

**A biotecnologia como ferramenta de aproximação de alunos do Ensino Médio à
Iniciação Científica**

Biotechnology as instrument to bring High School students closer to Scientific Initiation

**La biotecnología como herramienta para acercar a los estudiantes de Secundaria a la
Iniciación Científica**

Recebido: 15/06/2020 | Revisado: 29/06/2020 | Aceito: 30/07/2020 | Publicado: 09/08/2020

Écio Ribeiro Veríssimo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5170-7810>

Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil

E-mail: nucleo23@uol.com.br

Maria Elisabette Brisola Brito Prado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8595-4203>

Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil

E-mail: maria_prado@anhanguera.com

Marcela Rocha de Oliveira Carrilho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7171-6108>

Midwestern University, United States of America

E-mail: mcarri@midwestern.edu

Márcio Luiz dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6607-1640>

Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil

E-mail: marcio.l.santos@educadores.net.br

Regina Mara Silva Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9158-4555>

Universidade Anhanguera de São Paulo, Brasil

E-mail: rpereira02@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo compreender quais aspectos podem contribuir para ampliar ou despertar o interesse dos educandos do Ensino Médio pela Biotecnologia e pela Ciência, a partir de estratégias de ensino formais e não-formais. A metodologia da pesquisa é de caráter qualitativa, envolvendo a pesquisa-ação. Na primeira fase do estudo aplicado um

questionário com 300 estudantes dos 1º, 2º e 3º anos do ensino médio de uma escola estadual de Mauá - São Paulo, sendo escolhidos 30 alunos com disponibilidade para participar da segunda fase do estudo (pesquisa-ação). A hipótese do estudo é de que a incorporação de atividades práticas ao currículo de Ciências, somada a oportunidade de incluir experiências em espaços não formais, bem como o debate em sala de aula, poderia contribuir para aproximar os estudantes do ensino médio a uma noção mais realística da Biotecnologia e de sua importância para a sociedade. Como resultado da pesquisa 73% dos alunos manifestaram ter maior interesse em saber mais sobre o tema após as intervenções, indicativo de motivação e satisfação com novas formas de aprendizagem. Como conclusão, a partir dos dados coletados e analisados foi possível perceber a importância da diversidade de situações aprendizagem e dos recursos didáticos utilizados. A aplicação de atividades práticas, permitiu aos estudantes desenvolverem a capacidade de observação, inferência, medição, comunicação, classificação e predição, integradas à formulação de hipóteses, interpretação de dados e conclusão ao processo científico, promovendo reflexões e debates mais profundos entre educandos do ensino médio de uma escola pública.

Palavras-chave: Educação; Ensino Médio, Biotecnologia; Ciências; Iniciação Científica.

Abstract

The present work aims to understand which aspects can contribute to broaden or awaken the interest of high school students in Biotechnology and Science, based on formal and non-formal teaching strategies. The research methodology is of a qualitative nature, involving action research. In the first stage of the study, a questionnaire was applied to 300 students from the 1st, 2nd and 3rd grades of a state school in Mauá - São Paulo, and 30 students were chosen with availability to participate in the second stage of the study (action research). The hypothesis of the study is that the incorporation of practical activities to the Science curriculum, added the opportunity to include experiences in non-formal spaces, as well as the debate in the classroom, could contribute to bring high school students closer to a more realistic notion of Biotechnology and its importance to society. As result of the study 73% of students expressed greater interest in knowing more about the subject after the interventions, indicative of motivation and satisfaction with new forms of learning. As a conclusion, from the data collected and analyzed it was possible to notice the importance of the diversity of learning situations and didactic resources used. The application of practical activities, allowed students to develop the capacity of observation, inference, measurement, communication, classification and prediction, integrated to the formulation of hypotheses, data interpretation and conclusion to the scientific

process, promoting reflections and deeper debates among high school students of a public school.

Keywords: Education; High school; Biotechnology; Sciences; Scientific Research.

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto comprender qué aspectos pueden contribuir a ampliar o despertar el interés de los estudiantes de secundaria por la biotecnología y las ciencias, sobre la base de estrategias de enseñanza formal y no formal. La metodología de investigación es de naturaleza cualitativa y comprende la investigación de acción. En la primera fase del estudio, se aplicó un cuestionario a 300 estudiantes de los grados 1º, 2º y 3º de una escuela estatal de Mauá - São Paulo, y se eligieron 30 estudiantes con disponibilidad para participar en la segunda fase del estudio (investigación de acción). La hipótesis del estudio es que la incorporación de actividades prácticas al programa de estudios de ciencias, sumada a la oportunidad de incluir experiencias en espacios no formales, así como el debate en el aula, podría contribuir a acercar a los estudiantes de secundaria a una noción más realista de la biotecnología y su importancia para la sociedad. Como resultado de la encuesta, el 73% de los estudiantes expresaron un mayor interés en conocer más sobre el tema después de las intervenciones, lo que indica la motivación y la satisfacción con las nuevas formas de aprendizaje. Como conclusión, a partir de los datos reunidos y analizados fue posible percibir la importancia de la diversidad de situaciones de aprendizaje y de los recursos didácticos utilizados. La aplicación de actividades prácticas, permitió a los estudiantes desarrollar la capacidad de observación, inferencia, medición, comunicación, clasificación y predicción, integrada a la formulación de hipótesis, interpretación de datos y conclusión al proceso científico, promoviendo reflexiones y debates más profundos entre los estudiantes de secundaria de una escuela pública.

Palabras clave: Educación; Escuela secundaria; Biotecnología; Ciencias; Iniciación Científica.

1. Introdução

A biotecnologia é uma área das ciências biológicas que vem sendo progressivamente reconhecida pela sua relevância na sociedade e, conseqüentemente no âmbito da pesquisa e da educação. A crescente difusão deste assunto pela mídia tem proporcionado que diversos conteúdos sejam abordados nos materiais pedagógicos e nas escolas de educação básica. No entanto, pesquisadores, como Smith (1988), Trivelato (2011), caracterizam a biologia como uma área de grande dificuldade para o aprendizado, em função da complexidade de conteúdo,

do distanciamento entre os temas do cotidiano e aqueles ensinados na escola, do trabalho com fenômenos que exigem integração de vários níveis organizacionais e das objeções para elaboração de estratégias de ensino.

Ayuso e Banet (2002) exemplificam que, ao serem questionados se certos grupos de seres vivos apresentam células, cromossomos ou genes, alunos do Ensino Médio comumente definem que apenas o homem e alguns animais, próximos na escala evolutiva, possuem tais atributos. Assim, evidencia-se a dificuldade de muitos estudantes em compreender, por exemplo, a constância cromossômica nos indivíduos e entre as diversas espécies. Situar a informação hereditária nos cromossomos seria então um dos requisitos necessários para que os alunos compreendam a herança biológica.

Portanto, uma das abordagens para ensinar ciência e tecnologia, assim como outras áreas da biologia para a formação dos alunos é a de proporcionar situações / problemas os quais são necessários para a construção de modelos explicativos que desenvolvem a capacidade de escolha entre distintas opções ou explicações.

Para a construção de argumentos que estejam baseados em conhecimentos provenientes da ciência é preciso que a escola desenvolva práticas reflexivas, envolvendo inclusive a interpretação de textos que levem em consideração a ponderação das evidências e avaliação da viabilidade de afirmações. Deste modo que as ações em sala de aula possam, então, contribuir para a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico (Jiménez & Díaz, 2003).

O ensino da Biologia deve também atender às finalidades do Ensino Médio indicadas no Artigo 35º da LDB/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9.394/96), nas quais se requerem a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental de modo a possibilitar prosseguimento gradativo aos estudos. Nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – (OCNEM), existem advertências no sentido de que se entenda “prosseguimento de estudos” não como preparação para “vestibulares”, mas sim como um processo de formação que possa conduzir à sistematização e ao desenvolvimento de significados para despertar a consciência crítica e responsável e a continuidade de estudos em outros cursos ou níveis. (Brasil, 2006).

A biotecnologia, tão discutida atualmente, remete a muitos temas da ciência abordados em sala de aula e em práticas que vislumbram a possibilidade de trazer o aluno para a iniciação científica. O fato de a biotecnologia possuir um caráter multidisciplinar amplia seu escopo de aplicação a diversos setores produtivos que se organizam em torno de atividades de inovação e prospecção tecnológica, visando ou não fins comerciais, e que também se caracterizam por um elevado grau de complexidade processual (Antunes, Pereira & Ebole, 2006).

Conhecimento científico do educando, como sugerem Carvalho, et al. (1998), é constituído de “vários saberes” que envolvem as especificidades das disciplinas de ciência, a estrutura curricular da escola, as teorias de ensino e pressupostos metodológicos adjacentes a elas, as próprias experiências e as relações que os estudantes estabelecem com esses saberes. Trata-se, portanto, de um saber plural, que expressa um grau de coerência próprio e variável (p.18). Embora o estudante seja, antes de tudo, alguém que vem para escola com algum saber pré-determinado, remanesce como função da escola esclarecer e ampliar esses conhecimentos, não se tratando, portanto, de uma abordagem pedagógica voltada simplesmente para a transmissão de conhecimento já consolidado; mas de uma abordagem que prioriza a prática reflexiva que propicia a construção do conhecimento pelo aluno, permitindo com isso ampliar e aprofundar os múltiplos temas de interesse social, humano, científico.

Um marco teórico, destacado por Moreira, Caballero & Rodríguez (1997), classifica esta forma não-modelada, não-arbitrária e substantiva de aprendizagem, segundo a qual o conhecimento prévio do aprendiz serve de matriz ideacional e organizacional para a compreensão e ancoragem de novos conhecimentos, no sentido de propiciar a aprendizagem significativa ao aluno. Na perspectiva da aprendizagem significativa o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para aquisição e (re)significação de um novo conhecimento ou conteúdo (Moreira, Caballero & Rodríguez, 1997).

Um recurso tão importante quanto considerar o conhecimento preexistente do aprendiz no processo de desmistificação e busca de apropriação do discurso da biotecnologia e da ciência, passa pela tentativa de viabilizar a percepção cotidiana destes conteúdos, de forma ficcional ou verossímil. Carvalho e Martinez (2005) sugerem que, idealmente, o professor de ciências deveria desenvolver um raciocínio prático e teórico para criar elementos de aprendizagem nos quais se evidenciem raciocínios e ações com influências de componentes não racionais. Desta forma, a realidade de cada ambiente escolar exige que o professor decodifique e interprete os saberes acadêmicos, levando em conta as concepções prévias dos estudantes, e trabalhe um dado conteúdo, usando o senso comum como pontos de apoio, para que, em seguida, construa um quadro teórico-metodológico próprio, singular e contextualizado para seus estudantes.

Sob esse enfoque, este artigo que se constitui por um recorte da pesquisa de doutorado (Verissimo, 2019) do primeiro autor, tem por objetivo compreender quais aspectos podem contribuir para ampliar ou despertar o interesse dos educandos do Ensino Médio pela Biotecnologia e pela Ciência, a partir de estratégias de ensino formais e não-formais.

2. Metodologia

A metodologia da pesquisa qualitativa caracteriza-se como uma pesquisa-ação que segundo Bogdan e Biklen (1994), se desenvolve com prioridade na fonte direta dos dados, ou seja, no ambiente natural, constituindo o investigador, o instrumento principal. Nessa perspectiva, os dados coletados são de essência descritiva e analisados de forma indutiva.

Para tanto, foram utilizados como instrumento de coleta de dados, questionários, entrevistas semiestruturadas, relatórios dos estudantes e registro no diário de campo do pesquisador das ações formativas realizadas juntos aos estudantes do ensino médio participante da pesquisa.

Este estudo foi realizado de acordo com as recomendações da Associação Médica Mundial, sob aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Anhanguera de São Paulo (#2.248015), registrado junto à Plataforma Brasil, e seguindo as determinações da Resolução 466/2012 (Brasil, 2013), que orienta a ética em pesquisa com seres humanos.

As ações foram desenvolvidas no decorrer do ano de 2016 a 2018 com alunos regularmente matriculados nos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio de uma escola estadual localizada em Mauá, na região metropolitana de São Paulo.

Na primeira fase foi aplicado um questionário para 300 estudantes que concordaram inicialmente em participar da pesquisa, dentre esses foram escolhidos 30 alunos para participar da segunda fase do estudo (fase pesquisa-ação). Os critérios desta seleção foram determinados *a posteriori*, considerando aqueles alunos que em suas respostas iniciais não revelaram ter conhecimento preexistente sobre conceitos gerais da Biotecnologia e, além disso, demonstraram ter condições/disponibilidades para participar de ações formativas.

Desta forma foram definidas algumas estratégias a serem desenvolvidas durante as ações formativas, de caráter intervencionista realizadas pelo pesquisador com a participação dos 30 estudantes, durante o ano de 2017, sendo realizado um encontro mensal. O Quadro 1 a seguir apresenta oito das ações desenvolvidas, juntamente com uma breve descrição.

Quadro 1 – Descrição sucinta das ações formativas.

Tipo de ações	Objetivos
Questionário Pre- Investigativo	Triagem sobre o conhecimento preexistente dos estudantes sobre conceitos gerais de Biologia e Biotecnologia
Oficina sobre Ciência e Biotecnologia	Oficinas para o debate de temas estruturados e cotidianos, apoiadas pelo uso de recursos audiovisuais e flip-chart apresentação de experiências científicas presentes no dia a dia que nem sempre são percebidas.
Trecho dos Filmes: “O Jardineiro Fiel” e “Alien: Covenant”	Utilização de trechos de produções cinematográficas que abordam temas de ciência. Foram selecionados e projetados na escola (sala de multimídia) 20 minutos de cada filme e, em seguida os alunos puderam discutir suas percepções sobre os filmes e sua relação com a biotecnologia.
Visita ao Instituto Butantã – USP	A visita com duração máxima de 3 horas, oportunizou os alunos conhecerem um ambiente no qual Ciência e Tecnologia fazem parte da própria concepção e função do local. Ao final da visita, foi proposto aos alunos que elaborassem uma redação dissertativa sobre o tema: “Vacinar ou Não Vacinar: Eis a Questão!”. Além disso, foi realizada uma roda de bate papo para que eles pudessem expressar suas percepções iniciais sobre essa experiência.
Visita - Museu de Biologia	Para realizar esta visita os alunos receberam algumas orientações básicas sobre o local e, logo após, ficaram cerca de 30 minutos conhecendo e observando os espaços do Museu. Ao final, os alunos foram para sala de convivência onde puderam socializar junto as monitoras do local suas percepções.
Visita - Museu de Microbiologia	Nesta visita os alunos receberam informações, logo na entrada sobre o que iriam conhecer e o tempo de permanência. Na sequência ao término das observações, foi realizada na sala dos cientistas uma roda de conversa para compartilhar suas percepções.

Visita - Museu Histórico	A visita neste Museu proporcionou aos estudantes conhecer onde tudo começou. Logo no início, os alunos receberam uma placa contendo informações sobre o museu e uma pergunta, a qual foi compartilhada entre todos no final da visita através de uma dinâmica de grupo.
Laboratórios de um Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Inovação em Saúde	Nesta visita os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer e vivenciar as experiências produzidas em um laboratório de biotecnologia em biologia molecular. Os alunos receberam informações importantes sobre sua utilização em prol da ciência e puderam acompanhar a execução de dois experimentos científicos.
Feira de Ciências da Escola	Os alunos participantes da pesquisa produziram e participaram da montagem e realização de uma feira de ciências na própria escola, onde todos alunos tiveram a oportunidade de apresentar pequenos projetos de ciências com o auxílio dos professores.

Fonte: Autores (2020).

Finalizadas as ações formativas, realizadas dentro e fora do espaço escolar, os estudantes participantes foram convidados a responder novamente o questionário investigativo sobre essa experiência de aprendizagem.

3. Resultados e Discussão

Ao analisar as respostas dos alunos referentes às questões do questionário pre-investigativo, aplicado antes das ações formativas, observamos que 53% dos estudantes não apresentavam conhecimento sobre termos relacionados à biologia ou biotecnologia, 73% não apresentaram conhecimento sobre a palavra “Ciência” e 63% dos alunos não tinham noção de como seria uma aula prática de biologia, uma vez que a escola não possuía laboratórios.

A partir desses dados, deu-se início as ações formativas junto aos alunos participantes da pesquisa. A primeira ação, foi a realização de uma Oficina Ciência e Biotecnologia que ocorreu na escola, e que buscou desencadear a reflexão e o debate entre os estudantes a partir de situações da realidade e de experiências científicas de temas difundidos no cotidiano, tais como, clonagem, pesquisa forense, produção de alimentos e medicamentos. Essa dinâmica da

Oficina teve a intenção de criar uma situação propícia para que os envolvidos pudessem discutir sobre

[...] o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Brasil, 2018, p.549).

De fato, a discussão ocorreu e constatamos que foi bastante interessante, principalmente, por ter despertado a curiosidade dos alunos, pois eles identificaram que as questões analisadas em sala de aula tratam de problemas atuais presentes na sociedade. Essa percepção dos estudantes sobre a temática é extremamente importante e necessária para que possam atribuir sentido e significado para o aprendizado de conceitos relativos ao escopo do estudo em questão.

Dando continuidade a esse enfoque de despertar o interesse e o envolvimento dos alunos sobre o assunto abordado, a proposta da segunda ação formativa contemplou o uso dos filmes, “O Jardineiro Fiel”, do cineasta Fernando Meirelles e “Alien: Covenant”, do diretor Ridley Scott. O propósito pedagógico principal foi de oferecer aos estudantes uma fonte de informações que pudessem servir como parâmetro para a análise crítica e comparativa em relação ao tema em estudo, no caso, a biotecnologia.

Sobre o uso de obras cinematográficas no contexto educacional, Viana (2010), destaca o seguinte argumento:

... por muito tempo, a escola privilegiou o uso da língua escrita, mas a atualidade requer imagens, pois hoje o mundo é da imagem. A invasão da imagem mostra que o estímulo visual se sobrepõe no processo de ensino/aprendizagem, pois a cultura contemporânea é visual. O aluno é estimulado pelas histórias em quadrinhos, videogames, vídeos, telenovelas, cinema, jogos variados, inclusive do computador, todos com apelos às imagens (p.3).

É importante também ressaltar que o uso da linguagem cinematográfica seja feito com intencionalidade pedagógica, ou seja, como um recurso disparador para a reflexão de temas atuais e polêmicos. Esse recurso pode propiciar ao aluno a fazer uma analogia com a realidade, ampliando sua visão de mundo e despertando o seu interesse para busca de novas aprendizagens. Nesse sentido, Cipolini (2008) destaca que

[...] o filme pode ser utilizado como instrumental didático ilustrando conteúdos, principalmente referentes a fatos históricos; como motivador, na introdução de temas psicológicos, filosóficos e políticos, estimulando o debate; ou como um objeto de conhecimento, na medida em que é uma forma de reconstrução da realidade (p. 19).

Nesta ação, ao analisar os relatórios dos alunos, percebemos que eles apresentaram um resumo descritivo dos fatos que julgaram importantes com um breve comentário. Foi possível notar, em alguns relatos, que houve uma busca para identificar aspectos convergentes e divergentes entre as obras, numa tentativa de se posicionarem quanto à problemática apresentada, a qual retrata um mercado antiético e mercenário, onde os direitos humanos são negligenciados para atender aos interesses nacionais e internacionais. Ficou evidente que a interpretação dos alunos sobre os filmes ocorreu de um modo tímido, demonstrando com isso que a análise crítica e fundamentada ainda carece de repertório. Em alguns relatos, notamos que a análise comparativa se centrou apenas na obra, desvinculando-a da realidade. Porém, de um modo geral, um aspecto que nos chamou atenção nos relatórios se refere ao destaque dado pelo reconhecimento da biotecnologia como potencial no desenvolvimento de recursos para o bem-estar da humanidade.

Quanto as ações relativas as visitas ao Instituto Butantã da USP (Museu de Biologia, Museu de Microbiologia e Museu Histórico), foram focadas em oportunizar aos estudantes vivenciarem práticas voltadas a experimentação do mundo da ciência, haja visto que neste grupo de 30 estudantes, somente uma aluna já conhecia o local. Essa informação deixa claro o ineditismo da atividade para a maioria dos educandos.

Essas visitas constituíram em experiências inovadoras para os estudantes que após a cada um dos encontros de aprendizagens nesses espaços elaboravam relatórios apresentando suas percepções sobre as atividades realizadas nos museus, conforme ilustram os trechos extraídos dos relatórios dos alunos.

“coisas tão simples como uma gota de água podia ter tantos micro-organismos e que esses são capazes de realizar uma imensidão de coisas para os seres humanos” (Aluno-2);

“aprendemos bastante, foi muito gratificante estar lá e conhecer cada espaço que trazia histórias diferentes que nunca tínhamos imaginado” (Aluno-4);

“conhecer um espaço onde a ciência é tão viva e presente em tudo” (Aluno-15);

“conseguimos visualizar muitas coisas que aprendemos em nossas aulas de biologia”
(Aluna-22).

A curiosidade e o desejo em aprofundar os aspectos estudados reafirmam a importância de propiciar aproximação dos alunos das experiências científicas que compõem os acervos museológicos.

Outra ação formativa de caráter inovador para os estudantes consistiu em uma visita a um dos laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Inovação em Saúde de uma Universidade privada de São Paulo. Nesta ação, os alunos participaram de alguns experimentos voltados para biologia molecular, em especial ao estudo das células.

Primeiramente, ao chegarem na instituição, os estudantes foram levados ao auditório onde tiveram uma palestra de cunho informativo sobre a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual - EPI, para o acesso aos laboratórios. Também foi realizada uma explanação sobre as intervenções que seriam realizadas e, os alunos, munidos de EPI (avental, luvas, óculos), foram conduzidos ao laboratório de biologia molecular sob a coordenação de uma professora doutora do Programa. Esta professora interagiu com os estudantes, explicando sobre as atividades que são desenvolvidas no laboratório e sua relação com a ciência e tecnologia e, em seguida, conduziu os alunos para vivenciar uma nova experiência de aprendizagem acompanhando um experimento no laboratório de pesquisa da universidade.

O experimento consistiu na extração do DNA, que se refere ao primeiro passo para a realização da maioria das metodologias de biologia molecular. A professora da universidade ressaltou para os alunos que para extrair DNA pode-se utilizar inúmeros tipos de tecidos e células, bem como informou que existe uma infinidade de protocolos para realização deste procedimento. Assim, de forma interativa com a professora, os alunos se atentaram para compreender o passo a passo da experiência.

Cabe ressaltar que nessa experiência, os alunos perceberam que os aspectos como manipulação dos materiais e o uso de equipamentos de proteção individual - EPI no laboratório exige responsabilidade, conhecimentos específicos e tomada de decisões que são fundamentais para a qualidade do desenvolvimento das pesquisas.

A mediação pedagógica desta professora durante o experimento foi fundamental para deixar os alunos à vontade para questionar sobre os procedimentos utilizados no experimento. Interessante notar que os alunos ao se depararem com os recursos existentes e categorias

investigativas, confrontaram os conceitos abordados em sala de aula e ampliaram, assim, os conhecimentos sobre alguns aspectos da genética, no caso as células e DNA e a importância desses, na fabricação de medicamentos.

Logo após o término das atividades realizadas no laboratório da universidade, os participantes se reuniram no auditório para compartilhar suas percepções sobre a experiência deste dia. Os relatos registrados pelos alunos, descritos a seguir, exemplificam seus sentimentos e percepções acerca desta experiência, a qual se caracteriza como um novo modo de aprender.

Nossa professor, a gente vê na televisão, um monte de programas que fala de DNA, mas ouvir de uma pessoa que entende do assunto, que sabe o que fala, que não fica brincando com coisa séria, é encantador, porque fez com que eu tivesse vontade de ler mais depois, de saber mais (Aluno-3)

Na minha escola, quando íamos ao laboratório, só ficávamos vendo o professor fazendo as experiências. Ele falava e eu ficava olhando. Aqui não, tudo tão mágico, podemos fazer juntos, muito da hora isso, poder sentir e vivenciar essa aula. (Aluno-5)

Professor, nunca participei de algo assim na minha vida. Sair da escola, vir aqui para esse laboratório, utilizar avental, fazer mesmo o experimento, depois poder discutir, poder falar o que entendi, do meu jeito, da minha forma. Depois, poder ouvir as explicações, ver meus colegas que bagunçam tanto na escola, que não prestam atenção em nada, ficarem quietos, ouvirem e também manifestarem suas opiniões. Ai, professor, pena que temos pouco disso na escola, deveríamos ter mais aulas assim. (Aluno-7)

Professor, poder colocar a mão na massa, fazer. Parece coisa de filme, a gente vê na TV, vê nas novelas, os programas mostrando brigas por causa de um teste de DNA. E aqui poder participar de uma extração de DNA, poder ver como isso acontece. Fiquei com vontade de quero mais. (Aluno-11)

Nunca tinha entrado em um laboratório tão bonito, estruturado, tão pouco professor, tinha ouvido falar Lise, Etapa de Lavagem, de Eluição. E da forma como foi passado, falado, explicado tanto na prática como depois na sala discutindo com meus colegas, parecia tão mais fácil, gostoso de aprender. (Aluno-13)

Fica claro nos relatos dos alunos que a observação e análise dos fenômenos biológicos, em espaço que permite o experimento, despertam a curiosidade e o interesse dos alunos que, por meio da prática, aguçam o desejo de saber mais, impulsionando a aprofundarem os estudos sobre a importância da pesquisa científica, em especial a Biotecnologia e os impactos na qualidade de vida das pessoas.

O efeito das ações formativas vivenciadas com os estudantes, culminou em uma proposta com a iniciativa deles em promover na própria escola, pela primeira vez, uma Feira de Ciências. Os estudantes sentiram motivados para produzir e participar da montagem e realização da Feira de Ciências com o tema “Biotecnologia – O Que É Isso? Esta proposta representou uma ação inovadora na comunidade escolar com anuência e apoio da equipe gestora e demais colaboradores envolvidos com a realização deste evento. Os alunos participantes da pesquisa assumiram a organização e foram orientados pelos professores da escola, quanto à definição dos possíveis subtemas a serem apresentados no evento, à pesquisa bibliográfica, às formas de apresentação, aos critérios para inscrição, seleção e avaliação dos trabalhos e aos aspectos gerais de organização da Feira. Vale ressaltar, que além da organização e divulgação do evento, coube integralmente aos alunos participantes desta etapa da pesquisa a apresentação dos trabalhos.

O objetivo desta ação formativa foi de estimular a transposição dos conhecimentos apropriados/adquiridos durante as atividades formais e não-formais no decorrer do processo em um prazo aproximado de 8 meses. Interessante destacar que essa ação, que favoreceu o envolvimento do grupo de estudantes teve também um papel de contagiar positivamente a participação dos demais alunos da escola, professores e equipe gestora de modo a potencializar uma nova forma, mais dinâmica de ensinar. Isso de certa forma implica em propiciar também aos alunos se assumirem como protagonista da própria aprendizagem.

Nesta ação, os estudantes assumiram a postura de protagonista do processo de desenvolvimento das atividades apresentadas na Feira de Ciências, ampliando desta forma o compartilhamento das experiências de aprendizagem com outros colegas e a comunidade escolar. Nesse processo, (Lima, 2011) destaca que os estudantes “têm a oportunidade de ouvir comentários e questões sobre o que produziram, encontrando outras perspectivas/ângulos de visão” (p. 196).

Esse autor enfatiza que uma Feira de Ciências desenvolvida no contexto escolar pode em sua origem funcionar primeiramente como um instrumento para prática e divulgação da atividade científica, mas paralelamente se constituem como um recurso para a interação entre os estudantes da escola e entre a escola e a sociedade (Lima, 2011). É um momento rico de

aprendizagem pelo fato de despertar nos alunos o interesse pela ciência e tecnologia, assim como de auxiliar na construção de uma educação científica na escola básica.

A escola é um espaço privilegiado para a reflexão e construção de saberes que propiciem uma melhor compreensão dos desafios postos no dia a dia e, impactos na convivência saudável. Portanto, a ideia é criar na escola as condições para o desenvolvimento de uma identidade educativa que promova o perfil de estudante pesquisador e futuros cientistas.

Nessa perspectiva os professores e gestores escolares devem introduzir em seus Projetos Políticos- Pedagógicos - PPP a Feira de Ciências, objetivando uma prática reflexiva e incentivadora na construção e apropriação de novos conhecimentos.

As preocupações sobre essas questões envolvem múltiplas áreas do conhecimento e, segundo Witter (1996)

A escola produz diariamente muitos dados que podem ser analisados, podendo reverter em novos conhecimentos para seus membros e consistindo em uma base para atuação interdisciplinar. Esses conhecimentos, gerados da própria realidade onde se atua, permitem uma organização do conhecimento mais próxima das necessidades de trabalho, o que viabilizaria uma articulação entre conhecimento e experiência, permitindo detectar e incorporar o impacto de novos eventos, das rupturas socioculturais e dos avanços científico-tecnológicos (p.40).

Sob esse enfoque, constatamos a importância de o professor propiciar experiências significativas que aproximem os alunos das necessidades sociais, utilizando a metodologia de pesquisa como caminho possível para o desenvolvimento do pensamento científico, que “envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos” (Brasil, 2018, p.547).

Neste sentido, vários autores, como por exemplo, Borges e Lima (2007) destacam para a necessidade de o professor desenvolver estratégias pedagógicas que contemplem situações diversificadas e que favoreçam ao estudante a estabelecer relações com fatos da realidade de modo que o aluno possa aprender- fazendo, tal como relatou o Aluno-11 após a vivencia de aprendizagem no laboratório da universidade “ *poder colocar a mão na massa, fazer. Parece coisa de filme, a gente vê na TV, vê nas novelas, os programas mostrando brigas por causa de um teste de DNA. E aqui poder participar de uma extração de DNA, poder ver como isso acontece. Fiquei com vontade de quero mais.*”

O aprender-fazendo ou (como também se refere), o aprender com a mão na massa, é uma ideia já a bastante tempo enfatizada por Dewey (1978) e atualmente vem sendo retomada numa perspectiva pedagógica que busca criar situações de aprendizagem que que promova a articulação entre a ação e reflexão assim como entre os saberes prático e teórico. Os

pesquisadores Setubal e Bejarano (2009) reforçam a importância desta ideia ao destacar que “a utilização de estratégias didáticas que permitem o diálogo entre teoria e prática constituem um caminho para envolver os estudantes nas aulas contribuindo, assim, para análises e reflexões nos processos que envolvem a construção de conhecimentos científicos (p.8). Os estudos de Maldaner, Zanon e Auth (2006) sobre o mesmo enfoque destacam que “diante de uma situação concreta da vivência dos alunos, estabelece-se um contexto de significação coletiva, possibilitando recontextualizar conteúdos e conceitos científicos e o desenvolvimento mental dos estudantes” (248).

É importante considerar que as estratégias de ensino que envolvem a participação de educandos em atividades práticas e que se remetem a situações cotidianas podem garantir uma aprendizagem efetiva de determinados temas, sobretudo de temas explorados pelo âmbito das Ciências. Portanto, é necessário que a escola em todos seus níveis, contribua para que o estudante desenvolva uma postura reflexiva e investigativa, que venha a potencializar a construção do pensamento científico.

Neste estudo, as ações formativas desenvolvidas junto a um grupo de estudantes, proporcionaram vivências diversificadas e inovadoras em espaços formais e não-formais, oportunizando novas formas de aprendizagem sobre temas relacionados à biotecnologia. Ao término destas ações, que culminou com a realização da Feira de Ciência, foi aplicado um novo questionário para verificar as possíveis mudanças em termos das percepções dos alunos.

Desta forma, foi feita uma comparação entre as respostas do questionário inicial, antes da vivência nas ações formativas e as respostas após o término destas ações. Um exemplo significativo demonstrado pelos dados, revelou o maior interesse dos alunos em saber como “as coisas funcionam” no contexto da biotecnologia. No início, ou seja, antes das ações formativas, apenas 17% dos alunos manifestaram-se interessados pelo tema Biotecnologia; enquanto ao término das ações formativas, 73% manifestaram ter maior interesse em saber mais sobre o tema, o que é indicativo de motivação e satisfação com novas formas de aprendizagem, como demonstram os recortes de trechos de relato dos alunos (já mencionados anteriormente), tais como, “[...] *fez com que eu tivesse vontade de ler mais depois, de saber mais*” (Aluno-3), “[...] *poder ver como isso acontece. Fiquei com vontade de quero mais* (Aluno-11), ilustram que houve o despertamento da curiosidade e da vontade pela busca de novos saberes por parte da maioria dos alunos participantes.

Entendemos que esta mudança de percepção dos alunos foi sendo reconstruída no processo em que vivenciavam nos espaços formais e não-formais, uma forma de aprender inovadora por meio de diferentes situações e recursos didáticos. Essa interação dos estudantes

com as situações de aprendizagem e os recursos didáticos, bem como a mediação pedagógica do professor-pesquisador e dos demais profissionais colaboradores, que participaram das ações formativas, constituíram um conjunto de elementos favoráveis para que os alunos pudessem atribuir significado para a própria aprendizagem.

Ressaltamos ainda que para ocorrer um ensino de ciências que promova relações com as visões de mundo dos estudantes é essencial também que o professor tome consciência de suas próprias concepções sobre os processos de ensino e de aprendizagem. No caso específico do ensino de biologia, na atualidade, essa consciência pode surgir tanto na formação inicial quanto nas experiências trazidas pelos próprios alunos através de vivências oriundas no convívio em sociedade. Fazer a aproximação da ciência e tecnologia entre os educandos, por meio de ações proximais em diferentes ambientes poderá diminuir a distância entre a educação básica e a universidade.

4. Considerações Finais

Este estudo teve a intenção de compreender quais aspectos podem contribuir para ampliar ou despertar o interesse dos educandos do Ensino Médio pela Biotecnologia ou Ciência, a partir de estratégias de ensino formais e não-formais.

Assim, a partir dos dados coletados e da análise realizada pautada em estudos teóricos foi possível perceber a importância da diversidade de situações aprendizagem e dos recursos didáticos utilizados em espaços formais: as ações desenvolvidas no contexto da escola pública e não-formais: constituídos por diferentes modalidades como os Museus e o laboratório da Universidade. Além destes elementos, ressaltamos o caráter inovador das ações, como o uso de obras cinematográficas, a atividade realizada no laboratório da Universidade que permitiu aos alunos vivenciar uma experiência inusitada que positivamente trouxe para os alunos um sentimento de empoderamento de possibilidades, que se revelou pela iniciativa de promover e participar da Feira de Ciências na escola.

A importância das características destas ações é que os alunos foram se percebendo durante o processo o protagonismo da própria aprendizagem e esse sentimento é fundamental para o desenvolvimento do pensamento criativo e investigativo.

Enfim, a nossa análise salienta a importância destas estratégias pedagógicas, no sentido de favorecer o desenvolvimento do pensamento científico do aluno, no entanto, vale lembrar que a concretização de estratégias cabe ao professor. É por meio da mediação do professor, baseada em princípios educacionais que as estratégias ganham vida e podem ser recriadas.

Agradecimentos

Os Autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de doutorado do aluno, ao Instituto Butanã pela visita e suporte técnico e a Universidade Anhanguera de São Paulo pela oportunidade de ter aberto o Laboratório para a visita dos alunos com o suporte necessário e, em especial, pelas orientações técnico-científica dadas aos alunos pelas professoras doutoras Susana N. Diniz e Maria Cristina Marcucci.

Referências

Antunes, A., Pereira Jr., N., Ebole, M. F. (2006). Gestão em biotecnologia. São Paulo: Editora E-Papers.

Ayuso, E., & Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética em educación secundaria. Enseñanza de las Ciencias. 20(1), 133-157.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). Investigação Qualitativa em Educação. Porto: Porto Editora.

Brasil. (2013). Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB.

Brasil. (2006). Ministério da Educação. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC/SEB.

Brasil. (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília, DF: MEC/SEB. Recuperado de: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>

Carvalho, A. M. P., Vannucchi, A. I., Barros, M. A., Gonçalves, M. E. R., & Rey, R. C. (1998). Ciências no ensino fundamental: o conhecimento Físico. São Paulo: Editora Scipione.

Carvalho, L. M. O., & Martinez, C. L. P. (2005). Avaliação formativa: a auto-avaliação do aluno e a autoformação de professores. Revista Ciência & Educação. São Paulo. 11(1).

Cipolini, A. (2008). Não é fita, é fato: tensões entre instrumento e objeto – Um estudo sobre a utilização do cinema na educação. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo- USP. São Paulo.

Dewey, J. (1978). Experiência e Educação. Tradução de Anísio Teixeira. (11a ed.), São Paulo: Melhoramentos.

Jiménez, M. P., & Díaz, J. B. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*. 21(3), 359-370.

Lima, M. E. C. (2011). Feiras de ciências: o prazer de produzir e comunicar. In: Pavão, A. C., & Freitas, D. (Org.). *Quanta ciência há no Ensino de Ciências?* São Carlos: Edufscar, 195-205.

Maldaner, O. A., Zanon, L. B., & Auth, M.A. (2006). Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores. In: Santos, F. M. T., dos & Greca, J. M. (Org.) *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: Editora UNIJUÌ.

Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodriguez, M. L. (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Espanha: Burgos.

Setubal, F. A. R., & Bejarano, N. R. R. (2009). Modelos Didáticos com conteúdo de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. VII Enpec – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis.

Smith, M. U. (1988). Successful and unsuccessful problem solving in classical Genetic Pedigrees. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 411-433.

Trivelato, S. L. F. (2011). *Ensino de ciências*. São Paulo: CENGAGE Learning.

Verissimo, E. R. (2019). A biotecnologia como ferramenta de aproximação de alunos do ensino médio à iniciação científica. Tese no Programa de Biotecnologia e Inovação em Saúde, Universidade Anhanguera de São Paulo - UNIAN-SP.

Viana, M. C. V. (2010). O Cinema na Sala de Aula e a Formação de Professores de Matemática. Mini-curso oferecido aos alunos do Curso de Matemática na UFRRJ. Dia de Atividades Acadêmico-Científico-Culturais. 18 de maio de 2010. Seropédica- RJ.

Witter, C. (1996). Psicologia escolar: produção científica, formação e atuação (1990-1994). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Écio Ribeiro Veríssimo – 25%

Maria Elisabbete Brisola Brito Prado – 25%

Marcela Rocha de Oliveira Carrilho – 15%

Marcio Luiz dos Santos – 10%

Regina Mara Silva Pereira – 25%