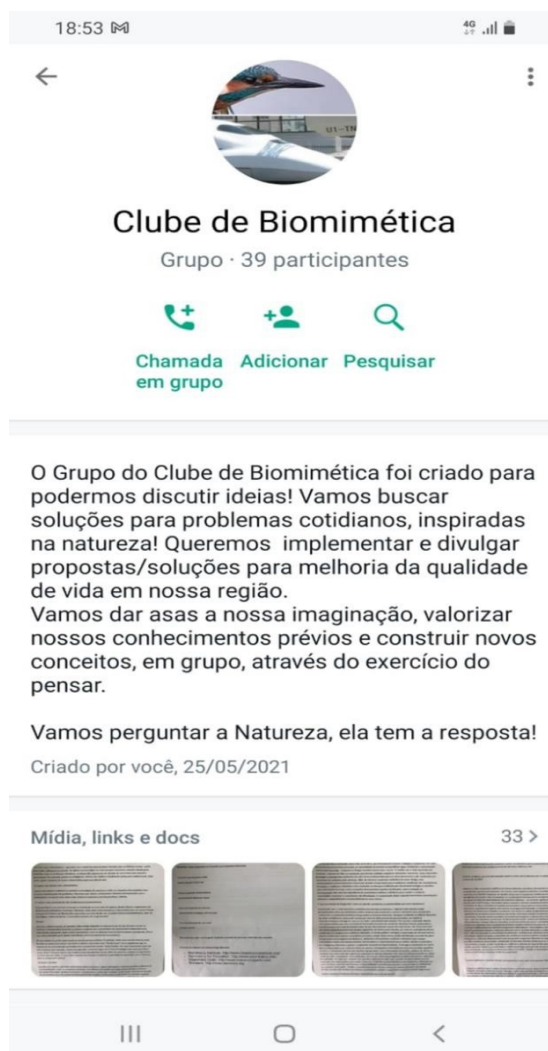
Em quatro aulas com dois tempos de 50 min. cada, conseguimos apresentar as ferramentas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, e ter noção dos resultados dos primeiros objetivos da presente pesquisa. Tiveram acesso aos ODS e a uma visão macro sobre sustentabilidade, foram provocados a observar a comunidade ao seu redor e analisar situações-problema, os quais discutiram e levantaram hipóteses a respeito dessas situações, e com isso identificando problemas-chave a serem trabalhados de forma construtivista. Conheceram um mundo novo de tecnologias desenvolvidas inspiradas na natureza, e assim se revelou a biomimética, e alguns exemplos de sucesso, ficando para os próximos encontros a definição de qual o problema-chave a ser resolvido primeiro (mais de um problema identificado). Apelidamos o problema-chave de “problema do coração”, aquele que mais incomoda, e buscamos a resolução do problema, perguntando a natureza como ela resolveria a questão. Ressaltamos, a necessidade de serem trabalhados os conteúdos do eixo temático, sustentabilidade, para que os alunos tenham compromisso com a leitura de textos e artigos e que tragam conteúdo para identificar possíveis formas de intervir no problema-chave a ser trabalhado.

Necessário reiterar que, todo o processo de desenvolvimento da pesquisa foi muito prejudicado pela pandemia, a sucessão de modelos de aula em 2021, primeira aula remota, depois transformado em aula híbrida e depois, somente em 2022, o retorno ao presencial, geraram um esvaziamento das salas de aula. Além disso, a oscilação na presença dos alunos

foi muito grande, não permitindo continuidade no processo sequencial do roteiro, com as perguntas norteadoras, tornando a amostragem nada satisfatória, e ainda pior, criando uma necessidade de recomeço do processo de roteiro para que os alunos que fossem aparecendo nas aulas pudessem acompanhar o restante do grupo construindo entendimento do processo educacional que estávamos desenvolvendo.

Diante dessa realidade do baixo número de alunos e ainda da oscilação de frequência, surge a necessidade de criarmos uma estratégia para não travar o desenvolvimento da pesquisa. Frente a essa situação, surgiu o grupo do clube de biomimética (Figura 1). Com intuito em manter os alunos informados e “anteados”, para que as informações não se perdessem e pudessem ser mais facilmente repostadas, rerepresentadas e comentadas. Lançamos mão de uma tecnologia de apoio virtual que, quase, todos têm acesso, o WhatsApp.

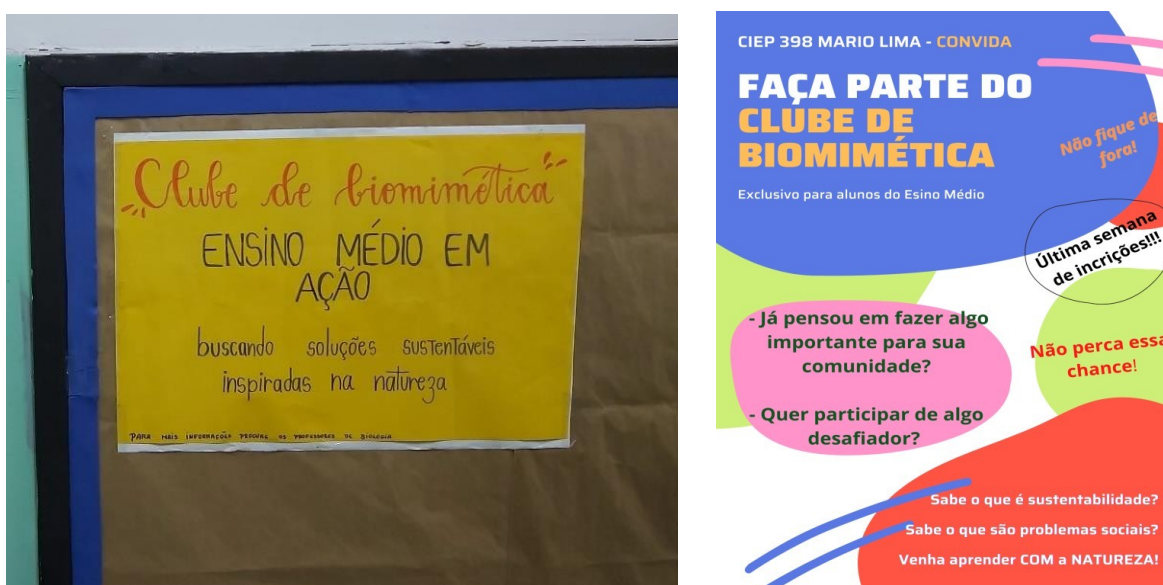
Figura 1 – Captura de tela do grupo WhatsApp do clube de biomimética



Fonte: O Autor, 2022.

Com essa estratégia passamos a conversar não só nos horários regulares das aulas de Biologia, quando nos encontrávamos com dia e hora marcada, uma vez por semana. Passamos a nos falar diariamente, esclarecendo dúvidas, postando artigos ou vídeos e solicitando comentários sobre o assunto abordado. Porém, nossa amostragem continuava incrivelmente prejudicada, e fomos além; estendemos o convite para participar do grupo do clube de biomimética (Figura 2) a todos os alunos do Ensino Médio Integral, compreendendo duas turmas de 1º ano, duas turmas de 2º ano e uma turma de 3º ano, esta última já era a origem da pesquisa. E mesmo assim a adesão ao Grupo, por meio de convite para participação, não ultrapassou o quantitativo de 15 alunos.

Figura 2 – Convite para participar do grupo do clube de biomimética



Fonte: O Autor, 2022.

Seguimos discutindo as mais variadas situações-problema, falamos de buracos e lama nas ruas, gerando quedas e fraturas, até bueiros entupidos e enchentes ocasionando desde perdas materiais, odores fétidos, presença de ratos, baratas e outros insetos, até doenças infecciosas não transmissíveis, ficando o durante os debates o saneamento/lixo bem identificado como um dos problemas-chave. O segundo tema mais abordado nas “rodas de conversa” das discussões virtuais, do clube de biomimética, se estabeleceu por meio das narrativas como a pobreza/escassez de recursos financeiros.

Em fevereiro de 2022 retornamos em definitivo ao presencial (Figura 3). Neste momento estávamos trabalhando com todas as turmas do Ensino Médio do colégio; com alunos dos três anos (1º, 2º e 3º). Os alunos por pertencerem a turmas mescladas, manifestaram o desejo de manter o clube de biomimética para poderem ter acesso e contato com mais facilidade e velocidade as postagens, informações e discussões de ideias, assim antevemos o grupo, que nesta fase do processo de desenvolvimento do aprendizado já havia descoberto muitas afinidades, aproximados pelos problemas e dificuldades diárias. Era notório o desejo que tinham de fazerem a diferença, e de fato encontrar respostas inspiradas na natureza, aos problemas identificados, fazendo jus ao nome do Clube.

Figura 3 – Aula de Biologia no Ensino Médio – Retorno ao presencial



Fonte: O Autor, 2022.

Por consequência, havíamos criado um produto educacional, não intencional, o grupo virtual do clube de biomimética, a fim de alcançar os objetivos específicos de nossa pesquisa, na busca por soluções/melhorias para problemas cotidianos, inspirados na natureza. O grupo de WhatsApp do clube, foi muito importante para manutenção do exercício do pensar, da

integração dos alunos, e importante também, para que pudéssemos aplicar o roteiro do ARP, que era necessário para o desenvolvimento do trabalho. Entretanto, diante da ideia do clube de biomimética virtual e seus resultados, mesmo só na fase de desenvolvimento de ideias e sugestões, aguardando de fato ainda por encontrar respostas da natureza, conseguimos junto à direção da escola, um espaço físico para poderem estar juntos e dando nova vida a pesquisa. (Figura 4).

Figura 4 – Sala física do clube de biomimética



Fonte: O Autor, 2022.

Local onde poderiam realizar suas pesquisas em grupo e desenvolverem suas ideias e estratégias de combate a todo tipo de problema que queiram buscar solução. Felicidade total, ânimos em alta, porém esbarramos em um teórico entrave; turmas diferentes, aulas, professores e salas diferentes dentre as cinco turmas do Ensino Médio. Nesse contexto surgiu à ideia, por necessidade, de adequarmos a situação de utilização da nova sala do clube de biomimética. Diante dessa necessidade, foi implementada uma estratégia; passamos a chamar os tempos vagos, do ensino em tempo integral, de HORA VERDE (Figura 5), assim, a sala passou a ser utilizada pelos alunos nos tempos vagos, onde se reúnem e trabalham as ideias da nossa pesquisa e também de qualquer estudo ou trabalho a ser realizado, em grupo ou não.

Figura 5 – Quadro de horários da Hora Verde

CIEP 398 MÁRIO LIMA - ENSINO MÉDIO INTEGRAL						
	HORÁRIO	1001	1002	2001	2002	3001
Segunda	07:00-07:50	ING-Sebast	PIE-	Hora Verde	ING-Cleide	EF-Carol
	07:50-08:40	ING-Sebast	PIE-	Hora Verde	ING-Cleide	EF-Carol
	08:40-09:20	Hora Verde	Hora Verde	ING-Sebast	EF-Carol	ARTE-Kátia
	09:35-10:20	Hora Verde	Hora Verde	ING-Sebast	EF-Carol	ARTE-Kátia
	10:35-11:20	Hora Verde	LAT-Jeffers	EF-Carol	Hora Verde	ING-Sebast
	11:20-12:10	Hora Verde	LAT-Jeffers	EF-Carol	Hora Verde	ING-Sebast
Segu	13:00-13:50	PIE-Adriana	PV-	PV-Jorge	Hora Verde	EMP-Rizzo
	13:50-14:40	PIE-Adriana	PV-	PV-Jorge	Hora Verde	EMP-Rizzo
	14:40-15:30	PIE-Adriana	Hora Verde	Hora Verde	Hora Verde	EMP-Rizzo
	15:45-16:35	PIE-Adriana	Hora Verde	Hora Verde	Hora Verde	EMP-Rizzo
Terça	07:00-07:50	EF-Emanu	MAT-André	HIS-Michele	POR-Waldéc	MAT-Angeliq
	07:50-08:40	EF-Emanu	Hora Verde	HIS-Michele	POR-Waldéc	MAT-Angeliq
	08:40-09:20	MAT-André	MAT-André	MAT-Angeliq	HIS-Michele	PIP-Valéria
	09:35-10:20	MAT-André	MAT-André	MAT-Angeliq	HIS-Michele	PIP-Valéria
	10:35-11:20	ING-Sebast	EF-Emanu	GEO-Leandr	BIO-Valéria	SOC-Michele
	11:20-12:10	ING-Sebast	EF-Emanu	GEO-Leandr	BIO-Valéria	SOC-Michele
Terça	13:00-13:50	POR-Mônica	FIS-Daniel	POR-Waldé	Hora Verde	PIP-Valéria
	13:50-14:40	POR-Mônica	FIS-Daniel	POR-Waldé	Hora Verde	PIP-Valéria
	14:40-15:30	FIS-Daniel	POR-Mônica	BIO-Valéria	POR-Waldécio	ESP-Cristiane
	15:45-16:35	FIS-Daniel	POR-Mônica	BIO-Valéria	POR-Waldécio	ESP-Cristiane
Quarta	07:00-07:50	FIS	Hora Verde	EF-Emanue	MAT-Angeliq	QUI-William
	07:50-08:40	FIS	Hora Verde	EF-Emanue	MAT-Angeliq	QUI-William
	08:40-09:20	Hora Verde	QUI-William	MAT-Angeliq	POR-Waldéc	PIP-Emanu
	09:35-10:20	HIS-Daniel	QUI-William	MAT-Angeliq	POR-Waldéc	PIP-Emanu
	10:35-11:20	EO-Adriana	BIO-Valéria	PIP-Emanue	QUI-William	POR-Waldéc
	11:20-12:10	EO-Adriana	BIO-Valéria	PIP-Emanue	QUI-William	POR-Waldéc
Quarta	13:00-13:50	PP-Leandro	Hora Verde	PIP-Emanuel	FIS-Daniel	FIS-Daniel
	13:50-14:40	PP-Leandro	Hora Verde	PIP-Emanuel	FIS-Daniel	Hora Verde
	14:40-15:30	PV-Emanue	PP-Leandro	FIS-Daniel	LMI*	BIO-Rizzo
	15:45-16:35	PV-Emanue	PP-Leandro	FIS-Daniel	EMP	BIO-Rizzo
Quinta	07:00-07:50	QUI-William	FIL-Fabiano	POR-Waldéc	PIE-Jefferson	GEO-Flamaron
	07:50-08:40	QUI-William	FIL-Fabiano	POR-Waldéc	PIE-Jefferson	GEO-Flamaron
	08:40-09:20	LAT-Jeffers	MAT-Angeliq	EO-Adriana	MAT-Angeliq	FIS-William
	09:35-10:20	LAT-Jeffers	MAT-Angeliq	EO-Adriana	MAT-Angeliq	FIS-William
	10:35-11:20	PIE-Adriana	Hora Verde	QUI-William	FIL-Fabiano	MAT-Angeliq
	11:20-12:10	PIE-Adriana	Hora Verde	QUI-William	FIL-Fabiano	MAT-Angeliq
Quinta	13:00-13:50	MAT-Angeliq	E.FIN-Rizzo	FIL-Fabiano	MAT-Angeliq	FIL-Daniel
	13:50-14:40	MAT-Angeliq	E.FIN-Rizzo	FIL-Fabiano	MAT-Angeliq	FIL-Daniel
	14:40-15:30	E.FIN-Rizzo	HIT-Daniel	MAT-Angeliq	Hora Verde	PIP-Valéria
	15:45-16:35	E.FIN-Rizzo	HIT-Daniel	MAT-Angeliq	Hora Verde	PIP-Valéria
Sexta	07:00-07:50	GEO-Leandro	ING-Sebast	POR-waldéc	SOC-Fabiano	PV-Emanuel
	07:50-08:40	GEO-Leandro	ING-Sebast	POR-Waldéc	SOC-Fabiano	POR-Waldécio
	08:40-09:20	POR-Roberta	GEO-Paulo	ING-Sebast	EO-Adriana	POR-Waldécio
	09:35-10:20	POR-Roberta	GEO-Paulo	ING-Sebast	EO-Adriana	Hora Verde
	10:35-11:20	E.F-Emanuel	PIE-	Hora Verde	GEO-Paulo	Hora Verde
	11:20-12:10	E.F-Emanuel	PIE-	Hora Verde	GEO-Paulo	Hora Verde
Sexta	13:00-13:50	POR-Monica	Hora Verde	EMP-Valeria	Hora Verde	EO-Adriana
	13:50-14:40	POR-Monica	Hora Verde	PV-Jorge	Hora Verde	EO-Adriana
	14:40-15:30	Hora Verde	POR-Monica	EMP-Valeria	PV-Jorge	Hora Verde
	15:45-16:35	Hora Verde	POR-Monica	Hora Verde	PV-Jorge	Hora Verde

Fonte: O Autor, 2022.

A Hora Verde foi utilizada de forma mais abrangente, não somente buscando soluções para problemas do cotidiano inspirados na natureza ou seguindo o roteiro adaptado de três perguntas para desenvolvimento da dissertação, mas também passando matéria a limpo, resolvendo exercícios e trabalhos. Passou a ser o espaço para se produzir, e não mais desperdiçado em tempo vago, mais sim, aproveitando de forma produtiva e autônoma suas horas verdes.

No desenrolar dos encontros, seguindo conteúdo programático em sala de aula ou desenvolvendo projetos no clube de biomimética, foram surgindo várias soluções apresentadas pelos alunos, como alguns exemplos transcritos mais a diante. Eles abordaram a necessidade do reaproveitamento e manejo de resíduos orgânicos, implantar lixeiras de coleta seletiva, limpeza e asfaltamento das ruas (na região muitas ruas ainda são de barro), retirada dos cantos de lixo acumulado, distribuição de comida, arrecadação e distribuição de doações, campanhas educacionais sobre reaproveitamento e desperdício, e várias outras ideias, faltando encontrar respostas para gerar um produto realmente inspirado na natureza.

Com dificuldades, porém, com boas ideias a serem melhores trabalhadas, chegamos ao encontro de algumas soluções que foram sugeridas, e algumas já postas em prática, mas, postas em prática independente de serem ou não consideradas soluções inspiradas na natureza. Os alunos queriam colocar em prática todos os conhecimentos que fossem possíveis de serem construídos e aplicados. Ainda faltava alcançar um objetivo específico da nossa dissertação para conseguirmos concluí-la. A meta era encontrar, ao menos, uma solução para um problema da comunidade apresentado pelos alunos, inspirado na natureza, gerando um produto à luz da biomimética.

Até que, entre ideias de trabalhar como as formigas, digerir como as baratas, reaproveitar todo material orgânico como a natureza realiza nas teias alimentares; todas são ideias que podem e devem ser estudadas para serem aprofundadas e desenvolvidas, porém, ainda muito embrionárias, sem pesquisa suficiente. Eis que surge a ideia de se criar uma rede de ajuda mútua, com uma central de distribuição e armazenamento inspirada nas redes simbióticas das micorrizas dos fungos. Essa ideia foi fomentada após terem acesso ao conteúdo desta matéria nas aulas de Biologia. A partir daí, foram orientados a procurar no Google Acadêmico e nos principais portais ([www.biomimetica.com.br/](http://www.biomimetica.com.br/), [/biomimicry.net/](http://biomimicry.net/), [asknature.org/](http://asknature.org/)) de biomimética, por trabalhos ou reportagens que pudessem dar embasamento a ideia que tiveram, para ser validada como um produto de biomimética. Aprenderam a fazer busca por palavras-chave.

Esse processo ocorreu durante a aula regular de Biologia, em maio de 2022; foram orientados a usarem suas horas verdes, em grupo de preferência, na sala de biomimética para realizarem suas pesquisas, e após várias buscas, orientações e leituras, precisei direcionar para um site específico, onde eu havia encontrado uma publicação recente, que poderia embasar a ideia dos alunos. Com o direcionamento, os alunos encontraram um artigo publicado sobre a comunidade de Baltimore a qual se inspirou na relação simbiótica entre os fungos ectomicorrízicos e o carvalho branco nativo do ecossistema da floresta de Maryland, para auxiliar pessoas em situação de vulnerabilidade, diante a crise gerada pela pandemia de Covid 19. Inspirados no compartilhamento de recursos no subsolo, facilitado por fungos micorrízicos, por meio de suas hifas, que são filamentos semelhantes a raízes conhecidos coletivamente como micélio. O trabalho realizado em Baltimore, foi desenvolvido para trabalhar especificamente a segurança alimentar, e está relacionado ao Objetivo 2 do ODS, Fome Zero, visando atender às necessidades imediatas dos residentes mais vulneráveis daquela região. Eles criaram o MyOak Public Market; perguntaram “Como podemos cultivar uma rede de sistema alimentar mais conectada e responsiva para garantir o acesso aos alimentos em tempos de crise as populações mais vulneráveis?” (ASKNATURE, 2020).

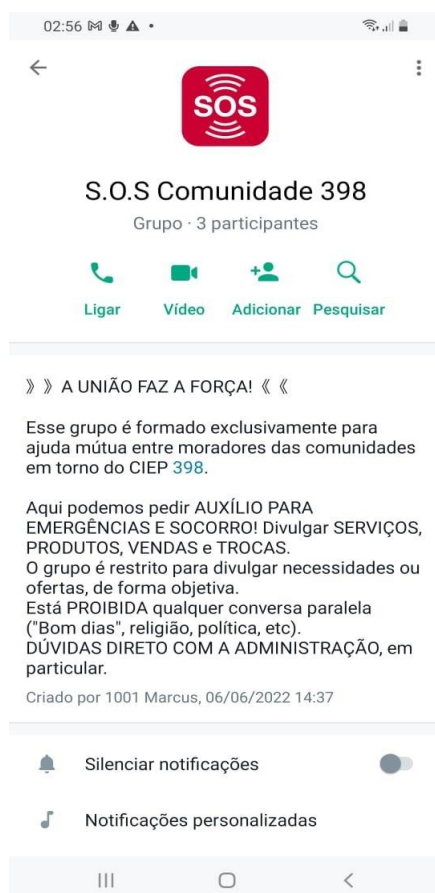
Inspirados no ecossistema florestal de Maryland, eles desenvolveram uma plataforma on-line recíproca para aumentar o acesso aos alimentos para as populações carentes, e incentivando o potencial econômico dos produtores locais de alimentos. Qualquer morador da cidade de Baltimore pode pedir comida por meio de vários tipos de contato (on-line, por telefone, pessoalmente) para entrega em casa ou no centro comunitário mais próximo. Por sua vez, o mercado oferece uma oportunidade para uma variedade de fornecedores potenciais venderem alimentos frescos, preparados e excedentes para uma base de clientes maior do que eles poderiam acessar de outra forma. A comida solicitada é entregue e organizada em um local central, depois enviada para centros comunitários em toda a cidade. Esses centros já são identificados por meio do plano de operações de emergência de Baltimore, utilizando a infraestrutura existente e ativando esses espaços comunitários. Isso fortalece os relacionamentos para melhor atender os indivíduos em insegurança alimentar e apoiar o surgimento os comerciantes locais.

Comparativamente, de forma assemelhada, os alunos criaram um Grupo de WhatsApp, intitulado S.O.S. Comunidade 398 (Figura 6), para estabelecer uma rede de ajuda mútua aos moradores das comunidades em torno do CIEP 398 Mario Lima, onde, o colégio serviria como base para receber e distribuir doações, tudo coordenado pelos alunos e



moradores que se engajem no projeto. Os alunos visualizaram que seriam necessários alguns cuidados específicos para que esse grupo não se torne mais um grupo qualquer de WhatsApp, principalmente, ganhando a projeção e proporção que esperam. Esses cuidados específicos foram listados e para participar do Grupo S.O.S. Comunidade, se faz necessário: Ser registrado o nome do participante, endereço, identidade, número de moradores na casa e suas idades; ninguém será adicionado ao grupo sem ser cadastrado antes, e ainda assinar um termo de acordo com as normas de funcionamento (será uma ficha protocolar padrão que ainda não foi aprovada em definitivo, aguardando a aprovação da direção do Ciep), aceitando seguir as regras do grupo, postando exclusivamente solicitações de ajuda, doações ou ofertas, assim como problemas comunitários comuns buscando solução que possa auxiliar ao próximo. Nada de “bom dias”, futebol, política, correntes e linguajar inapropriado. Será cadastrado também a profissão dos integrantes da casa, para que o grupo possa ter acesso aos serviços que possam ser prestados. As regras, assim como a forma de admissão no grupo, foram discutidas e estipuladas pelos alunos, em grupo.

Figura 6 – Captura de tela do grupo WhatsApp S.O.S. Comunidade 398, em construção



Fonte: O Autor, 2022.

O grupo de SOS criado pelos alunos, ainda está em fase de estruturação, estão buscando as diretrizes, não só desenhando regras para funcionamento interno, mas também buscando parcerias que tornem possível a realização do auxílio, tanto dos moradores, quanto dos comerciantes dentro das comunidades e ao entorno, buscando apoiadores e parcerias em centrais de abastecimento, mercados e feiras. Os alunos também querem orientar o grupo com dicas periódicas sobre alimentação saudável, reaproveitamento de alimentos, de resíduos, da água, dicas sobre economia de energia, além de se empenharem em buscar respostas fidedignas a perguntas outras que possam surgir.

Analisando a íntegra do texto original (ASKNATURE, 2020) do projeto desenvolvido em Baltimore, viram que a tecnologia, o recurso, que estão desenvolvendo, não está indo ao encontro só do ODS 2. Ele abraça também com os ODS 8 e 11, crescimento econômico e cidades e comunidades sustentáveis; além de poder se alinhar com os ODS 12,16 e 17, Consumo responsável, paz e justiça e parcerias pelas metas, pois o grupo passará a ser um gerador, multiplicador de dicas de conhecimentos, além de criar a aproximação da comunidade.

Trabalhando esses aprendizados e com o desejo de multiplicar toda essa informação, temos hoje alunos altamente engajados com a necessidade de lutar por um mundo mais sustentável. Abraçaram a causa, e se sentem empoderados, foram protagonistas de todo processo de construção do aprendizado, tiveram total autonomia para desenvolver suas ideias, e agora pô-las em prática, com a visão de começar por sua comunidade, tendo a certeza do benefício gerado pelo desdobramento de cada ação

#### **4.4 Transcrição dos encontros virtuais**

Destacamos aqui alguns relatos dos alunos durante os encontros on-line, que cumpriam a primeira etapa do roteiro aplicado, a apresentação de situações-problema, geradoras das preocupações dos alunos, seu “problema do coração”, em suas comunidades. Essas são transcrições de depoimentos e propostas realizadas pelos alunos, foi solicitado a entrega em formato de texto, ainda em momento de aulas on-line, com a intenção de além de estimular à escrita, gerar um material físico que pudesse ser apresentado a direção, como resultado do desenvolvimento do trabalho.

## Relato 1:

“Bom professor, lembra naquele dia que eu disse sobre o lixo que fica amontado do lado da escola? Então, eu me incomodo bastante com isso. Em 2020 quando eu passava por ali e via aquele monte de lixo amontado, jogado pelas pessoas e pelos carroceiros em vez de ser descartado num lugar próprio, eu ficava bastante chateada. Falando sério, era tanto lixo que não dava para passar pela calçada. Tínhamos que passar pelo meio da rua, e era perigoso, pois como o local era uma esquina, muitas vezes os carros passavam voados por ali, e outras vezes as pessoas não conseguiam ver que um veículo estava vindo, ou seja, corriam risco de serem atropeladas. Era realmente revoltante. Atualmente a calçada não está mais entupida de lixo, mesmo assim ainda continuam descartando coisas ali, e sei que isso não deve incomodar só a mim, como também a muitos moradores. Além disso, já aconteceram muitas queimas desse lixo no mesmo local, tantas que o muro/parede de uma casa ao lado ficou preta. Ou seja, "destruiu" a parede e trouxe risco para as pessoas novamente, pois colocaram o lixo pra queimar bem do lado de uma casa. Toda essa situação me incomodabastante.”

## Relato 2:

“O meu problema do coração é que aqui na minha rua existe uma linha de trem e do lado do muro da linha as pessoas colocam lixo e muitas vezes na semana, tacam fogo também. Isso me prejudica muito e acredito que também prejudique outras pessoas, pois além do mau cheiro incomodar, a fumaça é muito ruim para quem tem problema respiratório como eu e minha família, então se eu pudesse mudar algo imediatamente na minha rua, seria isso. Tirar os lixos e fechar a parte da linha do trem.”

## Relato 3:

“Me incomoda bastante em ver a pobreza que alguns enfrentam. Se tivesse o poder de solucionar um problema, seria do desemprego. No momento não tenho grandes problemas, mas, gostaria de solucionar o problema do saneamento básico de alguns bairros de minha cidade.”

Relato 4:

"Erradicação da pobreza. Escolhi esse tema [erradicação da pobreza] porque é uma das principais coisas que tem aqui no meu bairro e algumas pessoas passam necessidade e precisam de trabalho para se sustentar. A pobreza aqui é um caso extremo, muitas pessoas necessitam e não tem do que comer".

Relato 5:

“Acho que todos deveriam se importar com a degradação que nossas florestas que vem sofrendo além da imensa poluição, não apenas nas florestas, mas também nos oceanos, rios e lagos. Esses recursos sofrendo esse desmatamento não vai sobreviver por muito tempo, se nós não preservamos nossos recursos naturais isso vai nos trazer grandes consequências no futuro.”

Relato 6:

“A igualdade de gênero é um tema de extrema importância não apenas no Brasil mais sim no mundo inteiro, igualdade de gênero não deveria ser um assunto tão problemático assim, milhares de mulheres no mundo inteiro sofrem com isso, mulheres que fazem o mesmo trabalho que um homem recebe menos por que? Apenas por serem mulheres?”

Relato 7:

“Devemos preservar o meio ambiente se não preservarmos estaremos sendo burros pois isso não beneficia apenas os animais e sim nos mesmos também. Os ecossistemas terrestres são fundamentais para a vida das pessoas e a conservação das espécies do planeta. A importância do serviço de armazenamento e captação de carbono oferecidos pelas florestas preservadas ou restauradas.”

Notamos que eles buscaram um norte nos ODS, e tentaram passar o que mais incomodava nas observações de suas realidades.

Na sequência foram convidados a formarem grupos, momento híbrido, já envolvendo alunos de todo Ensino Médio participantes do Clube, ainda virtual. Solicitado que

levantassem hipóteses sobre os impactos, tanto sociais quanto ambientais, que poderiam ocorrer com a solução dos problemas. Formaram-se quatro grupos trabalhando problemas em comum, conforme seguem alguns relatos.

Relatos:

“O tratamento de esgoto é essencial para a qualidade de vida das pessoas e também é essencial para o bem da natureza. Com o esgoto devidamente tratado não somente a vida marinha será preservada, mas também todas as vidas ao redor, pois serão diminuídas a incidência de doenças e mortalidade causada diretamente por esse problema. Visto que o tratamento de esgoto é um direito básico, ele deve ser reivindicado a todo custo para que então possa contribuir com ideias e projetos de melhoria para a sociedade.” (Grupo 1)

“Atualmente o acúmulo excessivo de lixo e a precariedade do saneamento básico em São João de Meriti são nossos maiores inimigos. Nossa cidade está passando por uma série de problemas ambientais preocupantes, que se não solucionados, ocasionarão consequências grandes e danos irreparáveis a saúde da população e principalmente ao ecossistema local.” (Grupo 2)

“A fome é algo bastante comum em nosso meio. É uma situação difícil em todos os aspectos. Como uma forma de resolver uma parcela significativa, pensamos em criar uma horta comunitária. Achamos essa ideia boa, pois fazer o plantio de sementes/mudas nos traria benefícios não só voltados para a área social, mas também a ambiental e a decorativa. Plantar, cuidar e colher são hábitos que deveriam ser mais divulgados e aplicados ao nosso cotidiano, pois além de ser uma prática que gera frutos, também decora dando uma boa aparência e valorizando a localidade. Ao longo do tempo, as modificações humanas em toda a Terra, vem há anos prejudicando, já que não repomos tudo aquilo que retiramos. Uma vez que as ações humanas ajudam a poluir a atmosfera do nosso planeta, temos que pensar em algo que filtra as impurezas presentes em nosso ar e quem faz isso muito bem são as árvores, plantas e vegetais (deixei *ipsis litteris*, licença poética). A horta ajudaria a filtrar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e substituí-lo por oxigênio (grupo do 1º ano). Outro

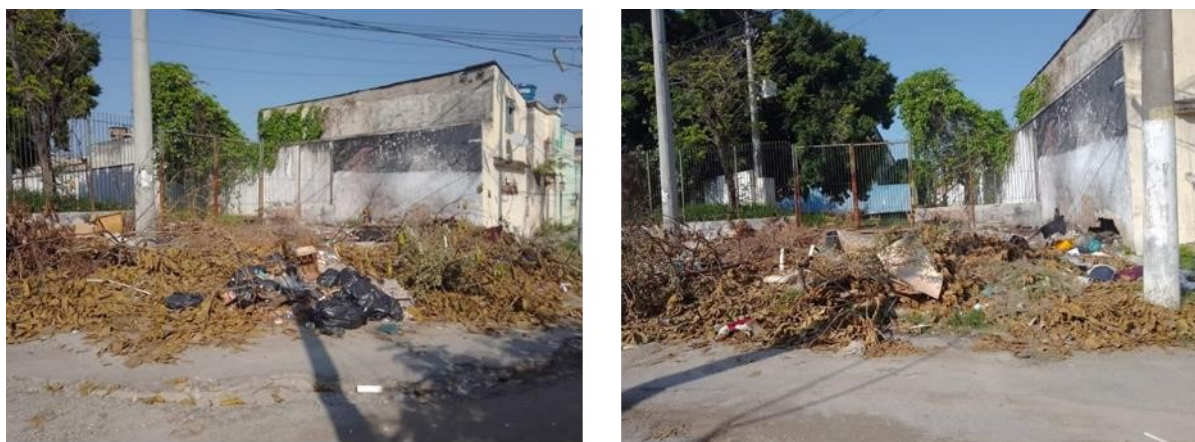
benefício seria o fato de renovarmos o solo plantando sementes de variados tipos, fazendo com que esse solo fique fértil cada vez mais.” (Grupo 3)

“Viemos falar sobre as enchentes causadas no nosso bairro, que causam diversos problemas como: dificuldades para a passagem de todos os meios de transporte e dos pedestres causando também destruições a comércios, casas e estradas. A maioria das situações que causam enchentes são: bueiros com excesso de lixo assim como nas ruas. Algumas formas que poderiam ajudar a evitar as enchentes é criar um grupo comunitário para as limpezas das ruas e com os lixos recicláveis deveríamos reciclar e com o dinheiro que irá retornar investiremos no projeto comunitário fazendo cartazes sobre a importância de manter uma rua limpa, imprimir anúncios em folhas de ofício sobre “não jogar lixo”, comunicar a CEDAE e a COMLURB para ser feita a limpeza nos bueiros.” (Grupo 4)

Como podemos perceber, os alunos acabaram direcionando suas respostas mais para uma apresentação direta de soluções ao invés de apresentar situações-problema, como foi solicitado, nesta etapa do roteiro. Essa fase de desenvolvimento do ARP, seria para levantarmos os impactos gerados pelos problemas apresentados, assim como o reflexo que 47 poderia gerar a suposta solução do problema, e não falar sobre soluções em si, e queríamos, nesse momento, conversar sobre hipóteses sobre o problema. Contudo, percebemos que alunos tiveram melhor desenvolvimento e aproveitamento das ideias que foram trabalhadas em grupo.

Diante dos problemas trazidos, descritos pelos alunos, um era recorrente, tanto nos textos quanto nos apresentados de forma oral em nossos encontros; o grupo como um todo reclamava muito das consequências geradas pelo lixo que bloqueava a entrada principal do colégio (Figura 7), que não era utilizada, sendo usualmente utilizada à entrada de carros para se trafegar.

Figura 7 – Portão principal do colégio



Fonte: O Autor, 2022.

Passamos então a buscar soluções para alcançar o objetivo de livrar o portão principal e a calçada do colégio do lixo acumulado. Foi solicitado que observassem a natureza buscando pesquisar como ela gerencia seus resíduos. A seguir apresentamos as respostas dos alunos, somente dois grupos se reuniram para desenvolver ideias e apresentar uma resposta contextualizada:

“Nosso projeto é uma revitalização da área pública do portão da escola. Nessa área, existe um grande acúmulo de lixo, que causa incômodo aos moradores e às pessoas que circulam pelo local, visto que o lixo fica acumulado na calçada atrapalhando a circulação. O lixo causa inúmeros problemas, tais como maus cheiros, bichos indesejáveis (ratos, baratas...) e que causam doenças, além de outros problemas.

Os benefícios da retirada desse lixo serão muitos, como diminuição de bichos (ratos, baratas, moscas), melhorar a circulação para as pessoas e os moradores, melhor qualidade de vida e diminuição de mau cheiro causado pelo lixo.

Nossas soluções para esse problema incluem telefonar para a prefeitura e pedir a retirada do lixo do local, além de implantar uma revitalização feita e organizada pelos próprios alunos. Nossa intenção é tornar o local mais bonito visualmente, na intenção de incentivar as pessoas a não despejar lixo no local”.

(Grupo 1)

Observamos duas possíveis soluções para esse problema. A primeira seria investir na reciclagem, incentivando a própria população a tomar medidas, começando por seus lares. A segunda alternativa complementar seria reivindicar o direito nosso sobre saneamento básico para que então possamos contribuir com melhorias.” (Grupo 2).

Aqui percebemos que o maior desafio em nosso trabalho seria fazer com que eles buscassem soluções inspiradas na natureza, à luz da Biomimética. Os alunos acabavam direcionando suas respostas para uma apresentação direta de soluções, baseada em ideias comuns, e não realmente no que foi proposto nessa etapa final do desenvolvimento, do roteiro de perguntas.

Estamos buscando soluções inspiradas na natureza, perguntado como ela gerenciaria esse problema, e não foi fácil tutorear este momento em que queriam “solucionar” os problemas de qualquer forma. Falaram em trabalhar como formiguinha; então busquei e trouxe textos formigas cortadeiras, foram orientados a pesquisar pelas palavras-chave, porém não conseguiram criar uma associação que pudesse ser trabalhada na prática, e ser uma inspiração na natureza. Depois falaram em construir composteiras para trabalhar o lixo orgânico, espelhado no processo de atuação dos decompositores da teia alimentar, mas também não trouxeram ainda, nada de objetivo que possa ser desenvolvido.

Entretanto, diante da necessidade de “empoderá-los”, para que não esmorecessem diante das dificuldades naturais do percurso, resolvemos sanar a ânsia de solucionar o problema do lixo na porta da escola; foram orientados, já que a única ideia que tinham era acionar o poder público, a fazer um abaixo assinado para prefeitura, com fotos, exigindo uma resposta e ação do município; o abaixo assinado foi feito, levado por eles até a prefeitura, protocolado e foram orientados a expor o problema em todas as mídias que tivessem acesso. Uma famosa rede de televisão visitou a escola, e tornou público o problema, o que acelerou o processo de solução. O lixo foi retirado e a rua está sendo urbanizada (Figura 8; Figura 9). O resultado, apesar de não ter sido inspirado na natureza, foi importante para manutenção da nossa pesquisa, gerando solução para um dos problemas que os alunos reclamavam e conviviam no seu dia a dia. Sentiram o gosto da vitória.

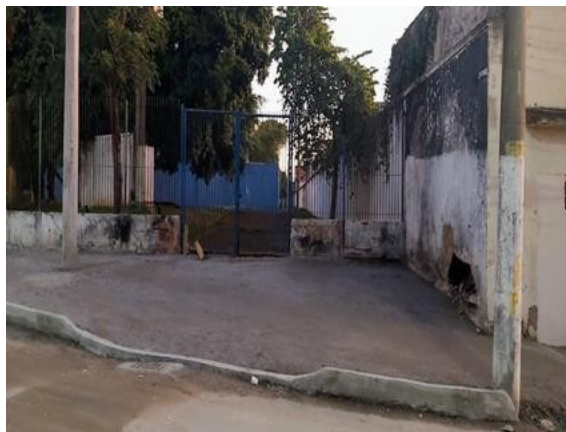


Figura 8 – Início da reurbanização da rua do colégio



Fonte: O Autor, 2022.

Figura 9 – Reurbanização da rua do colégio



Fonte: O Autor, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Foi motivador perceber a mudança de comportamento dos alunos frente à apresentação dos conteúdos do ensino de Biologia, uma vez que passaram a desenvolver uma consciência crítica, um comportamento questionador com mais desenvoltura, começaram a pensar fora da “caixinha” a medida que eram desafiados a resolver problemas.

Hoje, avisto alunos motivados e engajados diante da proposta de criar conteúdos científicos que possam ser divulgados e difundidos. Notamos que a ideia de ter suas sugestões/propostas sendo veiculadas para fora dos muros do colégio, tomando voz, se tornou um estímulo adicional. Esse trabalho foi desenvolvido para buscar e evidenciar soluções aos problemas cotidianos que tenham maior significado na vida dos alunos. Segue o norte de sempre perguntar sobre a solução para natureza, discutindo e desenvolvendo possíveis soluções presentes no meio ambiente, à luz da biomimética. Dessa forma, os alunos estarão sempre estimulados, assumindo seu protagonismo, mantendo sua autonomia, e ainda produzindo produtos que privilegiem a popularização do conhecimento científico, motivando-os a ensinar e aprender ciência além da vida escolar.

Torna-se importante ressaltar uma observação analisada na amostragem desta pesquisa, que entendo ser relevante para ser relatada. Concluo pela observação dos resultados que, quando os alunos são colocados em grupos, para discutirem ideias comuns, eles se sentem mais estimulados e desafiados. Entretanto, nota-se que inicialmente os alunos precisam ser colocados em grupos que possuam entrosamento e afinidade com o propósito a ser alcançado, ou que pelo menos, não haja animosidade entre os alunos deste grupo.

Percebemos durante a aplicação da metodologia construtivista de ARP, a importância dessa adequação aos grupos, atentando a uma possível necessidade de redistribuição e realocação para um desenvolvimento produtivo da pesquisa, isso foi observado em alguns momentos de nossa pesquisa científica.

A equipe Diretora e de Professores do CIEP 398 Mario Lima se mostraram participativos e adeptos em dar continuidade na aplicação do projeto, mantendo o clube de biomimética, acreditando no seu potencial transdisciplinar.

Acredito termos criado instrumentos que ajudem a ganhar, a cada ano, mais força na comunidade escolar e fora dela, mostrando o conhecimento aplicado além dos muros do colégio, e que mais ideias surjam nesse sentido, não ficando limitada somente ao que já foi desenvolvido. Acredito que com doses de estímulo, muitas respostas buscadas na natureza

ainda possam surgir para problemas cotidianos, e caso não possam ser associadas à biomimética, que sejam soluções que ajudem, somando, para a manutenção do equilíbrio do planeta.

Tenho o entendimento que criamos um espaço onde os alunos, hoje, se sentem “empoderados”, donos do seu conhecimento, capazes de produzir, e com a ideia de multiplicar e difundir. Os mais novos, do ensino fundamental, já comentam quando poderão participar do Clube de Biomimética, que é exclusivo para o Ensino Médio.

Ainda, como perspectiva futura, pretendemos realizar a produção de um roteiro radiofônico para divulgação científica das soluções propostas e resultados obtidos na forma de podcast gravado.

Então vamos continuar perguntando à natureza como ela gerenciaria novos problemas a serem resolvidos!

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, M. E. U. et al. Problem-based learning: best practice in High School science teaching. In: HENDERSON, R. (Ed.). Problem-based learning: Perspectives, methods and challenges: perspectives, methods and challenges. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2016. p. 27-33.
- ASKNATURE. Food access platform inspired by the fungi/white oak symbiosis: MyOak public market. 2020. Disponível em: <https://asknature.org/innovation/food-access-platform-inspired-by-the-fungi-white-oak-symbiosis/>. Acesso em: 14 abr. 2022.
- BENYUS, J. M. Biomimicry: Innovation inspired by nature. New York, NY: William Morrow & Company, 2002. 320 p.
- BENYUS, J. M. Biomimética: Inovação inspirada pela natureza. Tradução Milton Chaves de Almeida. São Paulo: Cultrix, 2003.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. Revista Ensaio: Avaliação em Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362014000200002&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362014000200002&script=sci_abstract&tlng=es). Acesso em: 9 jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular: Educação é a base. 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 14 abr. 2022.
- BRITO, J. F. de; PERES, S. M. Aprendizagem por resolução de problemas no curso de bacharelado em sistemas de informação. In: Congresso Internacional, 2010. São Paulo. Anais [...]. São Paulo: USP, 2010. Disponível em <http://each.uspnet.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0240-1.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- COSTA, V. C. I. Aprendizagem baseada em problemas (PBL). Aprendizagem baseada em problemas (PBL). Boletim GEP. 7 dez. 2010. Disponível em: <https://pluralgep.wordpress.com/2010/10/07/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl-por-valeria-c-i-costa/>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- DEMBO, M. H.; EATON, M. J. School learning and motivation In: PHYE, G. D. (Ed.). Handbook of academic learning: construction of knowledge educational psychology. San Diego, CA: Academic Press, 1997, p. 65-103.
- DECI, E. L. et al. Motivation and education: The self-determination perspective. Educational Psychologist, v. 26, n. 3/4, p. 325–346, 1991. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4\\_6](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_6)
- DÍAZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. Papel de la Educación CTS em uma Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 2, n. 2, 2003.

ESCOLA DA INTELIGÊNCIA EDUCAÇÃO SOCIOEMOCIONAL. O que é a proposta pedagógica construtivista? *Gestão Escolar*, 6 de novembro de 2017. Disponível em: <https://escoladainteligencia.com.br/blog/o-que-e-o-metodo-de-ensino-construtivista/>. Acesso em: 30 maio 2022.

FERRARI, M. Lev Vygotsky, o teórico do ensino como processo social. *Nova Escola*. 1º out. 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social>. Acesso em: 9 jun. 2022.

FORSHAY, W. R.; KIRKLEY, J. *Principles for teaching problem solving*. Bloomington, MN: Plato Learning, Inc. 1998. 16 p.

GIBBENS, B. Measuring student motivation in an introductory biology class. *The American Biology Teacher*, v. 81, n. 1, p. 20–26, 2019. <https://doi.org/10.1525/abt.2019.81.1.20>

LACERDA, C. de; SORANSO, P.; FANGUEIRO, R. O contexto Biomimético aplicado ao design de superfícies têxteis. *REDIGE*, v. 3, n. 3, p. 1-18, dez. 2012. Disponível em: <https://designlyn.files.wordpress.com/2014/04/155-724-1-pb.pdf>. Acesso em 31 maio 2022.

MAIA, V. J. As Fases do desenvolvimento infantil. 30 de junho de 2020. Blog do Instituto de Avaliação Psicológica e Psicoterapia. Disponível em: <http://www.iapsi.com.br/blog/35/as-fases-do-desenvolvimento-infantil>. Acesso em 28 maio 2022.

MAYER, R. E. Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, v. 32, n. 1, p. 1-19, 1997. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3201\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3201_1)

MEIRA, G. L. A biomimética utilizada como ferramenta alternativa na criação de novos produtos. Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí. 2., 2008, Itajaí. Anais [...]. Itajaí: UFSC, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221934/A-biomime%cc%81trica-utilizada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jun. 2022.

MELLO, W. Futura além do canal de televisão: O que um professor tem para contar. In: LIBONATI, A.; GARCIA, D. (Orgs.). *Comunicação e transformação social 3 - Canal Futura - 20 anos de conexões e reinvenções*. Ilhéus, BA: Editus, 2019. p. 189-201.

MENA, I. Verbete draft: o que é biomimética. 9 maio 2018. Disponível em: <https://www.projetodraft.com/verbete-draft-o-que-e-biomimetica/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MONROE, C. Vygotsky e o conceito de aprendizagem mediada. 7 mar. 2018. *Nova Escola*. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/274/vygotsky-e-o-conceito-de-aprendizagem-mediada>. Acesso em: 14 abr. 2022.

MUSEU DE CIÊNCIAS DA AMAZÔNIA. Acervo do MuCA reúne o maior banco genético vivo do planeta e tem ambiente expositivo assinado por Marko Brajovic. 25 maio 2021. Disponível em: <https://mucamazonia.org/acervo-do-muca-reune-o-maior-banco-genetico-vivo-do-planeta-e-tem-ambiente-expositivo-assinado-por-marko-brajovic/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs#:~:text=Os%20Objetivos%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%20%C3%A3o%20um%20apelo%20global%20%C3%A0,de%20paz%20e%20de%20prosperidade>. Acesso em: 13 jun. 2022.

NINHOS DO BRASIL. Piaget para famílias: quais são as fases do desenvolvimento cognitivo? 21 de abril de 2021. Disponível em: <https://www.ninhosdobrasil.com.br/piaget-desenvolvimento-infantil>. Acesso em: 14 abr. 2022.

NOEMI, D. Entenda o que é a aprendizagem baseada em problemas. 05 set. 2019. Disponível em: <https://escolasdisruptivas.com.br/metodologias-inovadoras/entenda-o-que-e-a-aprendizagem-baseada-em-problemas/>. Acesso em: 05 jun. 2022.

NOVA ESCOLA. Lev Vygotsky: O teórico do ensino como processo social. 14 de ago. de 2015. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/7235/lev-vygotsky>. Acesso em: 05 jun. 2022.

PARTIN, M. L. et al. Yes I can: the contributions of motivation and attitudes on course performance among biology nonmajors. *Journal of College Science Teaching*, v. 40, n. 6, p. 86–95, January 2011.

PIAGET, J. O nascimento da inteligência na criança. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

PINTRICH, P. R. et al. A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Ann Arbor: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, 1991. 76 p.

QUEIROZ, A. A. 5 examples of Biomimetic technology. Adaptado do artigo original de Robin Sandhu. 6 mar. 2015. Disponível em: <https://www.linkus.com.br/blog/5-exemplos-de-tecnologia-biomimetica/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Afetividade, motivação e construção de conhecimento científico nas aulas desenvolvidas em ambientes naturais. *Ciências & Cognição*, v. 13, n. 3, p. 120-136, dez. 2008. Disponível em: [http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13\\_3/m318253.pdf](http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13_3/m318253.pdf). Acesso em: 28 maio 2022.

SOARES, T. L. de F. A biomimética e a geodésica de buckminster fuller: uma estratégia de Biodesign. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/32210/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Theska%20Laila%20de%20Freitas%20Soares.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1985. VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. VYGOTSKY, L. S. Pensamiento y lenguaje. In: VYGOTSKY, L. S. Obras escogidas. Vol. 2, Problemas de psicología general. 2. ed. Madrid: Antonio Machado Libros, 2001.

ZANON, S. Biomimética: tecnologia inspirada na natureza avança no Brasil. 18 mar. 2020. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2020/03/biomimetica-tecnologia-inspirada-na-natureza-avanca-no-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

## APÊNDICE A – Termo de autorização institucional

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

PESQUISA: Produção radiofônica educacional para um ensino de Biologia motivador, investigativo e popular à luz da Biomimética e Construtivismo

Responsável: Alexandre de Oliveira Rizzo

Eu Márcia de Fatima Pereira de Loureiro (nome legível), responsável pela Instituição CIEP Brigolão 398 Márcio Lima, declaro que fui informado(a) dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento, como instituição co-participante desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos seus integrantes. Declaro, ainda, que no recebemos qualquer tipo de remuneração por esta autorização, bem como os participantes também não a receberão.

A pesquisa só terá início nesta instituição após apresentação do Parecer de Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa.

Rio de Janeiro, 19 de Jan de 2020

Márcia de Fatima Pereira de Loureiro

Responsável pela Instituição (assinatura e carimbo)



Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem:

Pesquisador: Alexandre de Oliveira Rizzo (96417-4633)

- tel: (21)

Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3020, bloco E, andar Maracanã - Rio de Janeiro/RJ.

E-mail: - telefone: (21) 2334-2180

**APÊNDICE B** – Termo de Assentimento livre e esclarecido para alunos maiores de idade**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de****Biologia TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E****ESCLARECIDO**

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada **“Produção radiofônica educacional para um ensino de Biologia motivador, investigativo e popular à luz da Biomimética e Construtivismo”**, desenvolvido por Alexandre de Oliveira Rizzo, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pelo Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello, docente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver e aplicar uma metodologia construtivista com aprendizado por resolução de perguntas (ARP) utilizando a Biomimética em aulas de biologia, para alunos do Ensino Médio, estabelecendo um modelo para estimular a alfabetização científica na escola, identificando e sugerindo soluções para problemas cotidianos e a divulgação dessas sugestões através de uma produção de roteiros radiofônicos.

Você foi selecionado (a) por ser aluno do CIEP 398 – Mario Lima, cursando o 3º ano do Ensino Médio. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

A participação não oferece nenhum risco a saúde e bem-estar do estudante. Como risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. No decorrer da pesquisa serão realizadas perguntas e redações com respostas que serão usados meramente para coleta de dados. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada e o seu nome e imagem não serão citados na apresentação do estudo em eventos e revistas científicas, sendo-lhe assegurado o sigilo sobre suas respostas e informações pessoais. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos nesta pesquisa a partir de suas observações sobre o ambiente cotidiano e a natureza, serão confidenciais, analisados e armazenados. Somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e seu orientador. Não serão divulgados dados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação.

Para esta pesquisa adotaremos como procedimentos metodológicos, visitas ao local do entorno das residências dos participantes, você será convidado a fazer um levantamento dos principais problemas cotidianos, que mais chamam sua atenção. Em uma segunda etapa serão direcionados a perguntar para a natureza, que solução ela daria para esses problemas apontados à luz da Biomimética. Ao final de nossa pesquisa produziremos um roteiro radiofônico para divulgação científica das soluções propostas



e resultados obtidos, difundindo esses resultados através de Podcasts que serão gravados pelo professor orientador.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. Você não será penalizado de nenhuma maneira, caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Não haverá nenhum gasto para o

participante, e nem remuneração. O benefício (indireto) relacionado à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pela metodologia desenvolvida. Sua participação é muito importante para a execução desta pesquisa.

---

Rubrica do participante

---

Rubrica do pesquisador

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

#### CONTATO DO PESQUISADOR

Alexandre de Oliveira Rizzo ([rizzo.alexandre@yahoo.com.br](mailto:rizzo.alexandre@yahoo.com.br)) - Cel. (21) 996417-4633 Orientador:  
 Waldiney Cavalcante de Mello ([neymello.ictio@gmail.com](mailto:neymello.ictio@gmail.com))  
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.(IBRAG)  
 Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, sala 506, Maracanã. CEP: 20550-900 – RJ,RJ – BR.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: [etica@uerj.br](mailto:etica@uerj.br) - Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome do(a) participante: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome do(a) pesquisador: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE C – Termo de assentimento livre e esclarecido para alunos menores de idade



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de**



### **Biologia TERMO DE ASSENTIMENTO**

#### **PARA MENOR**

(Obrigatório para menores de 12 a 17 anos)

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Produção radiofônica educacional para um ensino de Biologia motivador, investigativo e popular à luz da Biomimética e Construtivismo”, desenvolvido por Alexandre de Oliveira Rizzo, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pelo Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello, docente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver e aplicar uma metodologia construtivista com aprendizado por resolução de perguntas (ARP) utilizando a Biomimética em aulas de Biologia, para alunos do Ensino Médio, estabelecendo um modelo para estimular a alfabetização científica na escola, identificando e sugerindo soluções para problemas cotidianos e a divulgação dessas sugestões através de uma produção de roteiros radiofônicos.

Você foi selecionado (a) por ser aluno do CIEP 398 – Mario Lima, cursando o 3º ano do Ensino Médio. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar. Sua recusa, desistência ou retirada de assentimento não acarretará prejuízo.

A participação não oferece nenhum risco a sua saúde e bem-estar. Com o risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. No decorrer da pesquisa serão realizadas perguntas e redações com respostas que serão usados meramente para coleta de dados. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada e o seu nome e imagem não serão citados na apresentação do estudo em eventos e revistas científicas, sendo-lhe assegurado o sigilo sobre suas respostas e informações pessoais. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos nesta pesquisa a partir de suas observações sobre o ambiente cotidiano e a natureza, serão confidenciais, analisados e armazenados. Somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e seu orientador. Não serão divulgados dados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação.

Para esta pesquisa adotaremos como procedimentos metodológicos, visitas ao local do entorno das residências dos participantes, você será convidado a fazer um levantamento dos principais problemas cotidianos, que mais chamam sua atenção. Em uma segunda etapa serão direcionados a perguntar para a natureza, que solução ela daria para esses problemas apontados à luz da Biomimética. Ao final de nossa pesquisa produziremos um roteiro radiofônico para divulgação científica das soluções propostas e resultados obtidos, difundindo esses resultados através de Podcasts que serão

gravados pelo professor orientador.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. Você não será penalizado de nenhuma maneira, caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Não haverá nenhum gasto

para o participante, e nem remuneração. O benefício (indireto) relacionado à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pela metodologia desenvolvida. Sua participação é muito importante para a execução desta pesquisa.

---

Rubrica do participante

---

Rubrica do pesquisador

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

#### CONTATO DO PESQUISADOR

Alexandre de Oliveira Rizzo ([rizzo.alexandre@yahoo.com.br](mailto:rizzo.alexandre@yahoo.com.br)) - Cel. (21) 996417-4633 Orientador:  
Waldiney Cavalcante de Mello ([neymello.ictio@gmail.com](mailto:neymello.ictio@gmail.com))  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. (IBRAG)  
Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, sala 506, Maracanã. CEP: 20550-900 – RJ, RJ – BR.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: [etica@uerj.br](mailto:etica@uerj.br) - Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome do(a) participante: \_\_\_\_\_

Assinatura:

\_\_\_\_\_ (M

ENOR)

Nome do(a) pesquisador: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_

## APÊNDICE D – Termo de consentimento livre e esclarecido para responsáveis



**PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia**



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E

#### ESCLARECIDO

(PARA O RESPONSÁVEL LEGAL DE PARTICIPANTE MENOR DE 18 ANOS)

Prezado participante,

O menor sob sua responsabilidade está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “**Produção radiofônica educacional para um ensino de Biologia motivador, investigativo e popular à luz da Biomimética e Construtivismo**”, desenvolvido por Alexandre de Oliveira Rizzo, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientado pelo Prof. Dr. Waldiney Cavalcante de Mello, docente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é desenvolver e aplicar uma metodologia construtivista com aprendizado por resolução de perguntas (ARP) utilizando a Biomimética em aulas de Biologia, para alunos do Ensino Médio, estabelecendo um modelo para estimular a alfabetização científica na escola, identificando e sugerindo soluções para problemas cotidianos e a divulgação dessas sugestões através de uma produção de roteiros radiofônicos.

Ele/Ela foi selecionado(a) por ser aluno do CIEP 398 – Mario Lima, cursando o 3º ano do Ensino Médio. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, Ele/Ela poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

A participação não oferece nenhum risco a saúde e bem-estar do estudante. Como risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. No decorrer da pesquisa serão realizadas perguntas e redações com respostas que serão usados meramente para coleta de dados. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada e o seu nome e imagem não serão citados na apresentação do estudo em eventos e revistas científicas, sendo-lhe assegurado o sigilo sobre suas respostas e informações pessoais. Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos nesta pesquisa a partir de suas observações sobre o ambiente cotidiano e a natureza, serão confidenciais, analisados e armazenados. Somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e seu orientador. Não serão divulgados dados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação.

Para esta pesquisa adotaremos como procedimentos metodológicos, visitas ao local do entorno das residências dos participantes, você será convidado a fazer um levantamento dos principais problemas cotidianos, que mais chamam sua atenção. Em uma segunda etapa serão direcionados a perguntar para a natureza, que solução ela daria para esses problemas apontados à luz da Biomimética. Ao final de nossa pesquisa produziremos um roteiro radiofônico para divulgação científica das soluções propostas



e resultados obtidos, difundindo esses resultados através de Podcasts que serão gravados pelo professor orientador.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. Você não será penalizado de nenhuma maneira, caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Não haverá nenhum gasto para o

participante, e nem remuneração. O benefício (indireto) relacionado à sua participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pela metodologia desenvolvida. Sua participação é muito importante para a execução desta pesquisa.

---

Rubrica do participante

---

Rubrica do pesquisador

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você autorize o menor a participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

#### CONTATO DO PESQUISADOR

Alexandre de Oliveira Rizzo ([rizzo.alexandre@yahoo.com.br](mailto:rizzo.alexandre@yahoo.com.br)) - Cel. (21) 996417-4633 Orientador:  
 Waldiney Cavalcante de Mello ([neymello.ictio@gmail.com](mailto:neymello.ictio@gmail.com))  
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.(IBRAG)  
 Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, Departamento de Ensino de Ciências e Biologia, sala 506, Maracanã. CEP: 20550-900 – RJ,RJ – BR.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: [etica@uerj.br](mailto:etica@uerj.br) - Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do menor sob minha responsabilidade nesta pesquisa e autorizo sua participação.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Nome do participante menor: \_\_\_\_\_

Nome do(a) responsável: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome do(a) pesquisador: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## ANEXO – Parecer substanciado do comitê de ética em pesquisa

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Produção radiofônica educacional para um ensino de Biologia motivador, investigativo e popular à luz da Biomimética e Construtivismo

**Pesquisador:** ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 42550821.6.0000.5282

**Instituição Proponente:** Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.681.703

**Apresentação do Projeto:**

As informações elencadas nos campos abaixo foram transcritas do arquivo "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1689736.pdf", do projeto de pesquisa e de seus apêndices.

Depreende-se que o objeto de estudo é "a aplicação de uma metodologia inovadora na escola onde será implementada, permitindo a criação de produtos didáticos com plena participação dos alunos como protagonistas"

Não apresenta Questão Norteadora.

Abordagem metodológica: "pesquisa qualitativa onde as ações de descrever, compreender, explicar, não serão focadas em conceitos específicos e sim na compreensão do fenômeno como um todo." "Será utilizada a metodologia proposta por Mello (2019), introduzindo exemplos de tecnologias inspiradas na natureza através da exibição e discussão de peças audiovisuais do tipo animação em curta-metragem, produzidos para o Canal Futura na série "O que é, o que é". Periodicamente serão trazidos problemas cotidianos de ordem global para serem discutidos nas aulas de biologia, criando uma rotina de leitura e discussões. Os temas serão selecionados a partir de suas relações com aqueles da Agenda 2030 Para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. Os alunos escolherão seus temas para serem desenvolvidos em grupos que criarão projetos seguindo um roteiro orientado pelo professor. Os temas serão

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.681.703

inspirados na busca por soluções para os problemas cotidianos que fazem parte da realidade da escola e dos próprios alunos (e.g. consumo sustentável de alimentos, mobilidade urbana, uso sustentável de energia, etc). Partindo de um problema observado, será proposta a pergunta "o que a natureza faz para resolver isso?"."

Campo / cenário: "O presente projeto será desenvolvido no Centro Integrado de Educação Pública Mario Lima (CIEP 398), localizado no município de São João de Meriti, Rio de Janeiro."

Participantes: "Com alunos da turma 3001 do ensino médio", em número de 20.

Critérios de inclusão: Participarão os Alunos voluntários.

Critérios de exclusão: que não assinarem o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e que os respectivos responsáveis, não assinarem o Termo Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ou mesmo aqueles que de plena vontade decidirem não participar.

Instrumento e Técnica de coleta de dados: "Escolhidos os grupos de trabalho e seus temas, os alunos serão guiados para estabelecerem um problema-chave.3.3.1 Modelo de roteiro para os alunos: a) Definição do problema: Qual é o problema ou questão específica para o qual o grupo quer encontrar soluções? E como a resolução deste problema específico ajuda a resolver o problema maior (relacionado ao tema principal do desafio)? b) Quais impactos-chave o seu projeto terá? Liste o(s) impacto(s) que o seu grupo gostaria de alcançar. (não é o que o aluno quer fazer, mas o que o projeto fará). c) Quais contextos-chave o projeto aborda? Os alunos descreverão alguns dos fatos contextuais que são importantes para serem considerados no projeto, incluindo quem ele atenderá, onde precisa ser implementado, outros critérios e preocupações.d) Criação do projeto: A partir das informações anteriores, verbalizar os desafios com um questionamento: "Como podemos...", de modo a listar formas que os alunos possam usar para resolver o problema proposto. Produtos didáticos e sua aplicação: A pesquisa orientada dos alunos será transformada em produtos de divulgação e popularização científicas, na forma de uma série de roteiros para radiofonia em formato de podcast que serão gravados e utilizados em um programa de rádio, em parceria com a Rádio Roquette Pinto (94,1FM), no Rio de Janeiro, dentro do quadro Rádio Animal."

Critérios éticos: No projeto de pesquisa em anexo apresenta que "A participação não oferece nenhum risco a saúde e bem-estar do estudante. Como risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas. No decorrer da pesquisa serão realizadas perguntas e redações, com respostas que serão usadas meramente para coleta de dados. Para atenuar qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, sua privacidade será respeitada e o seu nome e imagem não serão citados na apresentação do estudo em eventos e revistas científicas, sendo-lhe assegurado o sigilo sobre suas respostas e informações pessoais.

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.681.703

Seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa. Os dados obtidos nesta pesquisa a partir de suas observações sobre o seu ambiente e a natureza, serão confidenciais, analisados e armazenados. Somente terão acesso aos mesmos o pesquisador e seu orientador. Não serão divulgados dados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação." Ainda continua: "A participação do Aluno é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e o mesmo tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativa. O Aluno não será penalizado de nenhuma maneira, caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Não haverá nenhum gasto para o participante, e nem remuneração. O benefício (indireto) relacionado à participação nesta pesquisa é a oportunidade de aprendizagem e a melhor compreensão do conteúdo abordado em sala de aula, proporcionados pela metodologia desenvolvida."

Análise dos dados: Na Plataforma Brasil informa que "Analisando as informações narradas, focando nos aspectos da realidade apresentada por cada aluno." e "Serão analisadas as ideias e propostas apresentadas pelos Alunos do grupo de pesquisa. Inicialmente serão estimulados a responder a pergunta: Qual problema mais me incomoda em minha comunidade. Após essa primeira etapa de análise e levantamento dos problemas apresentados, serão estimulados a responder uma segunda pergunta: Como a natureza faria para resolver esse problema? Buscaram soluções inspirados nos conceitos da Biomimética. As propostas e suas bases de inspiração serão contextualizadas pelos alunos, transformados em roteiros radiofônicos, e produzido podcasts, gravado pelo professor orientador.", que se refere a estratégia de trabalho com os estudantes, mas não ao método de análise dos dados gerados pela aplicação da estratégia pedagógica de Aprendizagem por Resolução de Problemas.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

"Apresentar os conceitos de Biomimética. Criar a visão: A natureza tem a resposta. Aplicação do método transdisciplinar de ARP. Sugerir soluções de problemas cotidianos dos alunos em suas comunidades. Fazendo com que evidenciem os problemas tendo como base o conhecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS, agenda ONU 2030)."

Objetivo Secundário:

"Estimular à escrita, oralidade e argumentação através de produção de textos em grupo. Textos para radiofona. Incentivar a produção de roteiros radiofônicos pelos alunos, em coautoria, voltados à divulgação científica sobre projetos de Biomimética no formato de podcasts, gravado

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.681.703

pelo pesquisador.”

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: Na plataforma foi apresentado: “Pode ser gerado desconforto diante das respostas apresentadas.” E no projeto de pesquisa reencaminhado foi acrescentado: “A participação não oferece nenhum risco a saúde e bem-estar do estudante. Como risco inerente a perguntas e respostas, há o possível desconforto gerado a partir das opiniões proferidas.”

Benefícios: “Espera-se promover a alfabetização científica dos alunos do Ensino Médio envolvidos, de modo que sejam protagonistas de seu aprendizado. Além disso, pretende-se evidenciar e buscar soluções para problemas cotidianos que tenham maior significado na vida dos alunos, discutindo e desenvolvendo possíveis soluções presentes no ambiente, à luz da investigação científica da Biomimética. Dessa forma, espera-se que os alunos criem produtos que privilegiem a popularização científica, e que os motive a buscar aprender ciência além da vida escolar.”

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de projeto de pesquisa de dissertação de programa de mestrado profissional. O projeto de pesquisa foi reencaminhado com alterações, sem alteração no registro na plataforma Brasil.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- Orçamento: financiamento próprio.
- Folha de rosto: preenchida, assinada e datada pelo responsável pela coordenação do pós graduação da instituição proponente.
- TCLE – apresenta um TCLE para os estudantes com idade maior de 18 anos, um TCLE para os pais dos estudantes com idade menor do que 18 anos, e um TALE para os estudantes com idade menor de 18 anos. Todos estão em 2 páginas, com espaço para rubrica na primeira folha, além da assinatura na segunda folha.
- ICD – apresenta um roteiro com 04 perguntas para desenvolvimento da ARP;
- Carta de anuência da instituição – Apresenta termo de autorização da instituição, assinado e datado.
- Cronograma – previsto a coleta de dados com início em abril de 2021.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não há implicações éticas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para abril de 2022. A COEP deverá ser

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.681.703

informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Tendo em vista a legislação vigente, o CEP recomenda ao(à) Pesquisador(a): Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e/ou no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para análise das mudanças; informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; o comitê de ética solicita a V.S.<sup>a</sup> que encaminhe a esta comissão relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) meses da pesquisa e, ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1689736.pdf	06/04/2021 15:00:09		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PB_projetointegral_ultimaversao.pdf	06/04/2021 14:30:12	ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_revisadoRizzo.pdf	06/04/2021 14:25:51	ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Pais_menor_18revisadoRizzo.pdf	06/04/2021 14:25:20	ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Maior_18_revisadoRizzo.pdf	06/04/2021 14:21:58	ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO	Aceito
Instituição e Infraestrutura		11:50:24	OLIVEIRA RIZZO	
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	26/01/2021 11:54:03	ALEXANDRE DE OLIVEIRA RIZZO	Aceito

**Situação do Parecer:**

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br



UERJ - UNIVERSIDADE DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 4.681.703

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 29 de Abril de 2021

---

**Assinado por:**  
**ALBA LUCIA CASTELO BRANCO**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018  
**Bairro:** Maracanã **CEP:** 20.559-900  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br