

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

FABRICIO TADEU DE FREITAS ORIENTE

**EXPLORANDO PERSPECTIVAS: UM ESTUDO SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE
ALUNOS E PROFESSORES EM NOVOS PROJETOS DE ENSINO**

São Paulo – SP

2024



Universidade Presbiteriana Mackenzie
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Curso de Ciências Biológicas



Fabricao Tadeu de Freitas Oriente

EXPLORANDO PERSPECTIVAS: UM ESTUDO SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE
ALUNOS E PROFESSORES EM NOVOS PROJETOS DE ENSINO

Trabalho de Conclusão de Curso para
o curso de Bacharel em Ciências
Biológicas orientado pela Profa. Dra.
Ana Paula Pimentel Costa e
coorientado pelo Mestre Eduardo
Cortez.

São Paulo
2024

FABRICIO TADEU DE FREITAS ORIENTE

EXPLORANDO PERSPECTIVAS: UM ESTUDO SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE
ALUNOS E PROFESSORES EM NOVOS PROJETOS DE ENSINO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial à obtenção de título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado(a) em

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Ana Paula Pimentel Costa

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Adriano Monteiro de Castro

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Mestre Eduardo Pessonnia Molina Cortez

Universidade Presbiteriana Mackenzie

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Professora Doutora Ana Paula Pimentel Costa por sua orientação e confiança. Agradeço também ao Mestre Eduardo Pessonnia Molina Cortez por toda a ajuda e aprendizados.

Aos colegas que participaram do estágio da Amgen Biotech Experience Brazil realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, pela companhia e paciência nos deveres que resultaram na confecção desse projeto

À Universidade Presbiteriana Mackenzie, pelos laboratórios utilizados e principalmente ao corpo docente do curso de Ciências Biológicas, por todas as lições e orientações imprescindíveis, guiando minha trajetória acadêmica e me proporcionando experiências únicas.

À minha família, principalmente meu irmão, Gustavo, e meus pais, Pedro e Giane, pelo apoio, paciência e carinho proporcionado a mim durante meu tempo como estudante. Aos meus amigos, que sempre me fizeram companhia, ajudando e colaborando em diversos aspectos da minha vida.

RESUMO

A biotecnologia é um campo multidisciplinar que envolve o uso de organismos vivos e técnicas laboratoriais para desenvolver produtos e processos destinados a melhorar a qualidade de vida, com aplicações que vão desde a medicina até a indústria alimentícia. Apesar de sua relevância, o ensino de biotecnologia é pouco presente nas escolas públicas brasileiras, devido a barreiras como a falta de infraestrutura e a formação limitada dos professores, especialmente no Ensino Médio. Esse cenário desfavorece os alunos que poderiam se beneficiar do aprendizado prático, essencial para desenvolver habilidades científicas e decidir suas futuras carreiras.

A desigualdade entre escolas públicas e privadas no acesso a uma educação de qualidade em biotecnologia é notável. Enquanto instituições privadas dispõem de laboratórios modernos e recursos didáticos avançados, as escolas públicas geralmente carecem desses suportes, o que agrava a desigualdade educacional e profissional. Em resposta a essa realidade, projetos como o Amgen Biotech Experience, em parceria com a Universidade Presbiteriana Mackenzie, têm buscado aproximar alunos e professores de escolas públicas de atividades laboratoriais práticas. O projeto oferece oficinas que incluem técnicas de pipetagem e eletroforese, permitindo que os estudantes experimentem a aplicação de conceitos biotecnológicos em um ambiente de laboratório equipado.

Existem poucos estudos que buscam analisar o impacto de projetos como esse em alunos e professores de escolas públicas, especialmente no Brasil. Diante disso, surge a necessidade de investigar como professores de diferentes disciplinas, que acompanham os alunos nessas oficinas, percebem a biotecnologia e como ela é, e pode ser aplicada, antes e depois das atividades.

Palavras-chave: biotecnologia; professores; alunos; escolas públicas brasileiras; ensino médio

ABSTRACT

Biotechnology is a multidisciplinary field that involves the use of living organisms and laboratory techniques to develop products and technics aimed at improving quality of life, with applications ranging from medicine to the food industry. Despite its relevance, biotechnology education is scarcely present in Brazilian public schools due to barriers such as lack of infrastructure and limited teacher training, especially in high school. This scenario disadvantages students who could benefit from practical learning, which is essential for developing scientific skills and deciding on their future careers.

The disparity between public and private schools in access to quality biotechnology education is significant. While private institutions have modern laboratories and advanced educational resources, public schools often lack these supports, exacerbating educational and professional inequalities. In response to this reality, projects like the Amgen Biotech Experience, in partnership with the Universidade Presbiteriana Mackenzie, have sought to bring public school students and teachers closer to practical laboratory activities. The project offers workshops that include pipetting techniques and electrophoresis, allowing students to experience the application of biotechnological concepts in a fully equipped laboratory setting.

There are few studies that aim to analyze the impact of projects like this on public school students and teachers, especially in Brazil. Given this context, there is a need to investigate how teachers from different subjects, who accompany students in these workshops, perceive biotechnology and how it is, and can be, applied before and after these activities.

Keywords: biotechnology; teachers; students; brazilian public schools; high school

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Ensino de Biotecnologia no Brasil | 9 |
| 1.2 Justificativa | 9 |
| 1.3 Objetivos | 10 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 13 |
| 3.1 Casuística | 13 |
| 3.2 Elaboração dos questionários. | 14 |
| 3.3 Análise dos dados | 15 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 4.1 Questionário pré-oficina | 16 |
| 4.2 Questionário pós-oficina | 20 |
| 5. CONCLUSÃO. | 29 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 Ensino de Biotecnologia no Brasil

A biotecnologia é um campo multidisciplinar, que engloba uma diversidade de temas provenientes de múltiplas áreas, como biologia molecular, química e até mesmo física (Bhat *et al*, 2022). Essa área fundamenta-se na utilização de organismos vivos, frequentemente manipulados em ambientes laboratoriais (Diniz e Ferreira, 2010). Seu propósito central é sempre direcionado para o aprimoramento da qualidade de vida, seja através da produção de medicamentos, desenvolvimento de tratamentos inovadores, introdução de novas técnicas na indústria alimentícia ou síntese de substâncias químicas.

Não é estranho pensar que esse deveria ser um tema muito discutido em sala de aula, considerando sua relevância. No entanto, essa não é a realidade, principalmente nas escolas públicas brasileiras. A inclusão desse conteúdo em disciplinas já estabelecidas, como química, física e biologia, enfrenta uma série de desafios, que vão desde a capacitação dos professores e sua compreensão limitada da área até a falta de recursos e infraestrutura adequada para atividades práticas (Vasconcelos *et al*, 2021).

Apesar de sua importância, é possível constatar uma escassez de estudos dedicados à sua implementação nas escolas públicas, sobretudo no ensino médio, etapa decisiva em que os alunos decidem seu rumo profissional.

1.2 Justificativa

A disparidade no acesso à educação em biotecnologia entre alunos de escolas públicas e privadas no Brasil é uma realidade que reflete desigualdades estruturais no sistema educacional do país (Akkari, 2001; Vasconcelos *et al*, 2021). Enquanto algumas instituições privadas oferecem recursos avançados e oportunidades de aprendizado prático em laboratório, muitas escolas públicas enfrentam limitações significativas nesse aspecto, devido à falta de infraestrutura adequada e recursos financeiros (Vasconcelos *et al*, 2021).

Essa discrepância de acesso à educação em biotecnologia cria um cenário onde alunos de escolas públicas, são desprovidos de oportunidades cruciais para desenvolver habilidades e conhecimentos nesse campo em constante crescimento.

Essa lacuna não apenas impacta diretamente o desenvolvimento educacional e profissional desses estudantes, mas também perpetua desigualdades sociais e econômicas em longo prazo (Silva *et al*, 2017).

Apesar dessa condição predominante precária na área da educação pública, existem projetos externos às escolas. Um desses projetos é a Amgen Biotech Experience, projeto que busca trazer o mundo científico à escolas que não possuem os meios adequados para a aplicação do conteúdo. Em colaboração com a Universidade Presbiteriana Mackenzie, a Amgen Biotech Experience proporciona atividades práticas em seus laboratórios, com a presença dos alunos e professores das escolas públicas convidadas, em que os alunos simulam diversas atividades voltadas à área de biotecnologia, como pipetagem e eletroforese.

Diante desse contexto, surge a necessidade de investigar e compreender a percepção dos professores, mesmo os que não lecionam biologia, que acompanham esses alunos nas atividades práticas de biotecnologia, já que eles possuem uma familiaridade maior com o fato de as escolas públicas possuírem um déficit de equipamentos científicos (Vasconcelos *et al*, 2021). Esses projetos representam uma oportunidade única para alunos de escolas públicas terem acesso a laboratórios equipados e experiências práticas em biotecnologia, mas é crucial entender como os professores percebem a importância dessas atividades e verificar como eles avaliam os impactos gerados no aprendizado dos alunos, além de sua percepção sobre a biotecnologia em si.

1.3 Objetivos

1 – Realizar uma investigação prévia sobre a concepção dos professores sobre a biotecnologia, sua acessibilidade em escolas públicas, os desafios de sua aplicação e como ele é abordado em aula.

2 – Comparar, após a oficina, a concepção dos professores sobre o tema, analisando como os professores integrariam o tema nas suas aulas.

3 – Analisar se a oficina foi capaz de ser descrito como algo realmente relevante e se foi capaz de despertar os interesses dos alunos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Biotecnologia representa um campo altamente multidisciplinar, sinalizando um potencial para projetos interdisciplinares, incorporando os princípios fundamentais de diversas disciplinas biológicas e farmacêuticas, tais como biologia molecular, engenharia genética e bioquímica, com o objetivo de conceber inovações em produtos, processos e tecnologias (Diniz e Ferreira, 2010). O próprio termo "biotecnologia" foi introduzido por Karl Ereky, um engenheiro agrônomo, no início do século XX. Desde então, este domínio científico tem sido objeto de várias definições por diferentes estudiosos, embora a definição inaugural de Ereky a conceba como uma tecnologia que transforma matérias-primas em produtos refinados, destacando-se por sua dependência de organismos vivos para a produção de matéria-prima e o desenvolvimento de novas tecnologias (Diniz e Ferreira, 2010; Crowe, 2021).

Para que o conteúdo que gira em torno da Biotecnologia seja plenamente aplicado de maneira significativa, é imprescindível uma compreensão profunda de como os organismos vivos podem ser manipulados e modificados para atender às necessidades específicas da população. Este processo abrange uma ampla gama de técnicas e abordagens, desde a manipulação direta do DNA de um organismo para a produção de proteínas específicas até a utilização estratégica de microrganismos como bactérias ou leveduras na síntese de produtos químicos e medicamentos (Bhat *et al*, 2022). Além disso, a aplicação eficaz da Biotecnologia requer não apenas conhecimentos técnicos, mas também considerações éticas, sociais e ambientais para garantir que as inovações desenvolvidas contribuam positivamente para o bem-estar humano e o meio ambiente (Silva *et al*, 2017)

Assim, é inegável que a presença dos aspectos da Biotecnologia em diversas áreas está intrinsecamente relacionada à sua capacidade de solucionar problemas, muitas vezes decorrentes de fatores incontroláveis pela intervenção humana, e de promover melhorias na qualidade de vida da população (Teodoro *et al*, 2021; Bhat *et al*, 2022; Farooq *et al*, 2022). Na área da medicina, a Biotecnologia tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento de novos medicamentos e terapias (Farooq *et al*, 2022; Hodge, 2023), assim como no aprimoramento de métodos diagnósticos (Tuda *et al*, 2022). Na agricultura, sua aplicação tem resultado em avanços significativos, incluindo o aumento da resistência das plantas a doenças e pragas, o aumento da produtividade das colheitas e a criação de novas variedades vegetais com características desejáveis (Ranjha *et al*, 2022; Edvardsson Bjornberg *et al*, 2015). No setor alimentício, a Biotecnologia tem sido empregada para aprimorar

tanto a qualidade quanto a segurança dos alimentos, através, por exemplo, do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (Ranjha *et al*, 2022). Além disso, a Biotecnologia desempenha um papel significativo na indústria química, onde contribui para o desenvolvimento de processos de fabricação inovadores e para a produção mais eficiente e sustentável de produtos químicos (Barragán-Ocaña *et al*, 2020).

A integração da Biotecnologia em disciplinas escolares já estabelecidas, como Biologia, Química e Física, é de suma importância (Orhan e Sahin, 2018), dada a sua presença e relevância em diversos aspectos que moldam nossa sociedade. A Biotecnologia aborda questões profundas e pertinentes, tanto no âmbito ético, e sua discussão leva os estudantes a questionarem os limites morais de sua aplicação, quanto no acadêmico, estimulando a curiosidade dos alunos e orientá-los em direção a essa área de conhecimento (Silva *et al*, 2017). Essa abordagem não apenas enriquece o entendimento dos alunos sobre os avanços científicos, mas também os prepara para enfrentar os desafios e dilemas éticos que podem surgir no contexto da Biotecnologia (Orhan e Sahin, 2018).

A abordagem de tópicos de biotecnologia em diferentes disciplinas nas escolas é essencial para formar alunos com um pensamento crítico a respeito das tecnologias científicas modernas (Silva *et al*, 2017). Com a reformulação do ensino médio, a área das Ciências da Natureza e suas tecnologias traz uma abordagem interdisciplinar que justifica a inclusão de conteúdos da Biotecnologia na sala de aula (De Lima e Santos, 2022). A introdução da Biotecnologia no ensino médio enfrenta diversos desafios, sendo um dos principais a escassez de recursos, particularmente evidente nas escolas públicas (Vasconcelos *et al*, 2021). Nestas instituições, a inclusão da Biotecnologia nos currículos é uma iniciativa recente, e o tema muitas vezes é abordado de maneira superficial pelos professores. Além disso, a carência de infraestrutura, como laboratórios e equipamentos necessários para procedimentos biotecnológicos é uma realidade que limita significativamente a efetividade do ensino nessa área (De Lima e Santos, 2022). Ademais, a formação dos professores representa outro desafio substancial. Muitos educadores do ensino básico não possuem conhecimento suficiente sobre Biotecnologia, nem recursos para apresentá-la de forma precisa e esclarecedora aos alunos, quando é feita uma comparação com as escolas privadas (De Lima e Santos, 2022; Akkari, 2001). Superar esses obstáculos requer um investimento significativo em capacitação docente,

infraestrutura escolar e disponibilização de materiais didáticos atualizados, visando proporcionar uma educação de qualidade e inclusiva no campo da Biotecnologia.

É nesse contexto que a Amgen, indústria farmacêutica fundada em 1980, desenvolve a Amgen Biotech Experience (ABE). Um de seus cientistas, Bruce Wallace, acreditava que a companhia era capaz de oferecer um progresso no nível profissional para professores de ensino médio, melhorando a metodologia, e assim, beneficiando o ensino dos jovens adolescentes. Bruce, com a ajuda da Amgen, fundou a Amgen Biotech Experience, projeto que visava trazer conceitos da tecnologia moderna para os professores e alunos, através de um currículo básico com um conjunto de aulas práticas em laboratórios. Hoje, esse projeto se encontra no Brasil, sendo realizado através de uma colaboração entre a Fundação Amgen e a Universidade Presbiteriana Mackenzie. Alunos de escolas públicas serão convidados a participar de atividades práticas relacionadas à biotecnologia, como a eletroforese, nos laboratórios do Mackenzie, com a utilização de diversas ferramentas da área.

O aprendizado ativo, nome dado ao tipo de ensino o qual o estudante tem papel principal nas atividades proporcionadas pelo projeto, por exemplo, possui um foco maior no aluno, colocando-o em um papel protagonista (Bonwell; Sutherland, 1996). Essa abordagem estimula os alunos a desenvolverem o pensamento crítico, a analisarem soluções e a resolverem problemas de forma colaborativa. Ao aplicar essa metodologia ao conteúdo de Biotecnologia, uma gama diversificada de habilidades é cultivada, todas fundamentais para o sucesso profissional dos alunos, independentemente da área que desejem seguir. Estas habilidades incluem a capacidade de análise e observação de diferentes fenômenos, bem como aprimoramento das habilidades interpessoais, contribuindo para o desenvolvimento tanto de competências técnicas quanto de habilidades sociais (Pereira *et al*, 2008; Rossi *et al*, 2021). Essa abordagem prática não apenas fortalece a compreensão dos conceitos de Biotecnologia, mas também prepara os alunos para enfrentarem os desafios do mercado de trabalho de forma mais abrangente e eficaz.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Casuística

Este é um estudo de caso com abordagem etnográfica, que, conforme descrito por Magnani (2009), conta com a imersão do pesquisador no grupo estudado, a partir da participação na oficina, a análise qualitativa dos dados coletados, permitindo uma contextualização mais específica do grupo. A coleta de dados foi realizada por meio de dois questionários on-line, os quais os professores responderam antes do encontro na Universidade Presbiteriana Mackenzie, e após o encontro. O público-alvo do questionário foram professores, de diferentes disciplinas do Ensino Médio que acompanharam os seus alunos durante as oficinas oferecidas nos laboratórios do CCBS, na Universidade Presbiteriana Mackenzie.

O convite para a participação da pesquisa foi realizado presencialmente, quando os professores e seus alunos participaram da oficina. Os questionários foram realizados pela plataforma virtual Google Forms, as respostas obtidas foram então armazenadas on-line anonimamente, levando em consideração a Lei Geral de proteção de dados (LGPD). Os participantes foram informados sobre o trabalho, seu intuito e sua metodologia, e receberam o termo de consentimento livre e esclarecido. Após o encontro presencial e a resposta ao questionário, os professores responderam outro questionário, o qual possuía perguntas relacionadas com as perguntas do primeiro questionário.

O projeto contou com a participação de cinco professores, ou seja, todos os que aceitaram acompanhar os alunos na oficina aceitaram participar do projeto.

3.2 Elaboração dos questionários.

A elaboração de ambos os questionários se baseou nos temas que foram abordados na formação dos estudantes, de acordo com o material elaborado pela Fundação Amgen. O currículo desenvolvido pela ABE foi adaptado de acordo com a nossa realidade de ensino. Dentro do conteúdo disponibilizado dois grandes tópicos foram selecionados para as oficinas de formação dos alunos: “Técnicas de pipetagem” e “eletroforese”.

O questionário inicial, direcionado aos professores de Ensino Médio, possuía perguntas voltadas ao conhecimento sobre a área de biotecnologia, sua presença nas aulas de escolas públicas, além de conhecimentos gerais sobre a esfera da educação e os problemas encontrados nela.

O questionário seguinte, direcionado aos mesmos professores, contava com a presença de perguntas de múltipla escolha e dissertativas, evitando assim que os

professores se sentissem limitados na hora de responder, e são diretamente relacionadas às questões do questionário inicial.

A estruturação dos questionários contou com a ajuda de profissionais da área, assim, foi possível garantir que todos os pontos que precisavam ser abordados, foram abordados da maneira correta.

3.3 Análise dos dados

A pesquisa em questão empregou a metodologia de análise qualitativa proposta por Bardin (1977), que foi aplicada na avaliação dos dados coletados.

Na fase inicial, denominada pré-análise, ocorreu a primeira interação com o material coletado, seguida de uma revisão abrangente dos dados obtidos, com o objetivo de compreender a natureza dos dados e determinar a estratégia de análise subsequente.

Após a conclusão da pré-análise, os dados foram submetidos a uma análise sistemática. Neste estágio, os dados foram examinados para formar categorias que emergirão organicamente, de acordo com as respostas dos participantes. Devido à natureza da pesquisa, é inviável prever quais categorias serão utilizadas.

Finalmente, foi realizada a interpretação dos dados coletados, levando em consideração o produtor da mensagem, o público-alvo, a pesquisa em si e o meio de divulgação da pesquisa.

Considerando o foco do estudo na área educacional, a análise dos dados contou com a colaboração do corpo docente da instituição, especificamente aqueles associados ao projeto no Mackenzie.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os questionários foram respondidos por todos os professores que aceitaram participar, virtualmente, e então analisados. No total, foram respondidas 16 perguntas, 7 no primeiro questionário e 9 no segundo, sendo 2 delas opcionais, variando entre questões dissertativas e múltipla escolha. Não houve coerção por parte dos pesquisadores, já que as perguntas respondidas pelos professores foram enviadas antes da realização da oficina. As respostas dos professores são apresentadas sempre na mesma ordem (1ª Resposta: Professor 1; 2ª Resposta: Professor 2...). As

perguntas se encontram no fim do projeto, em Anexo 1 (pré-oficina) e Anexo 2 (pós-oficina).

4.1 Questionário pré-oficina

A primeira questão do questionário pré-oficina, e busca uma resposta curta, procurando entender qual a compreensão dos professores sobre biotecnologia, se já ouviram falar sobre e se possuem alguma ideia sobre o assunto. Pode-se observar que a maioria das respostas foram básicas, dando a entender que o conhecimento deles sobre a definição desse conteúdo não era muito aprofundada. As respostas encontram-se no quadro 1.

Quadro 1: Respostas dos professores questão 1 do questionário pré-oficina

| 1- Qual é a sua compreensão atual sobre o termo “biotecnologia”? |
|--|
| • Básica. |
| • Tecnologia auxiliando a Biologia. |
| • Sei imensa importância para pesquisa e desenvolvimento de inúmeros projetos que impactam positivamente a sociedade como um todo. |
| • Pesquisas e procedimentos que utilizam de seres vivos ou partes deles em pró da resolução de alguma situação. |
| • É uma área da biologia que utiliza a tecnologia a seu favor. |

As respostas estavam dentro do esperado, já que muitos desses professores não abordam esse tema muito a fundo em suas aulas, fato que será destacado em próximas questões.

A segunda questão é uma extensão da primeira, ainda sobre conceitos mais gerais da biotecnologia, mas de uma forma mais aplicada no Brasil, questionando os professores sobre qual eles acreditam ser o papel da biotecnologia no Brasil. Essa questão busca compreender se os professores conheciam sobre aplicações da biotecnologia mesmo se não conhecessem exatamente o que é a biotecnologia. As respostas encontram-se no quadro 2.

Quadro 2: Respostas dos professores questão 2 do questionário pré-oficina

| 2- Qual você acredita que seja o papel da biotecnologia no desenvolvimento científico e econômico do Brasil? |
|---|
| • Que a ciência seja para todos. |

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Papel de destaque por conta dos Biomas Brasileiros. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Principalmente na área da saúde e produção de alimentos. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Grande importância econômica em várias áreas. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ajudar no crescimento do país. |

As respostas relacionaram a importância da biotecnologia com seu papel na área da saúde e produção de alimentos, e como ela é capaz de atuar em diversos aspectos da economia, ajudando o país a crescer. A biotecnologia vem avançando cada vez mais no Brasil, tanto no quesito de presença e importância (Silveira *et al*, 2004), e é importante que os professores reconheçam isso e compreendam esse fato, para que ele possa ser ensinado em aula.

Na terceira questão, é perguntado se os professores lecionam biotecnologia, e foi constatado que apenas dois dos cinco não aplicam nenhum conteúdo relacionado esse tem. É nessa questão que o descontentamento dos professores em relação aos recursos disponíveis para o ensino desse conteúdo em escolas públicas começa a aparecer. As respostas se encontram no quadro 3.

Quadro 3: Respostas dos professores questão 3 do questionário pré-oficina

| |
|--|
| <p>3- Na sua experiência como educador, você aborda o ensino da biotecnologia em sala de aula? Se sim, como?</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Não. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sempre que tiver oportunidade. Através de vídeos. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, a todo momento. Contudo, como atuamos em escola pública os recursos são quase nulos para oferecer melhor condições de ensino nesse aspecto. |
| <ul style="list-style-type: none"> • No momento não. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, os alunos possuem uma matéria de itinerário formativo denominada “biotecnologia” em que ministro as aulas. |

Um professor comenta que é capaz de apresentar esse conteúdo “Sempre que tiver a oportunidade. Através de vídeos.”, já demonstrando que talvez exista uma falta de materiais didáticos proporcionados pela escola. Essa dúvida já é respondida com a resposta de outro professor, “Sim, a todo momento. Contudo, como atuamos em escola pública os recursos são quase nulos para oferecer melhor condições de ensino nesse aspecto.”, confirmando que a falta de materiais ainda é algo muito presente, dificultando o ensino desse conteúdo, mesmo que essa matéria já exista na escola, de acordo com a seguinte resposta de outro professor, “(...) os alunos possuem uma

matéria de itinerário formativo denominada “biotecnologia” em que eu ministro as aulas.”

Como mencionado anteriormente, a qualidade de ensino no Brasil, em relação ao ensino prático de biotecnologia em escolas públicas, não é ideal (Gaspar, 2009). Isso se dá, em parte, da falta de materiais (Vasconcelos, *et al* 2021), como é destacado pela quarta questão, capaz de mostrar que os professores conhecem os materiais necessários para que esse ensino seja realizado de maneira ideal, como dito pelos professores, “Microscópios.”, “(...) projetores, material impresso e insumos” e “balança, estufa, pipetas, etc.”. As respostas encontram-se no quadro 4.

Quadro 4: Respostas dos professores questão 4 do questionário pré-oficina

| 4- Que materiais e equipamentos você acredita serem necessários para a aprendizagem sobre biotecnologia? |
|---|
| • Materiais de laboratório. |
| • Microscópios. |
| • Inicialmente, projetores, modelos moleculares 3D, material impresso e insumos. |
| • Desde uma simples conversa, lousa, até laboratório e formas mais didáticas. |
| • Balança, estufa, pipetas etc. |

A quinta questão, na qual foi perguntado se eles acreditam possuir recursos educacionais suficientes para o ensino de biotecnologia, deixa ainda mais clara a visão dos professores, com 4 dos 5 afirmando que existe uma ausência de recursos educacionais que apoiem esse ensino, com respostas como “Existem os Materiais Digitais atuais, mas ainda não são suficientes para abordar de forma mais profunda.” As respostas encontram-se no quadro 5.

Quadro 5: Respostas dos professores questão 5 do questionário pré-oficina

| 5- Você acha que há recursos educacionais suficientes disponíveis para apoiar esse ensino? |
|---|
| • Não. |
| • Existem os Materiais Digitais atuais, mas talvez ainda não sejam suficientes para abordar de forma mais profunda. |
| • Infelizmente, não. |
| • Sim. |
| • Não. |

A sexta questão (opcional) e a sétima também se relacionam, com a sexta perguntando se os materiais para o ensino de biotecnologia são acessíveis, e a sétima perguntando quais são os desafios que as escolas públicas enfrentam ao tentar oferecer experiências relacionadas a biotecnologia. Apenas dois responderam a sexta questão, a primeira resposta pertencendo ao Professor 4, e a segunda ao Professor 3, cada um com respostas opostas. O Professor 3 disse, em relação a acessibilidade dos materiais para aulas práticas, “Na maioria das escolas sim”, enquanto o Professor 4 disse “Não, além disso lidamos com salas superlotadas que necessitam de um profissional de apoio, o que não é realidade nas escolas públicas.” As respostas encontram-se no quadro 6.

Quadro 6: Respostas dos professores questão 6 do questionário pré-oficina

| |
|--|
| 6- Você considera que os materiais utilizados nas aulas práticas de ciência e biologia estão adequadamente acessíveis para todos os alunos? |
| <ul style="list-style-type: none"> • Não, além disso lidamos com salas superlotadas que necessitam de um profissional de apoio (o que não é realidade na escola pública). |
| <ul style="list-style-type: none"> • Na maioria das escolas sim. |

Por fim, a sétima questão tenta englobar todas essas dificuldades que os professores sentem em relação ao ensino de biotecnologia. Os professores fizeram diversas reclamações, como “Materiais insuficientes.”, “Falta de verba, tempo, insumos, professores de apoio e apostilas” e até “Laboratórios e vontade do professor em oferecer esse estudo.”. Essa última resposta foi surpreendente, já que o esperado eram reclamações aos gestores da escola, por exemplo, ou direcionados ao governo, mas considerando fatores como o tempo que o professor gasta em seu deslocamento até o trabalho, seu salário e até o desrespeito por parte dos alunos, essa falta de motivação é justificada (Ramachandran, 2005). As respostas encontram-se no quadro 7.

Quadro 7: Respostas dos professores questão 7 do questionário pré-oficina

| |
|---|
| 7- Quais são os desafios que as escolas públicas enfrentam ao tentar oferecer experiências em biotecnologia? |
| <ul style="list-style-type: none"> • Matérias insuficientes. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Como é uma área de ponta na tecnologia depende de um instrumental mais sofisticado. |

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de verba, tempo (mais aulas), insumos, professores de apoio (auxiliares) e apostilas com conteúdo específico. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Laboratórios e vontade do professor em oferecer esse estudo. |

A análise das respostas deixa claro o cenário no qual os professores de escola pública se encontram, pelo menos em relação ao ensino de ciências e biotecnologia. A compreensão sobre o tema geral é básica, não muito aprofundada, e isso se dá por diversos fatores, como a falta de equipamentos, mencionados anteriormente, falta de recursos gerais e falta de um espaço adequado para o ensino. Existem poucos estudos que procuraram compreender um pouco mais essa realidade, como os de Gaspar (2009), mas as respostas vindas diretamente dos professores ajudam a evidenciar essa condição com maior clareza.

Outro aspecto evidenciado pelas respostas é o descontentamento por parte dos professores, que relatam a ausência de suporte por parte das instituições, não só de materiais como mencionado anteriormente. O sentimento de “abandono” por parte das instituições desmotiva os professores (Ramachandran, 2005), eventualmente resultando num ensino de menor efetividade quando somado ao baixo investimento em escolas públicas Brasileiras (Vasconcelos, 2021).

Esse primeiro questionário evidenciou a necessidade de projetos externos como o da Amgen, projetos que realmente visam ensinar e despertar o interesse dos alunos na ciência, para que eles possam ir atrás de outras experiências sozinhos, como vídeos educativos, jogos e outros conteúdos de fácil acesso.

4.2 Questionário pós-oficina

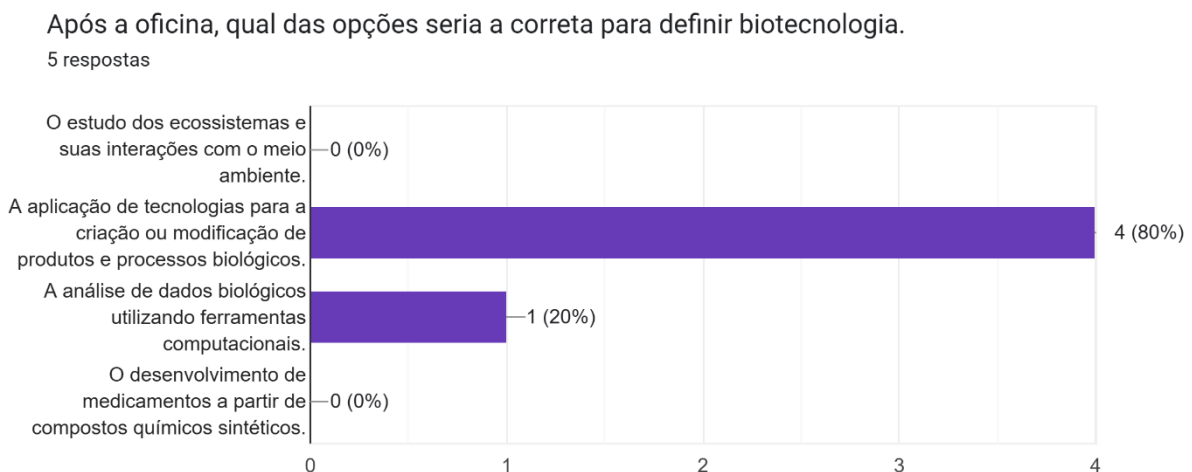
As perguntas presentes no segundo questionário buscam fazer conexões com o questionário anterior, permitindo uma análise comparativa de como a oficina mudou a perspectiva dos professores sobre o ensino de biotecnologia, e como os alunos podem ser positivamente influenciados por experiências como a Amgen Biotech Experience.

A primeira questão buscou analisar a perspectiva dos professores sobre o que é biotecnologia. Assim como a primeira questão do questionário pré-oficina, essa questão é direta, e as respostas dessa vez são limitadas à quatro opções, apenas uma sendo a correta, assim, é capaz de mostrar quantos professores realmente

conseguiram compreender o que é biotecnologia. As respostas podem ser encontradas na Figura 1. Quatro dos cinco professores escolheram a opção correta (B), sinal de que a oficina realmente pode ter tido um impacto positivo nos professores, pelo menos em relação ao que é a biotecnologia. Uma compreensão maior por parte dos professores ajuda a aumentar a confiança sobre sua capacidade de lecionar sobre o assunto (Ramachandran, 2005), assim, se sentirão motivados a ir além do básico em suas aulas.

Sweeney *et al* (2009) afirmam que um professor com um método de comunicação clara, capaz de associar o conteúdo com o mundo real aumenta positivamente seu impacto nos ensinamentos. Swanson *et al* (2005), assim como Lammers e Murphy (2002) afirmam que um professor que possui um conhecimento mais detalhado do assunto aumenta sua efetividade, dando a entender de que o professor ama o conteúdo. Pode-se concluir que grande parte da efetividade de um professor vem da impressão de que ele consegue passar para os estudantes sobre o assunto, tanto sobre quanto conhecimento o professor tem, e como ele é capaz de inspirar os alunos, fazendo com que eles também busquem se aprofundar e realmente gostar do conteúdo lecionado.

Figura 1- Primeira questão do questionário.



Fonte - Arquivo pessoal

A segunda questão serve como um reforço a primeira, verificando se os professores realmente compreenderam a importância da biotecnologia ao pedir exemplos de biotecnologia em seu dia a dia. Essa pergunta é menos específica, não pede exemplos de objetos/procedimentos que eles presenciaram no dia a dia, mas sim de onde ela pode ser encontrada no geral. As respostas dadas cobriram as esferas que foram mencionadas durante a oficina, como os professores responderam, “Remédios, vacinas, alimentos, etc.”, “Agricultura, alimentação, indústria química.”, por exemplo. As respostas encontram-se na tabela 8.

Quadro 8: Respostas dos professores questão 2 do questionário pós-oficina

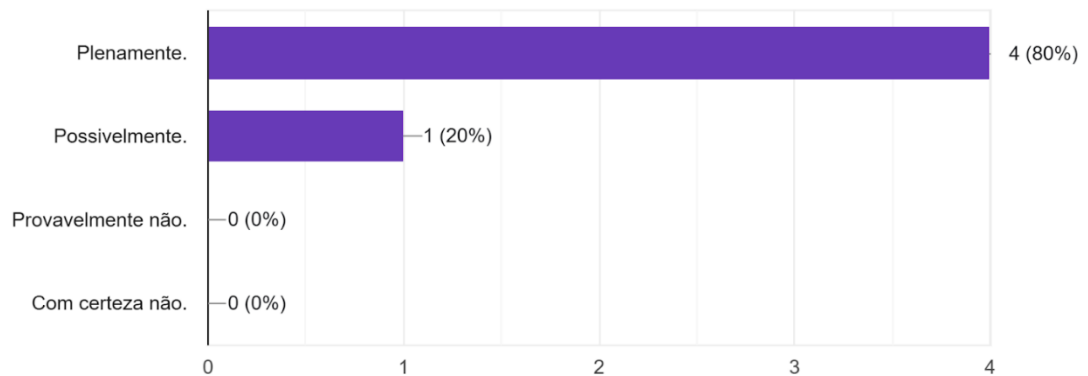
| 2- Cite alguns exemplos de biotecnologia no seu dia a dia. |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Como professor de química, eu sempre comento sobre benefícios conquistados pelo estudo biotecnológico nas áreas da medicina, agricultura, ecologia etc. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Remédios, vacinas, alimentos etc. |
| <ul style="list-style-type: none"> • História da biotecnologia. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Exame de DNA. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Agricultura, alimentação, indústria química. |

O interesse por parte do aluno não pode depender inteiramente do professor, é importante que o conteúdo abordado em aulas, por exemplo, seja apresentado de maneira que motive os estudantes a irem além por si mesmos (Johansen, 2023). A terceira questão mostra que os professores concordam que a oficina foi capaz de despertar um interesse além da curiosidade nos alunos, indicando que, quando o conteúdo abordado pode ser experienciado de maneira mais pessoal, como os procedimentos práticos da oficina, especialmente quando o aluno tem uma autonomia na realização deles, o interesse acaba sendo mais genuíno e notável. As respostas podem ser encontradas na Figura 2.

Figura 2- Terceira questão do questionário

Você acha que a participação dos alunos no projeto despertou um interesse que vá mais além da curiosidade?

5 respostas



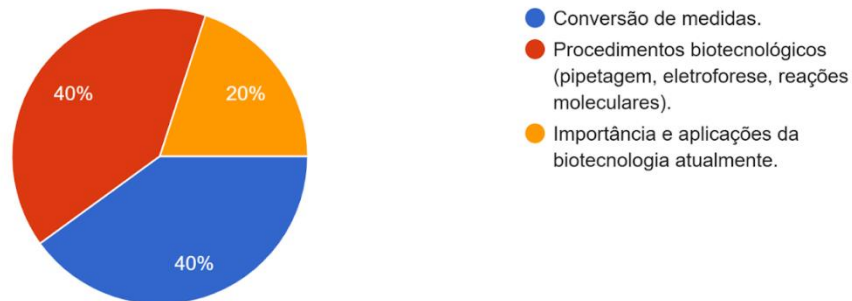
Fonte - Arquivo pessoal

Como mencionado anteriormente, é importante que o aluno se interesse no conteúdo apresentado em aula e se sinta motivado a se aprofundar em seus estudos independente do professor, no entanto, não se deve negar a importância que um professor possui. Um professor que conhece mais sobre o conteúdo que leciona é capaz de despertar ainda mais o interesse de seus alunos (Rotgans e Schmidt, 2021), e é exatamente esse ponto que a quarta questão busca compreender. Os cinco professores que participaram na oficina viram conteúdos que eram relativamente novos até para eles, e de acordo com as respostas, todos foram capazes de aplicar esses novos conhecimentos em aula. As respostas se encontram na Figura 3.

Figura 3- Quarta questão do questionário

Você já integrou algum desses conceitos em pelo menos duas aulas após a nossa formação?

5 respostas



Fonte - Arquivo pessoal

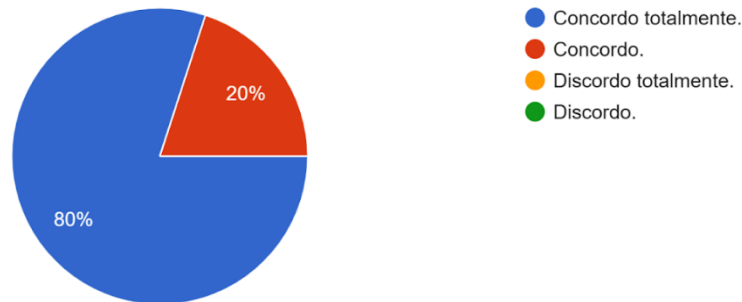
A quinta questão serve para obter a confirmação de que os professores foram capazes de compreender o quão abrangente o termo “biotecnologia” é, assim, se relacionando com a quarta questão e reforçando que pode ser aplicada em basicamente qualquer matéria que o professor leccione. Como demonstrada com as perguntas anteriores, os professores compreendem bem esse fato.

Um ponto levantado anteriormente neste trabalho é a multidisciplinaridade do tema Biotecnologia. Nas oficinas, os estudantes e os professores realizaram diversos procedimentos, como cálculos de diluição para a produção do gel de agarose, o ajuste das micropipetas e trabalharam com unidades de medidas que não são trabalhadas normalmente em nenhuma matéria, como o microlitro, e é esse aspecto da biotecnologia que a faz ser perfeita para os estudantes aprenderem e para os professores lecionarem (Arbix, 2007). As diversas facetas da biotecnologia podem ser exploradas por diversos professores independentemente do conteúdo que lecionam. Os professores de matemática podem abordar o tema de transformação de medidas, assim como os de química, que também podem abordar tipos de reações comuns em procedimentos biotecnológicos, providenciando um background para os temas e facilitando a elucidação deles (De Lima e Santos, 2022). As respostas se encontram na Figura 4.

Figura 4- Quinta questão do questionário

Você considera que biotecnologia pode ser um tema transversal, trabalhado em projetos envolvendo diferentes disciplinas?

5 respostas



Fonte - Arquivo pessoal

O descontentamento com a falta de investimentos, materiais e infraestrutura no geral foi deixado claro pelos professores no questionário pré-oficina, preocupados com o interesse dos estudantes. Agora, graças a oficina, foram capazes de presenciar o que é um laboratório com os equipamentos necessários para que experimentos sejam realizados, desde os mais simples até os de maior complexidade. A sexta questão pergunta se os professores acreditam que a falta de acesso a oportunidades de experiências biotecnológicas pode afetar as aspirações educacionais de seus alunos, e as respostas dos professores mostram que o descontentamento se tornou mais concreto, saindo de críticas mais gerais e focando em pontos mais precisos. Eles mencionam que, em suas escolas, “(...) o estudante não consegue ‘ver’ o resultado, ou os bastidores, dos avanços biotecnológicos; as maravilhas que o conhecimento, estudo, pesquisa e desenvolvimento podem proporcionar à sociedade em geral”, e que “(...) o tema é pouco conhecido nas escolas estaduais.”. As respostas encontram-se no quadro 9.

Quadro 9: Respostas dos professores questão 6 do questionário pós-oficina

6- Você acredita que a falta de acesso a oportunidades de experiência especificamente em biotecnologia pode afetar as aspirações educacionais dos alunos de baixa renda no Brasil? Explique.

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, pois o estudante não consegue "ver" o resultado (ou os bastidores) dos avanços biotecnológicos; as maravilhas que o conhecimento, estudo, pesquisa e desenvolvimento podem proporcionar à sociedade em geral. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, falta de conhecimento gera falta de interesse. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim. Escolas estaduais não tem estrutura. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, pois o tema é pouco conhecido nas escolas estaduais. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sim, a falta de acesso a essa importante experiência com a tecnologia pode impactar a educação de muitos alunos de baixa renda. |

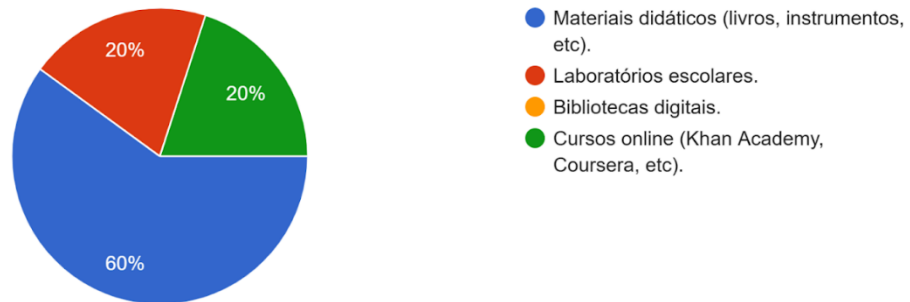
Após os professores comentarem sobre a falta de experiências científicas voltadas a área de biotecnologia em escolas estaduais, a sétima questão, ainda aproveitando o fato de que os professores vivenciaram experimentos em um laboratório com os materiais necessários, convida-os a comentarem quais materiais eles sentem falta em suas aulas. A falta de laboratórios científicos, livrarias virtuais e presenciais e equipamentos científicos são apenas algumas das dificuldades presentes nas escolas públicas do Brasil (Dominguini, 2012), e ninguém sabe mais sobre isso do que os próprios professores, responsáveis por garantir o melhor ensino que conseguem proporcionar em condições, na maioria das vezes, precárias, fato deixado claro pelas respostas da sétima questão, encontradas na Figura 5.

Diversos estudos existem sobre o que faz um professor ensinar bem, como o estudo de Gruber *et al*, (2012), que buscou compreender quais características de um professor fazem o aluno possuir um nível maior de satisfação com a matéria, além do que faz com que eles fiquem animados em aprender. Um fator importante, capaz de despertar o interesse dos alunos e deixá-los animados ao aprender, é a variedade de métodos de ensino. A escassez de materiais de ensino limita os métodos que podem ser utilizados para ensinar os estudantes, conseqüentemente diminuindo o interesse que eles possuem, e aumentando as chances de eles abandonarem o conteúdo, achando-o desinteressante.

Figura 5- Sétima questão do questionário.

Relembrando a oficina proporcionada pela Amgen, você sente falta de algum conceito ou recurso específico que te ajudasse no ensino de biotecnol... úteis para que o assunto possa ser aprofundado?

5 respostas



Fonte - Arquivo pessoal

A capacidade do poder público e privado de investir na ciência e inovação no Brasil caiu muito a partir de 2015, dada a crise econômica do período, de acordo com a Revista Pesquisa Fapesp (2018). As repercussões da falta de investimento na área de inovação impedem que iniciativas surjam na esfera pública. Assim, as escolas acabam dependendo de iniciativas privadas para proporcionar novas vivências aos professores e alunos. A oitava questão busca extrair dos professores qualquer tipo de informação relacionada á iniciativas científicas como a ABE. Os professores comentam que não, e que “(...) experimentos de baixo custo de química e biologia ajudam a despertar o interesse em biotecnologia...”, mas não mencionam qualquer outro tipo de iniciativa, privada ou governamental, que ajude os alunos a obterem experiências científicas no geral. As respostas encontram-se no quadro 10.

Quadro 10: Respostas dos professores questão 8 do questionário pós-oficina

| 8- Sem ser o projeto da Amgen, você vê alguma iniciativa bem-sucedida que esteja ajudando os alunos de baixa renda a obterem experiência em biotecnologia? Em caso afirmativo, quais são os principais componentes dessas iniciativas? |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Os experimentos (de baixo custo) de Química e Biologia ajudam a despertar o interesse em biotecnologia. Isso é um ponta pé inicial em direção ao estudo biotecnológico. |
| <ul style="list-style-type: none"> Sim, as aulas de biotecnologia onde os alunos adquirem conhecimento e conseguem conhecer mais sobre processos. |
| <ul style="list-style-type: none"> Não. |
| <ul style="list-style-type: none"> Não. |

-
- Não.
-

Com todos os pontos levantados no questionário pré-oficina, o pós-oficina confirma os desafios e as preocupações que os professores mencionaram, como a falta de estrutura, falta de investimento que leva a falta de materiais, criando uma espécie de efeito dominó onde os estudantes são os que mais sofrem. Por mais que os professores tentem ao máximo apresentar os conteúdos relacionados a biotecnologia e ciência em suas aulas, experiências como a ABE possuem um impacto maior, já que os estudantes conseguem presenciar experimentos em primeira mão. A nona questão pergunta aos professores se eles possuem ideias que possam ajudar a tornar o ensino de biotecnologia mais acessível e inclusivo para todos os alunos, independentemente de sua renda ou origem. Os professores comentam que “(...) modelos 3D para serem montados e/ou manipulados pelos estudantes...”, tornando a aprendizagem mais “significativa”, e “facilitando o despertar da paixão pelo conteúdo biotecnológico”. As respostas encontram-se no quadro 11.

Quadro 11: Respostas dos professores questão 9 do questionário pós-oficina

9- Você possui alguma ideia que possa ajudar a tornar o ensino de biotecnologia mais acessível e inclusivo para todos os alunos, independentemente de sua renda ou origem?

- Oferecer modelos 3D (peças) para serem "montados" e/ou manipulados pelos estudantes; pois isso poderia despertar mais interesse e paixão pelo conteúdo biotecnológico, a experiência seria mais lúdica e a aprendizagem seria mais significativa.
 - Mais aulas dedicadas a biotecnologia e mais instrumentos.
 - Investimento na estrutura das escolas.
 - Melhorar a estrutura das escolas.
-

Existem diversos estudos que confirmam a importância desse tipo de ensino com modelos 3D, já que uma visualização mais dinâmica do conteúdo, principalmente em assuntos voltados a área de biologia e química, aumenta significativamente a motivação intrínseca do estudante, assim incentivando-o a participar mais nas aulas e conseqüentemente, ir além (Teplá, *et al.* 2022). Um professor também comenta a necessidade das parcerias: “(...) adotar parcerias com iniciativas privadas ou até mesmo órgãos públicos possa tornar o acesso mais fácil.”, apenas reforçando o ponto já levantado pela questão anterior. Por fim, três professores comentaram sobre a

necessidade de investimentos na estrutura das escolas, ponto constantemente levantado durante as respostas, destacando a falta de investimentos por parte do Governo (Vasconcelos, 2021). A falta de investimento é um fator que acaba limitando o acesso a áreas laboratoriais e os devidos equipamentos, como materiais didáticos e as próprias ferramentas, como micropipetas, ponteiras e placas de Petri.

5. CONCLUSÃO.

Através de questionários, esse estudo buscou compreender se oficinas como a ABE são uma viável para complementar o ensino de biotecnologia no ensino médio, que atualmente é muito pouco abordado em escolas públicas devido a dificuldades relacionadas à formação dos professores no assunto e a falta de infraestrutura para as aulas. As respostas dos docentes participantes nos questionários pós-oficina indicam que a ABE teve um impacto positivo. Houve um avanço significativo no entendimento dos professores sobre o conceito e a aplicação da biotecnologia, que se sentem mais preparados e motivados a abordar esses temas em sala de aula. No entanto, também foi reforçado que sem investimentos em equipamentos, materiais didáticos e parcerias com instituições públicas e privadas, será difícil promover um ensino mais inclusivo e eficaz dentro das escolas. Conclui-se, portanto, que ações como a oficina da ABE são essenciais para proporcionar não apenas um aprendizado significativo aos professores, mas também despertar o interesse dos estudantes pela ciência. Para que esse impacto seja duradouro, é fundamental que políticas públicas sejam criadas para garantir o investimento contínuo em educação científica, infraestrutura e capacitação dos professores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKARI, Abdeljalil J. Desigualdades educativas estruturais no Brasil: entre estado, privatização e descentralização. **Educação & Sociedade**, v. 22, p. 163-189, 2001.

ARBIX, Glauco. Biotecnologia sem fronteiras. **Novos estudos CEBRAP**, V. 78, 2007.

BARDIN, Lawrence. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 1977.

BARRAGÁN-OCAÑA, Alejandro *et al.* Biotechnology and bioprocesses: Their contribution to sustainability. **Processes**, v. 8, n. 4, p. 436, 2020.

- BHAT, Sajad Ahmad *et al.* Biotechnology in Medicine: Fundamentals. In: **Fundamentals and Advances in Medical Biotechnology**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 21-65.
- BONWELL, Charles C.; SUTHERLAND, Tracey E. The active learning continuum: Choosing activities to engage students in the classroom. **New directions for teaching and learning**, v. 1996, n. 67, p. 3-16, 1996.
- CROWE, Nathan. The Historiography of Biotechnology. **Handbook of the Historiography of Biology**, p. 217-241, 2021.
- DE LIMA, Jairo Ribeiro; SANTOS, Luis Fernando Marques. A Biotecnologia no cotidiano escolar do ensino médio: análise da percepção dos estudantes. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 260-276, 2022.
- DINIZ, Mariana de Oliveira; FERREIRA, Luís Carlos de Souza. Biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de vacinas. **Estudos avançados**, v. 24, p. 19-30, 2010.
- DOMINGUINI, Lucas *et al.* O ensino de ciências em escolas de rede pública: limites e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Educação**. v.18, n. 36, p. 133-146, 2012.
- EDVARDSSON BJÖRNBERG, Karin *et al.* The role of biotechnology in sustainable agriculture: views and perceptions among key actors in the Swedish food supply chain. **Sustainability**, v. 7, n. 6, p. 7512-7529, 2015.
- FAROOQ, Zeenat *et al.* The Advent of Medical Biotechnology. In: **Fundamentals and Advances in Medical Biotechnology**. Springer International Publishing. p. 1-20, 2022.
- GASPAR, Alberto. Experimentação em ciências – abordagem crítica e propostas. **Experiências de ciências para o ensino fundamental**, v. 1. p. 11 – 30, 2009.
- GRUBER, Thorsten *et al.* Investigating the Influence of Professor Characteristics on Student Satisfaction and Dissatisfaction A Comparative Study. **Journal of Marketing Education**. v. 34. p. 165 – 178.
- HODGE, Richard; PLOS BIOLOGY STAFF EDITORS. The future is bright, the future is biotechnology. **Plos Biology**, v. 21, n. 4, 2023.
- JOHANSEN, Marius Ole *et al.* “Why is this relevant for me?”:increasing content relevance enhances student motivation and vitality. **Frontiers in Psychology**. 2023.
- LAMMERS, William; MURPHY, John. A profile of teaching techniques used in the university classroom. **Active Learning in Higher Education**, v. 3. p. 54 – 67. 2002.
- MAGNANI, José Guilherme Cantor. Etnografia como prática e experiência. **Horizontes Antropológicos**. v. 15, n. 32, 2009.
- ORHAN, Tugce Yagmur; SAHIN, Nurettin. The impact of innovative teaching approaches on biotechnology knowledge and laboratory experiences of science teachers. **Education Sciences**, v. 8, n. 4, p. 213, 2018.
- PEREIRA, Davi Bernes *et al.* A importância das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem na graduação, direcionado para ciências biológicas. **Anais**

do XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, p. 16-17, 2008.

RANJHA, Muhammad Modassar Ali Nawaz *et al.* Applications of biotechnology in food and agriculture: A mini-review. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 92, n. 1, p. 11-15, 2022.

ROSSI, Izadora Volpato *et al.* Active learning tools improve the learning outcomes, scientific attitude, and critical thinking in higher education: Experiences in an online course during the COVID-19 pandemic. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 49, n. 6, p. 888-903, 2021.

ROTGANS, Jerome; SCHMIDT, Henk. The role of teachers in facilitating situational interest in na active-learning classroom. **Elsevier**. V. 27, n. 1, p. 37-42. 2010.

SILVA, Alexandre Fernando da; FERREIRA, José Heleno; VIERA, Carlos Alexandre. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVEIRA, José Maria F. J *et al.* Evolução recente da biotecnologia no Brasil. **IE-UNICAMP**. v. 114, 2004

SWANSON, Scott *et al.* Exploring the impact of cultural differences. **Marketing Education Review**. v.15. p. 37 – 8. 2005.

SWEENEY, Arthur *et al.* Modeling the constructs contributing to the effectiveness of marketing lecturers. **Journal of Marketing Education**. v. 31. 2009.

TEODORO, Nilcirene Ximenes *et al.* Aplicação da biotecnologia na produção e desenvolvimento de alimentos funcionais: uma revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 1, 2021.

TEPLÁ, Milada *et al.* Influence of 3D models and animations on students in natural subjects. **International Journal of STEM Education**. 2022

TUDA, Francesko *et al.* Pharmaceutical Biotechnology: The Role of Biotechnology in the Drug Discovery and Development. In: **Fundamentals and Advances in Medical Biotechnology**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 269-284.

VASCONCELOS, Joyciane Coelho *et al.* Infraestrutura escolar e investimentos públicos em Educação no Brasil: a importância para o desempenho educacional. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 29, n. 113, p. 874-898, 2021.

Anexo 1: Modelo do questionário a ser aplicado no Projeto de pesquisa “EXPLORANDO PERSPECTIVAS: UM ESTUDO SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE ALUNOS E PROFESSORES EM NOVOS PROJETOS DE ENSINO”.

A- Modelo do questionário para os professores (este questionário será aplicado on-line pela plataforma *Google forms*)

Bem-vindo(a) à pesquisa "Explorando Perspectivas: Um Estudo sobre a Participação de Alunos e Professores em Novos Projetos de Ensino"!

Prezado(a) Professor(a),

Agradecemos imensamente por dedicar parte do seu tempo para participar desta entrevista. Seu conhecimento e experiência são fundamentais para o sucesso deste estudo, que visa compreender e analisar a percepção de professores em relação ao ensino de biotecnologia.

Suas respostas serão tratadas com total confidencialidade e contribuirão significativamente para o avanço da pesquisa acadêmica na área da educação.

Por favor, responda às perguntas com sinceridade e detalhamento. Se houver algum questionamento ou esclarecimento necessário, não hesite em entrar em contato conosco, via número de celular localizado abaixo.

Mais uma vez, muito obrigado(a) por sua participação e colaboração.

Atenciosamente, Fabricio +55 11 94337-7870.

- **Perguntas sobre a aplicação de biotecnologia nas escolas públicas**

- 1) Qual é a sua compreensão atual sobre o termo "biotecnologia"?
- 2) Qual você acredita que seja o papel da biotecnologia no desenvolvimento científico e econômico do Brasil?"
- 3) Na sua experiência como educador, você aborda o ensino da biotecnologia em sala de aula? Se sim, como?

- 4) Que materiais e equipamentos você acredita serem necessários para a aprendizagem sobre biotecnologia?
- 5) Você acha que há recursos educacionais suficientes disponíveis para apoiar esse ensino?
- 6) (OPCIONAL) Você considera que os materiais utilizados nas aulas práticas de ciência e biologia estão adequadamente acessíveis para todos os alunos?
- 7) Quais são os desafios que as escolas públicas enfrentam ao tentar oferecer experiências em biotecnologia?

Anexo 2: Modelo do segundo questionário a ser aplicado no Projeto de pesquisa “EXPLORANDO PERSPECTIVAS: UM ESTUDO SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE ALUNOS E PROFESSORES EM NOVOS PROJETOS DE ENSINO” – PARTE II.

B- Modelo do questionário para os professores (este questionário será aplicado on-line pela plataforma *Google forms*)

Bem-vindo(a) à segunda parte da pesquisa "Explorando Perspectivas: Um Estudo sobre a Participação de Alunos e Professores em Novos Projetos de Ensino"!

Prezado(a) Professor(a),

Mais uma vez, agradecemos profundamente por dedicar seu tempo à realização da segunda, e última, parte do questionário! Especialmente pelo fato de vocês terem participado da formação dos alunos aqui nos laboratórios do Mackenzie, pedimos por favor que tratem as perguntas com seriedade e detalhamento.

Suas respostas serão tratadas com total confidencialidade e contribuirão significativamente para o avanço da pesquisa acadêmica na área da educação. Se houver algum questionamento ou esclarecimento necessário, não hesite em entrar em contato conosco, via número de celular localizado abaixo.

Mais uma vez, muito obrigado(a) por sua participação e colaboração.

Atenciosamente, Fabricio +55 11 94337-7870

- **Perguntas sobre a aplicação de biotecnologia nas escolas públicas**

8) Após a oficina, qual das opções seria a correta para definir biotecnologia.

- O estudo dos ecossistemas e suas interações com o meio ambiente.
- A aplicação de tecnologias para a criação ou modificação de produtos e processos biológicos.
- A análise de dados biológicos utilizando ferramentas computacionais.
- O desenvolvimento de medicamentos a partir de compostos químicos sintéticos.

9) Cite alguns exemplos da biotecnologia no seu dia a dia.

10) Você acha que a participação dos alunos no projeto despertou um interesse que vá mais além da curiosidade.

- Plenamente
- Possivelmente
- Provavelmente
- Com certeza não

11) Você já integrou algum desses conceitos em pelo menos duas aulas após a nossa formação?

- Conversão de medidas

- Procedimentos biotecnológicos (pipetagem, eletroforese, reações moleculares)
- Importância e aplicações da biotecnologia atualmente

12) Você considera que biotecnologia pode ser um tema transversal, trabalhado em projetos envolvendo diferentes disciplinas?

- Concordo totalmente
- Concordo
- Discordo
- Discordo totalmente

13) Você acredita que a falta de acesso a oportunidades de experiência especificamente em biotecnologia pode afetar as aspirações educacionais dos alunos de baixa renda no Brasil? Explique

14) Relembrando a oficina proporcionada pela Amgen, você sente falta de algum conceito ou recurso específico que te ajudasse no ensino de biotecnologia? Se sim, quais recursos você acha que seriam úteis para que o assunto possa ser aprofundado?

- Materiais didáticos (livros, instrumentos, etc.)
- Laboratórios escolares
- Bibliotecas digitais
- Cursos online (Khan Academy, Coursera, etc.)

15) (OPCIONAL) Sem ser o projeto da Amgen, você vê alguma iniciativa bem-sucedida que esteja ajudando os alunos de baixa renda a obterem experiência em biotecnologia? Em caso afirmativo, quais são os principais componentes dessas iniciativas?

16) Você possui alguma ideia que possa ajudar a tornar o ensino de biotecnologia mais acessível e inclusivo para todos os alunos, independentemente de sua renda ou origem?

