

ENSINO, SAÚDE E AMBIENTE

A Microbiologia e Segurança de Alimentos em execução nas aulas experimentais no contexto da Biologia no Ensino Médio

Microbiology and Food Safety in experimental classes in the context of Biology in High School

Microbiología y Seguridad Alimentaria implementadas en clases experimentales en el contexto de Biología en la Escuela Secundaria

Maria Aparecida da Ressurreição Brandão;^{ID} Maria Elvira do Rego Barros Bello;^{ID} Bianca Mendes Maciel^{ID} *

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil

Palavras-chave: hipóteses; ensino de biologia; oficinas práticas; doenças transmitidas por alimentos.

Resumo: O objetivo dessa pesquisa foi investigar conhecimentos e práticas que os alunos do 2º ano no Ensino Médio têm sobre Microbiologia e Segurança de Alimentos e aplicar intervenções práticas nas aulas de Biologia com foco em aulas experimentais. Cinquenta e nove alunos foram avaliados através de questionários após a realização das oficinas. Os resultados foram analisados a partir de uma proposta qualitativa e quantitativa e foram tratados na forma de frequências simples e percentuais. Durante quatro meses, foram realizadas quatro diferentes abordagens práticas nas aulas de Biologia, destacando a formulação de hipóteses e aplicação de oficinas. As aulas experimentais na disciplina de Biologia fizeram com que os estudantes participassem, elaborassem hipóteses, fizessem conexões entre os novos conhecimentos com os já existentes e se posicionassem nessa dinamicidade de conhecimentos alcançados.

Keywords: hypotheses; biology teaching; practical workshops; foodborne diseases.

Abstract: The objective of this research was to investigate knowledge and practices that 2nd year high school students have on Microbiology and Food Safety and apply practical interventions in Biology classes with focus on experimental classes. Fifty-nine students were evaluated through questionnaires after the workshops. The results were analyzed from a qualitative and quantitative proposal and were treated in the form of simple frequencies and percentages. During four months, four different practical approaches were carried out in Biology classes, highlighting the formulation of hypotheses and the application of workshops. The experimental classes in the Biology discipline made the students participate, elaborate hypotheses, make connections between the new knowledge and the existing ones and position themselves in this dynamics of the knowledge achieved.

* Endereço para correspondência: Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Santa Cruz – Salobrinho, Ilhéus, BA – Brasil. CEP: 45662900. E-mails: cidaabrandao@yahoo.com.br, merbbello@uesc.br, bmmaciell@uesc.br



Palabras clave: hipótesis; enseñanza de la biología; talleres prácticos; enfermedades transmitidas por los alimentos.

Resumen: El objetivo de esta investigación fue investigar los conocimientos y las prácticas que los alumnos de 2º de bachillerato tienen sobre Microbiología y Seguridad Alimentaria y aplicar intervenciones prácticas en las clases de Biología, centrándose en las lecciones experimentales. Cincuenta y nueve estudiantes fueron evaluados mediante cuestionarios después de los talleres. Los resultados se analizaron mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo y se trataron como frecuencias simples y porcentajes. A lo largo de cuatro meses, se llevaron a cabo cuatro enfoques prácticos diferentes en las clases de Biología, haciendo hincapié en la formulación de hipótesis y la aplicación de los talleres. Las clases experimentales de Biología hicieron que los alumnos participaran, elaboraran hipótesis, establecieran conexiones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes y se posicionaran en esta dinámica de conocimiento alcanzado.

Introdução

O ensino, como prática transformadora, deve estar alicerçado na promoção de cidadãos capazes de resolver alguns problemas no mundo que os cerca de maneira crítica e reflexiva, a partir dos conhecimentos científicos adquiridos durante os anos escolares (Vigário; Cicillini, 2019). Uma das formas de possibilitar aos estudantes uma educação emancipadora é estimular o desenvolvimento do senso crítico desses indivíduos através de aulas experimentais, em que possam observar e levantar hipóteses sobre fenômenos muitas vezes corriqueiros; e dentro do ensino de Biologia as possibilidades de conteúdo a serem explorados são várias.

Segundo Krasilchik (2004) e Vigário e Cicillini (2019), o ensino de Biologia empregado na maioria das escolas do Ensino Médio ainda exprime os acontecimentos científicos dos anos de 1950 e 1960. Geralmente são adotadas metodologias tradicionais fazendo com que os estudantes apresentem pouco ou nenhum interesse pela disciplina. Possivelmente, esse ensino tradicional ainda é utilizado devido às condições oferecidas pelas estruturas das escolas do Ensino Básico no Brasil, uma vez que a maioria dos estabelecimentos não possui laboratórios e/ou não oferecem materiais apropriados para a realização dos experimentos. Muitas vezes, as escolas que possuem laboratórios não dispõem de profissionais aptos para usá-los. Outros fatores como a carga horária excessiva, que os professores em geral assumem para complementação de sua renda, e o pouco incentivo para a formação continuada dos professores pelo sistema educacional contribuem para a não realização das aulas práticas, e conseqüente aprimoramento do processo ensino-aprendizagem.

Segundo Merazzi e Oaigen (2008), as atividades práticas integradas às teorias trabalhadas no ensino da Biologia auxiliam para a melhor consolidação da aprendizagem. Nas últimas décadas estão sendo realizadas pesquisas com o objetivo de averiguar a importância dos experimentos em sala de aula como ferramenta utilizada no processo de ensino-aprendizagem. Faz-se necessário que nas atividades práticas os docentes instiguem os

estudantes antes da realização dos experimentos a formularem hipóteses sobre os eventos em estudo, e que os alunos sejam capazes de analisar os resultados alcançados e confrontar os conhecimentos prévios com os conhecimentos obtidos (Santos; Costa, 2012).

Nesse contexto, a inserção de atividades práticas problematizadas nas aulas de Biologia no Ensino Médio está preconizada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como:

Aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2017 p. 550).

Dentre os conteúdos de Biologia, o de Microbiologia e a Segurança de Alimentos são trabalhados de maneira mais efetiva na 2ª série do Ensino Médio. São assuntos relevantes para a formação científica dos estudantes, porém é observado que os alunos apresentam dificuldades de assimilar estes conteúdos, possivelmente devido a abordagem de conceitos e significados complexos que são característicos desta área, uma vez que a Microbiologia apresenta o mundo dos micro-organismos com nomenclatura complexa, a exemplo de *Salmonella* spp., *Escherichia coli*. Esses micro-organismos exemplificados, assim como tantos outros, são transmitidos por alimentos causando doenças à população.

Silva e Bastos (2012) consideram importante apresentar aos estudantes do Ensino Médio os diversos conteúdos relacionados à Microbiologia destacando os malefícios como também seus benefícios. Porém, por se tratar de seres microscópicos, provavelmente o aluno apresentará dificuldade de compreender os conceitos científicos, assim, o educador deve desenvolver estratégias para facilitar o entendimento acerca do tema promovendo a aprendizagem do discente.

Segundo informações do Ministério da Saúde, as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTAH) estão entre os problemas de saúde pública mais relevantes. Atualmente no mundo, estima-se que a cada ano as DTAH causem “o adoecimento de uma a cada 10 pessoas. Além disso, DTAH podem ser fatais, especialmente em crianças menores de 5 anos, causando 420 mil mortes” (Brasil, 2024).

De acordo com dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), dos Estados Unidos, aproximadamente 48 milhões de indivíduos são contaminados, 128 mil são internados e 3.000 morrem anualmente por DTAH (CDC, 2018).

No Brasil foram notificados 6.847 surtos no período de 2014 a 2023, 110.614 doentes, 12.346 hospitalizações e 121 óbitos, representando letalidade em torno de 0,11%.

Destacando-se que em 2023 foram notificados 1.162 surtos, 19.671 doentes, 1.443 hospitalizados e 31 óbitos (Brasil, 2024).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), *Salmonella* e *Escherichia coli* assumem as primeiras colocações no *ranking* mundial dos patógenos veiculados por alimentos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). No Brasil, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* spp. ocupam primeira, segunda e terceira posições, respectivamente, dos patógenos causadores de DTAH mais prevalentes no país (Brasil, 2024).

Salmonella spp. é uma bactéria de distribuição cosmopolita, adaptada aos mais variados habitats, sendo encontrada, principalmente, nos intestinos dos vertebrados. A multiplicidade de reservatórios e hospedeiros contribui para a elevada prevalência deste patógeno tanto em humanos quanto em animais (Mendonça, 2016). É transmitida, principalmente, por alimentos de origem animal contaminados e possui um elevado impacto na Saúde Pública, devido à alta morbidade e ocorrência mundial de surtos (Malorny *et al.*, 2008). Dos 6.874 surtos de DTAH relatados pela Secretaria de Vigilância Sanitária no período entre 2014 a 2023, 160 foram causado por *Salmonella* spp. (Brasil, 2024). Entretanto, a baixa notificação de casos mascara a real prevalência da doença no país (Rodrigues, 2016).

Escherichia coli é um micro-organismo encontrado frequentemente em fezes de animais homeotérmicos, pois pertence à microbiota intestinal autóctone destes animais. A maioria das estirpes não é patogênica, e a maior parte das pessoas infectadas se recupera. Todavia, a infecção por estirpes patogênicas eventualmente pode ser letal (Santos *et al.*, 2009).

A espécie *Escherichia coli* pode apresentar seis estirpes patogênicas: *E. coli* enterotoxigênica (ETEC); *Escherichia coli* enteroinvasora (EIEC); *Escherichia coli* enteroagregativa (EAGGEC); *Escherichia coli* difusamente aderente (DAEC); *E. coli* produtora de citotoxina Vero (VTEC) e *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC), classificadas de acordo com os sintomas, patogenicidade, epidemiologia e genes de virulência (Newell *et al.*, 2010). No Brasil, dentre os agentes etiológicos mais identificados em surtos de DTAH no período de 2014 a 2023, *Escherichia coli* ocupou a primeira colocação, sendo isolada em 572 casos (37%) (Brasil, 2024).

Portanto, devido à relevância epidemiológica das DTAH, abordagens práticas sobre o tema Microbiologia e Segurança dos Alimentos devem ser inseridas nas escolas de ensino básico em todo o mundo como estratégia educacional para contribuir com a diminuição de surtos. Uma vez que a escola pública no Brasil atende muitos alunos de baixa renda familiar e que muitas vezes estão em situação de maior vulnerabilidade frente a essas doenças, a escola

pode ter assim um papel fundamental para disseminar boas práticas que minimizem hábitos que favoreçam tais doenças.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo motivar o ensino de biologia, mais especificamente sobre microbiologia e segurança alimentar, durante dois bimestres letivos, através da realização de oficinas em que experimento e teoria foram abordados de forma conjunta. Para além da motivação e da aprendizagem, um trabalho para conscientizar os discentes e quem sabe torná-los agentes na prevenção dos patógenos causadores de DTAH em suas casas e nas suas comunidades.

Procedimentos metodológicos

Como pesquisa na área de ensino, pode-se classificar o presente trabalho como qualitativo de caráter descritivo. Segundo Gil (2010), essa metodologia consiste em características como: observar, interrogar, coletar e analisar determinadas populações ou fenômenos, tendo como fundamento principal o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionário e observação sistematizada.

A presente pesquisa contou com a participação de 59 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de um Colégio Estadual no município de Coaraci-BA, sendo 39 do sexo feminino e 20 do sexo masculino, com idades entre 15 e 26 anos, divididos em duas turmas (uma composta de 36 educandos e a outra com 23).

O arcabouço proposto nesta pesquisa baseou-se em abordagens práticas que tiveram um enfoque nos seguintes micro-organismos: *Salmonella spp.*, *coliformes totais* e *Escherichia coli.*, que são transmitidos através dos alimentos como, por exemplo, leite e iogurtes.

A intervenção foi realizada no período de duas unidades, que corresponde a quatro meses letivo, de modo que nesse período os conteúdos programáticos da disciplina de Biologia para o 2º ano foram intercalados com as atividades propostas nesta pesquisa. Para tanto, tivemos duas aulas geminadas com tempo de 50 minutos cada, e contamos com o espaço físico da sala de aula, bem como o laboratório de Ciências que o Colégio Estadual de Coaraci possui. As oficinas realizadas durante o período do projeto estão resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Oficinas realizadas no período do projeto

Oficina	Atividade prática	Assuntos relacionados ao tema trabalhado
1. “Os microorganismos estão presentes em todos os lugares”	“Ubiquidade microbiana: os micro-organismos estão presentes em todos os lugares”	Reino Monera Bactérias: Características, importância, nutrição, hábitat e reprodução.
2. “Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos”	“Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos a partir de alimentos manuseados pelos alunos”	Os tipos morfológicos de bactérias; Doenças bacterianas Diversos tipos de bactérias
3. “Organização dos alimentos na geladeira”	“Como organizar os alimentos na geladeira”	Substâncias Orgânicas e Inorgânicas
4. “Aplicação do jogo didático”	“Tiro ao alvo com bolas na Segurança de Alimentos e Microbiologia”	As questões foram elaboradas sobre Reino Monera, Doenças bacterianas, Morfologia das bactérias

Fonte: Os autores (2021)

Os instrumentos de coleta de dados para esta pesquisa foram: observação com registro no diário de bordo, realizada pela pesquisadora para não esquecer nenhum detalhe importante durante a observação; com os discentes tivemos o levantamento de hipóteses, registradas por escrito, e questionários. A etapa da observação foi realizada pelo olhar atento das pesquisadoras durante as atividades junto aos alunos, estando as pesquisadoras presentes em todas as etapas do processo. A etapa dos questionários foi realizada através de questões elaboradas previamente pelas pesquisadoras. Essas questões foram utilizadas no final da realização da primeira, segunda e no início da terceira oficina. Durante a realização da primeira e segunda oficina os alunos foram incentivados, individualmente, a levantarem e registrarem por escrito suas hipóteses sobre os experimentos.

Na primeira oficina foi abordado o assunto a ubiquidade microbiana: os micro-organismos estão presentes em todos os lugares. Optou-se nesta oficina pela realização de um experimento que teve o objetivo de evidenciar a diversidade e a ubiquidade dos micro-organismos.

Os alunos coletaram amostras de diferentes superfícies (superfícies inanimadas, alimentos e partes do corpo), utilizando *swabs* estéreis. Essas amostras foram cultivadas em Ágar Nutriente e incubadas a temperatura ambiente por 48 h.

Os estudantes durante a prática usaram EPI - Equipamento de Proteção Individual para evitar possível contaminação com os micro-organismos. Após o período de incubação, os alunos observaram as diferentes formas bacterianas ao microscópio óptico e se as hipóteses

elaboradas antes de iniciar esta oficina foram confirmadas. Ao término da oficina, os estudantes responderam à seguinte questão: *Quais são as formas das bactérias que você observou ao microscópio?*

Na segunda oficina foi preparado um iogurte de forma caseira e tivemos como objetivos demonstrar que alguns alimentos necessitam de micro-organismos para serem produzidos e compreender que os alimentos também podem veicular micro-organismos causadores de doenças, tais como *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*. É importante que nesta oficina os alunos entendam que existem micro-organismos que causam doenças, e possivelmente até a morte, mas a maioria é benéfica, como os empregados em alguns alimentos como os iogurtes, queijos, manteiga entre outros produtos.

Nesta oficina, os estudantes prepararam iogurtes de quatro maneiras distintas: utilizando leite cru e leite previamente fervido, ambos manuseados de forma asséptica e de forma não asséptica, para a comparação do crescimento bacteriano antes e após o processamento de cada iogurte. Cada tipo de iogurte foi preparado por três grupos distintos de estudantes. As análises microbiológicas foram efetivadas utilizando testes rápidos de identificação bacteriana “prontos para uso” (Compact Dry®), visando identificar e realizar a contagem dos seguintes micro-organismos: *Salmonella* spp., coliformes totais e *Escherichia coli*. Foi realizada também a enumeração de micro-organismos heterotróficos totais utilizando o meio de cultura Ágar para a contagem (PCA). Ao término desta oficina os alunos responderam as seguintes questões. *Quais as bactérias que encontramos na amostra do leite analisada? Por que não devemos tomar leite in natura?*

A terceira oficina foi aplicada como uma dinâmica de grupo e teve como objetivo compreender a importância de como deve ser a disposição e condição de armazenamento dos alimentos na geladeira. Ao iniciar esta oficina foi levantado um questionamento sobre: *o que é um alimento seguro? Como devemos organizar os alimentos na geladeira?* Após o questionamento, foi aplicada uma dinâmica de como organizar os alimentos na geladeira. Para isso foram confeccionados três desenhos em papel madeira de uma geladeira fictícia (com +/- 1,5 m de altura) e fixadas no quadro da sala. Em seguida, os alunos foram divididos em três grupos e cada grupo recebeu figuras de diferentes tipos de alimentos (hortaliças, frutas, ovos, suco em caixa, água laticínio, produtos cárneos) na tentativa de organizá-los de maneira correta dentro da geladeira fictícia.

Ao final da dinâmica, foram corrigidos, juntamente com os estudantes, os lugares corretos que deveriam ser colocados cada alimento e foram exibidos dois vídeos, com duração de 10 minutos cada, sobre: “As cinco chaves para uma alimentação saudável” e “Como organizar os alimentos na geladeira?”.

Na quarta oficina tivemos a aplicação do jogo didático: Tiro ao alvo com bolas na Segurança de Alimentos e Microbiologia e teve como objetivo lembrar o conteúdo abordado nas oficinas de forma lúdica. Os estudantes foram divididos em três grupos formando filas. Um aluno por vez de cada grupo arremessou a bola em um alvo contendo pontuações diferentes. A pontuação acertada pela bola só era computada caso a equipe respondesse à questão corretamente. Caso contrário, não pontuava. Todas as questões foram elaboradas de acordo com os assuntos trabalhados nas oficinas executadas anteriormente.

Os resultados da presente pesquisa foram analisados a partir de uma proposta qualitativa e quantitativa. Os resultados das hipóteses foram categorizados por similaridade nas respostas dadas pelos alunos. Os resultados dos questionários também foram tabulados e categorizados de acordo a similaridade nas respostas escritas pelos alunos. As categorias geradas a partir das hipóteses e dos questionários foram então analisadas e discutidas a partir dos conceitos cientificamente aceitos, de modo que foi possível observar ao longo das oficinas como as respostas dos discentes foram modificadas e se aproximaram (ou não) do conceito científico. É relevante destacar que os alunos tinham inteira liberdade para responder o que achavam correto. Os resultados quantitativos das hipóteses e do questionário foram tabulados, como descrito acima, e as porcentagens das respostas estão apresentados nas tabelas mais adiante. Estes resultados foram tratados na forma de frequências simples e percentuais.

Resultados e discussão

Levantamento de hipóteses: o que pensavam os alunos?

Antes da realização das oficinas todos os participantes envolvidos na pesquisa foram instigados a elaborarem uma hipótese e posteriormente, as respostas mais semelhantes foram agrupadas em uma hipótese conjunta como apresentado na Tabela 1.

Os alunos receberam uma folha de sulfite para escreverem as hipóteses sobre o experimento que seria trabalhado nas oficinas: “Os micro-organismos estão presentes em todos os lugares” e “Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos a partir de alimentos manuseados pelos alunos”, uma vez que os conteúdos já tinham sido explicados pelas pesquisadoras na aula teórica antes da realização das oficinas.

O levantamento das hipóteses teve o objetivo de sondar os conhecimentos que os alunos tinham previamente antes da realização das oficinas para que as pesquisadoras observassem os resultados obtidos, para comparar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo que seria abordado, com os saberes adquiridos nas séries anteriores na área de estudo.

A palavra hipótese significa, etimologicamente, hipo = embaixo; thesis = proposição. O objetivo da hipótese é contribuir com a formação do indivíduo levando a compreender e

apresentar com destreza os fenômenos científicos e também contribuindo na vida cotidiana (Barros, 2008). Para Kasseboehmer e Ferreira (2013), a hipótese articula teorias e norteia a pesquisa; e que o processo de formulação das mesmas pode ser originado por especulações ou através da reflexão sobre o conteúdo abordado na aula.

Lakatos e Marconi (2003) relatam que a formulação de hipóteses é importante nas aulas experimentais para o aluno aprender, de modo participativo, formulando hipóteses, observando, analisando e investigando os fenômenos que ocorrem nos experimentos.

Tabela 1 - Categorização das hipóteses dos alunos (n=46) aos experimentos das oficinas 1 e 2, e a porcentagem nas respostas

Oficinas	Categorias das hipóteses	Porcentagem das respostas
1. “Os micro-organismos estão presentes em todos os lugares”	1. “Todos os lugares existem micro-organismos”	26,1
	2. “Cada local possui micróbios diferentes”	34,8
	3. “Em cada lugar são encontradas diferentes bactérias: “bolinhas, cocos, e vermes”	19,5
	4. “Os “bichinhos” são terríveis e causam doença”	19,6
2. “Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos a partir de alimentos manuseados pelos alunos”	1. “Devemos tomar leite cru porque tem vitaminas que faz bem a nossa saúde”	28,2
	2. “Só devemos tomar leite fervido e não comprado em baldes por que tem alta quantidade de microrganismos”	26,1
	3. “Todas as bactérias provocam doenças”	19,5
	4. “Algumas bactérias servem para fazer iogurtes, queijo e manteiga”	26,2

Fonte: Os autores (2021)

Ao analisar as hipóteses da primeira oficina percebe-se que cerca de 26,1% dos estudantes compreenderam que em todos os lugares existem micro-organismos de acordo com as hipóteses analisadas pelas pesquisadoras e 34,8% dos participantes conseguiram compreender que os micro-organismos podem ser encontrados em diferentes habitats. É importante salientar que mais de 60% dos alunos conseguiram elaborar as hipóteses para a primeira oficina com significados cientificamente corretos. No entanto, chama-se atenção que 19,5% dos participantes inferiram respostas sem sentido. Por exemplo: “*Em cada lugar são encontradas diferentes bactérias: bolinhas, cocos, e vermes*”, ou “*Os bichinhos são terríveis e causam doença*”. Verifica-se que nem sempre o aluno compreende os saberes científicos efetivados nos espaços escolares, não sendo capaz de utilizá-los quando necessário, sendo esquecido e sobressaindo-se pensamentos alternativos ou do senso comum.

Provavelmente, esse fato acontece devido ao conteúdo de Microbiologia ser trabalhado no Ensino Fundamental de forma abstrata, devido a falta de laboratório de Ciências, entre outros fatores. Além disso, parece mostrar que ainda os estudantes não estão familiarizados com os significados científicos da microbiologia, o que dificulta a formação de conceitos e da linguagem científica necessários e dessa forma continuam utilizando os termos do senso comum.

Na segunda oficina sobre a produção de iogurte de forma caseira, das quatro hipóteses formuladas pelos alunos, 28,2% deles descreveram a hipótese que foi relacionada na categoria “*Devemos tomar leite cru porque tem vitaminas que faz bem a nossa saúde*”; 26,1% elaboraram a hipótese que foi categorizada como “*Só devemos tomar leite fervido e não comprado em baldes por que tem alta quantidade de micro-organismos*”; e 26,2% dos alunos formularam a hipótese que foi relacionada na seguinte categoria: “*Algumas bactérias servem para fazer iogurtes, queijo e manteiga*”.

Ao analisar as hipóteses da segunda oficina foi observado que um grupo de estudantes mostrou ter conhecimento que “*Só devemos tomar leite fervido e não comprado em baldes por que tem alta quantidade de micro-organismos*”; e “*Algumas bactérias servem para fazer iogurtes, queijo e manteiga*”, possivelmente chegaram a elaboração dessas hipóteses devido aos conhecimentos prévios que os mesmos já possuíam. É importante salientar que essas hipóteses estão baseadas em conceitos científicos de acordo com a literatura na área de Microbiologia. A literatura confirma que a fervura é um processo eficiente na qualidade microbiológica do leite, pois elimina os micro-organismos causadores de infecções, mas é relevante a manutenção da higiene dos vasilhames de armazenamento do leite a temperatura adequada, uma vez que o mesmo pode ser contaminado novamente (Moraes *et al.*, 2005; Tamanini *et al.*, 2007). Também foi observado durante a análise dessas hipóteses que os alunos já apresentavam conceitos consolidados sobre a utilização das bactérias no processo de alimentos, quando eles relataram que algumas bactérias participam da fabricação de alimentos e deram outros exemplos além de iogurtes, queijos e manteiga. Os alunos citaram coalhada, salame, picles e chucrute, os quais foram anotados no diário de bordo.

Em contrapartida, outro grupo de alunos não conseguiu utilizar os significados científicos e foi observado que a influência do senso comum persiste. “*Devemos tomar leite cru porque tem vitaminas que faz bem a nossa saúde*” e “*Todas as bactérias provocam doenças*”. Foi observado que essa parcela de estudantes mesmo estando no ensino médio não conseguiu se apropriar do conhecimento sobre a importância das bactérias para o planeta e continuam utilizando os conhecimentos prévios adquiridos. Às vezes os alunos apresentam respostas baseadas no senso comum e que não são condizentes com o mundo científico.

Durante o processo da construção das hipóteses os alunos relataram que estavam com dificuldade para escrever as hipóteses, uma vez que eles tinham visto aquele conteúdo no 7º ano do Ensino Fundamental, o que já fazia alguns anos. As pesquisadoras foram instigando os alunos e eles conseguiram construir suas hipóteses categorizadas conforme mostramos na Tabela 1.

Análise e discussão dos resultados das oficinas

As abordagens práticas tiveram um enfoque na prevenção à Saúde e Segurança dos Alimentos, com o objetivo de desenvolver o senso crítico quanto à importância da higiene no manuseio dos alimentos para a redução das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTAH). De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), faz-se necessário que os alunos no final do Ensino Fundamental sejam capazes de ter uma percepção integral da saúde física, mental e reprodutiva. E que o Ensino Médio possibilite aos estudantes a investigação, práticas, formulação de hipóteses e construção de conceitos e argumentos científicos na área estudada (Brasil, 2017).

Alinhando nossa proposta às recomendações da BNCC (Brasil, 2017), trabalhamos com oficinas, além das aulas nos moldes mais tradicionais, visando desenvolver o senso crítico para os cuidados com as DTAH, mas também instigar práticas investigativas, trabalhar com a argumentação e o conhecimento e linguajar científico próprio. Assim, foram realizadas quatro oficinas sobre Microbiologia e Segurança dos Alimentos envolvendo dinâmicas de grupo, vídeos didáticos e práticas de microbiologia, e os resultados de três oficinas estão mostrados na Tabela 2. Na quarta oficina foi trabalhado com os discentes um jogo didático, cujos resultados serão descritos adiante.

Tabela 2 - Porcentagem das respostas dos questionários após a realização das oficinas (n=46)

Oficinas	Questões	Respostas*	Porcentagem
1. “Os micro-organismos estão presentes em todos os lugares”	Quais são as formas das bactérias que você observou ao microscópio?	Cocos, vibrião, bastão e espirilo	58,7
		Pequenas minhocas, bolinhas, cobrinhas	32,6
		Não sei	8,7
		Resposta sem sentido	-
2. “Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos a partir de alimentos manuseados pelos alunos”	Quais as bactérias que encontramos na amostra do leite analisada?	“ <i>Salmonella</i> , coliformes e <i>E. coli</i> ”	50,1
		“Vermes e micróbios”	24,9
		Não sei	13
		Resposta sem sentido	12
	Por que não devemos tomar leite <i>in natura</i> ?	“Possui muitas bactérias”	76,0
		“Pode provocar doenças”	15
	Não sei	3	
	Resposta sem sentido	6	

Oficinas	Questões	Respostas*	Porcentagem
3.“Disposição dos alimentos na geladeira”	O que é um alimento seguro para o consumo?	“É o alimento livre de bactérias e fungos patogênicos”	65,2
		“Cozinhar bem os alimentos”	21,8
		Não sei	6
		Resposta sem sentido	7
	Como devemos organizar os alimentos na geladeira?	“Colocar cada alimento no devido local”	60,8
		“Separar alimentos crus dos cozidos”	19,5
		Não sei	11,7
		Resposta sem sentido	8

* As sentenças foram agrupadas de acordo as respostas mais citadas.

Fonte: Os autores (2021)

Na primeira oficina “Os micro-organismos estão presentes em todos os lugares”, durante a aplicação dos questionários os alunos foram questionados sobre quais as formas das bactérias que foram observadas no microscópio. A maioria (58,7%) respondeu cocos, *vibrião*, *bastão e espirilo*, mostrando que os alunos responderam utilizando os significados científicos corretamente. Provavelmente, houve uma apropriação da linguagem científica devido a aula expositiva ministrada pela pesquisadora dos conteúdos, antes das aulas experimentais, e com o uso do microscópio facilitou a observação concreta das formas bacterianas, não ficando apenas no mundo abstrato da Microbiologia.

Souza, Silva e Dottori (2005) relatam que os conteúdos sobre Segurança de Alimentos e Microbiologia são trabalhados com mais afinco no 1º e 2º ano do Ensino Médio. Dessa forma, os alunos apresentam maior habilidade para responderem as questões com significados e nomenclatura correta, conforme ocorreu na presente pesquisa.

No entanto, chama-se atenção que um grupo dos participantes inferiu respostas ainda do senso comum como “*Pequenas minhocas, bolinhas, cobrinhas*”. Apesar desses alunos estarem em uma série mais avançada e terem a chance de interpretar e nomear conforme a linguagem científica, esse processo dificilmente se verificará de modo uniforme em toda a turma, podendo significar que alguns levarão mais tempo para se apropriar dos termos científicos.

Uma porcentagem de 50,1 % dos participantes respondeu corretamente quando questionados sobre as bactérias encontradas no leite analisado, em nossa segunda oficina, “Produção de iogurte e isolamento de micro-organismos a partir de alimentos manuseados pelos alunos”. Na primeira pergunta do questionário “*Quais as bactérias que encontramos na amostra do leite analisada?*” foi observado que os alunos compreenderam a prática, respondendo corretamente a pergunta com a nomenclatura das bactérias presentes na amostra do leite analisada “*Salmonella, coliformes e Escherichia coli*”. Antes da realização da oficina os alunos não tinham conhecimento sobre o nome científico das bactérias e após a explanação

dos conteúdos sobre esses micro-organismos foi observado nas respostas das questões propostas que os estudantes conseguiram compreender o conteúdo. Mesmo os alunos comentando que “*os nomes das bactérias eram difíceis de aprender*”.

Faccio *et al.* (2013) e Cândido *et al.* (2015) descrevem que os alunos, quando tem acesso ao Ensino Médio, começam a modificar os conceitos científicos, desta forma reduzindo o uso de respostas através do senso comum, pois estão adentrando no mundo da linguagem microbiológica. Os autores aventam a possibilidade de que cerca de 50% dos discentes de uma turma estariam em condições de trabalhar e aprender o uso da linguagem científica. Com isso, esses autores corroboram com a presente pesquisa, pois na primeira e segunda oficina o número de respostas corretas foi em torno de 58% e 50%, respectivamente.

Na segunda questão “*Por que não devemos tomar leite in natura?*” 76% relataram que “*Não devemos tomar leite in natura pois possui vários micro-organismos*” e 15% relataram a preocupação em contrair doenças a partir do consumo deste alimento.

É importante salientar que a amostra do leite utilizada para análise na oficina foi retirada do leite vendido em latões na cidade onde a pesquisa foi realizada. O uso dessa amostra na realização da oficina foi um fator importante para a presente pesquisa, uma vez que os alunos tiveram a oportunidade de perceber após a observação no microscópio a grande quantidade de micro-organismos presente na amostra analisada e concluíram que não podemos tomar leite comprado em baldes a granel, devido ao perigo que o leite *in natura* oferece. Esse fato foi observado devido à comparação entre as análises realizadas com o leite cru e o leite fervido realizado durante as oficinas. Os estudos de Claeys *et al.* (2013), afirmam que o consumo de leite cru pode trazer sérios prejuízos à saúde do consumidor, uma vez que o leite é um excelente veículo para micro-organismos patogênicos, responsáveis por diversas doenças de origem alimentar.

É relevante destacar que no Brasil a venda do leite a granel é proibida, mas é costumeiro ocorrer essa ação no município onde foi realizado esse estudo. Provavelmente, esse ato acontece devido a falta de fiscalização da Vigilância Sanitária Municipal em coibir a venda de leite em latões. A maioria dos consumidores não tem informações sobre a higienização e qualidade do leite, por isso comprometem a própria saúde quando ingerem ou manipulam leite *in natura* sem os procedimentos térmicos adequados. Após a realização da segunda oficina fizemos uma explanação sobre a importância da fervura do leite, uma vez, que esse procedimento elimina a maioria dos micro-organismos existentes no leite, sendo um processo de baixo custo e fácil acesso.

Segundo Moraes *et al.* (2005) e Tamanini *et al.* (2007), a fervura é um processo eficiente na qualidade microbiológica do leite, pois elimina os micro-organismos causadores

de infecções, mas é relevante a manutenção da higiene dos vasilhames de armazenamento a temperatura adequada, uma vez que o mesmo pode ser contaminado novamente.

Na terceira oficina, “Disposição dos alimentos na geladeira”, 60% dos alunos descreveram que o alimento seguro “*É o alimento livre de bactérias e fungos patogênicos*”, conceito correto confirmado pelo Codex Alimentarius Commission (1994). A maioria dos alunos conseguiram responder corretamente essa questão provavelmente devido a contribuição de dois fatores: (i) a aplicação da dinâmica na oficina, e (ii) a exibição de dois vídeos, com duração de dez minutos cada, sobre o conteúdo trabalhado na dinâmica, “As cinco chaves para uma alimentação saudável” e “Como organizar os alimentos na geladeira?”, sobre o conteúdo que foi trabalhado na oficina. Após o término dessa oficina, cientes de que mesmo os alunos estando no Ensino Médio as pesquisadoras reforçaram a importância da higienização dos alimentos antes de ingeri-los.

De acordo Oliveira, Abranches e Lana (2020) e Brasil (2020), é importante ressaltar que o procedimento da higienização deve ser constantemente utilizado para a manutenção de um alimento seguro para consumo, é útil tanto para a prevenção da contaminação com micro-organismos, mas também para a prevenção de qualquer outro agente contaminante.

A segunda questão “*Como devemos organizar os alimentos na geladeira?*” foi dito que os ovos não devem ser colocados na porta da geladeira. Os participantes ficaram curiosos e ocorreu uma “turbulência” na aula. As pesquisadoras não forneceram a resposta imediatamente, mas solicitaram aos alunos pesquisarem com a finalidade de descobrir conhecimentos novos. E na aula seguinte discutimos sobre o que foi pesquisado.

A discussão sobre os comentários levados pelos alunos na aula seguinte foi muito interessante, uma vez que os alunos tinham pesquisado sobre: *Por que os ovos não podem ser colocados na porta da geladeira?* Percebeu-se que um grupo de alunos trouxe as informações associadas ao senso comum em alguns comentários como: “*Ah professora! Os ovos são colocados na porta da geladeira, pois já vem em local apropriado. Então, está correto.*” e “*Eu não sabia que não se pode colocar os ovos na porta da geladeira*”. Em contrapartida, outro grupo conseguiu, através da pesquisa na literatura, trazer informações mais condizentes com a segurança dos alimentos: “*Eu pesquisei que não se deve colocar os ovos na porta da geladeira pois quando abrimos a geladeira pode contaminar os ovos*” e “*Os ovos devem ser colocados em vasos bem fechados na prateleira*”. Informações estas embasadas na literatura pois, de acordo a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os ovos devem ser mantidos nas prateleiras e não nas portas da geladeira. Pois, na porta do equipamento há variação constante de temperatura, correndo maior chance de rachaduras, elevando o risco de contaminação dos ovos (Brasil, 2009).

O êxito dessa oficina provavelmente aconteceu devido à metodologia aplicada através de dinâmicas e o aluno sendo o sujeito ativo do processo de aprendizado dos conceitos cientificamente aceitos.

Apesar dos estudantes formularem corretamente os conceitos à luz da Ciência, o conhecimento adquirido externamente ao ambiente escolar ainda permanece no aluno, apresentando dificuldades de ser reconstruído com significados científicos, como observado na discussão dos comentários citados anteriormente. O uso do senso comum é esperado nas respostas dos alunos, uma vez que nem sempre o aluno compreende os saberes científicos adquiridos em séries anteriores, não sendo capazes de utilizá-los quando necessário, sendo esquecido e sobressaindo pensamentos alternativos ou do senso comum.

Na quarta oficina foi realizada a aplicação do jogo didático: Tiro ao alvo com bolas na Segurança de Alimentos e Microbiologia. Nesta oficina os alunos foram avaliados através dos conteúdos trabalhados nas oficinas anteriores. Os jogos didáticos além de associar os assuntos teóricos nas aulas é um instrumento importante na compreensão de conteúdos mais complexos, por exemplo, a Microbiologia e Segurança de Alimentos.

As pesquisadoras observaram que o jogo é uma ferramenta importantíssima no processo de consolidação desse trabalho realizado nas oficinas. Nessa dinâmica os estudantes fizeram questão de participar e torciam pelo grupo ao qual estava inserido. Os alunos ficaram eufóricos querendo responder as questões propostas e ao mesmo tempo contribuía com os componentes do grupo para que a equipe pontuasse, uma vez que o grupo vencedor era o que adquirisse maior pontuação.

Outro ponto positivo nessa dinâmica foi a competição entre os participantes do jogo. Durante a aplicação do jogo didático as pesquisadoras perceberam que os alunos estudaram os conteúdos que foram trabalhados nas oficinas anteriores, essa observação ocorreu devido às respostas cientificamente corretas que os alunos proferiram em relação às perguntas realizadas pelas pesquisadoras. Para Rocha e Rodrigues (2018), os jogos didáticos têm a finalidade de promover um ensino lúdico facilitador do processo ensino-aprendizagem, e apostando nisso, trouxemos essa proposta do jogo como uma oficina de encerramento dessas atividades práticas.

Após a realização das oficinas foi solicitado aos alunos fazerem a avaliação dos pontos positivos e negativos destas oficinas e de todo o percurso daqueles dois bimestres letivos, e algumas respostas que contemplam esses dois aspectos estão mostradas a seguir:

Pontos positivos: *Que em todas as disciplinas, além de Biologia deveria ter a parte prática; as oficinas contribuíram e muito para a aprendizagem; que o projeto deveria acontecer também em outras disciplinas; querem ir para a área de Pesquisa.*

Pontos negativos: *Só tinha um microscópio; O nome dos “bichinhos” é muito difícil; deveria ser o ano inteiro e não em duas unidades.*

As aulas experimentais na disciplina de Biologia fizeram com que os estudantes participassem, elaborassem hipóteses, fizessem conexões entre os novos conhecimentos com os já existentes e se posicionassem nessa dinamicidade de conhecimentos alcançados.

Observou-se que após a realização das oficinas os alunos mostraram maior interesse em assistir as aulas sobre Microbiologia e Segurança de Alimentos. Portanto, as aulas práticas quando trabalhadas em conjunto com a teoria proporcionaram aos estudantes uma melhor compreensão dos significados e conceitos científicos, além de estimular o interesse pela aprendizagem.

Azevedo (2004) enfatiza que as atividades práticas proporcionam ao alunado um ensino diferenciado por meio do pensar, sentir e fazer, com o desenvolvimento de habilidades, raciocínio e mudanças de atitudes, valores e normas com a construção de novos significados e conceitos elementares científicos no mundo microbiológico.

As aulas experimentais de Biologia não podem ser consideradas apenas como uma prática utilitária, mas uma aula transformadora em que os estudantes possam refletir com criticidade sobre o assunto abordado (Kovaliczn, 1999; Silva; Moura; Del Pino, 2017). Portanto, as aulas práticas fazem os estudantes se envolver com o processo de ensino, sendo indivíduos ativos nessa dinâmica.

Os estudantes participantes desta pesquisa se sentiram à vontade nas aulas experimentais, eles não ficaram introvertidos em fazer questionamentos, discussões e observações. Verificou-se a falta de conhecimento dos alunos em relação a alguns temas básicos da Microbiologia, como por exemplo, as formas e a nomenclatura das bactérias. Foi possível observar que os significados e conceitos científicos se tornam mais difíceis quando são trabalhados de forma abstrata, mas quando trabalhados em consonância com a teoria e a prática, os conteúdos podem sim ter maior aceitação dos alunos e isso pode ser um caminho facilitador para a maior compreensão.

No decorrer da pesquisa foi observado que os estudantes desenvolveram um intercâmbio entre a teoria e prática nas aulas de Biologia, tiveram contato pela primeira vez com o microscópio, equipamento fornecido pela Universidade Estadual de Santa Cruz, possibilitando a realização das aulas práticas com este instrumento, uma vez que no colégio onde foi realizada a pesquisa não tinha microscópio. Os participantes da pesquisa aprenderam a manuseá-lo corretamente, conheceram as colônias bacterianas, as diferentes formas das bactérias e puderam conhecer as estruturas celulares. Além de serem despertados para o ingresso em cursos de graduação, principalmente na área da Biologia, pois a maioria dos

alunos nunca havia tido a oportunidade de ter contato com o microscópio e isso parece ter fascinado muitos deles.

Observou-se durante as oficinas que as atividades práticas proporcionaram ao alunado um ensino diferenciado por meio do pensar, sentir e fazer, com o desenvolvimento de habilidades, raciocínio e mudanças de atitudes, valores e normas com a construção de novos significados. Os alunos relataram sobre a vivência que tiveram nessas aulas, em falas como:

Aprendemos em uma aula o que estudamos em uma unidade!

Aprender com a utilização do microscópio fica muito mais fácil!

Toda aula de Biologia deveria ser prática!

Vou fazer Biologia!

É difícil? Uh, é só estudar, né professora?

Estes relatos exprimem que as oficinas foram relevantes e que proporcionaram novos saberes, valorizando e alicerçando saberes significativos dos estudantes de maneira participativa e abrindo novas possibilidades da construção de conhecimento entre a teoria e prática.

Percebeu-se que os alunos participantes da presente pesquisa compreenderam que existem micro-organismos em todos os lugares e que cada habitat possui uma diversidade microbiana diferente modificando desta forma as concepções anteriores sobre os micro-organismos. E a visualização através do microscópio das colônias bacterianas contribuiu de maneira significativa para a apropriação dos conceitos pelos alunos mais próximo dos termos científicos. Desta forma, os estudantes conseguiram através da observação sair do mundo abstrato da Microbiologia e adentrar no mundo concreto. Durante o período da aula os alunos participaram ativamente, questionando sobre o tema que estava sendo trabalhado dando respostas com significados e conceitos científicos.

O que observamos em nossa prática pedagógica através desta pesquisa foi o que Flávio Barbosa e Larissa Barbosa (2010) já haviam concluído. Pois eles propuseram um ensino de Microbiologia e Segurança de Alimentos voltado às atividades que permitam a percepção dos micro-organismos, de forma que os estudantes não fiquem apenas no mundo microbiológico de modo abstrato, mas que vivenciem mudanças de hábitos, atitudes e compreensão dos assuntos abordados durante seu ciclo escolar.

É importante salientar que a realização dessa pesquisa ocorreu com a parceria da escola com a Universidade Estadual de Santa Cruz. Parceria importante para garantir ao aluno do ensino básico materiais que não são disponibilizados na escola para a realização das oficinas.

Durante a execução das oficinas há a possibilidade de improvisar com materiais de baixo custo, mas isso não permitiria muitas das observações que os estudantes foram capazes de fazer durante a realização dessa pesquisa. Por isso, é importante o investimento por parte

do poder público em materiais de qualidade e implantar laboratórios nos colégios do Ensino Básico para que o alunado possa ter acesso a aulas práticas de excelência, despertando assim, a curiosidade e o interesse dos alunos pela pesquisa. A importância e a valorização dos alunos em coisas simples como o uso de EPIs, utilização de microscópio, entre outros instrumentos, são relevantes nesta proposta de ensino, e isso ficou muito claro pela postura dos estudantes durante esses dois bimestres em que o trabalho foi realizado. Saber que trabalhariam com experimentos e atividades diferenciadas criou uma expectativa nas aulas teóricas e maior interesse pelo conteúdo visto. Esse aumento do interesse se refletiu em uma maior disciplina também, como foi registrado pela pesquisadora em seu diário de bordo.

Nesta pesquisa, os equipamentos e materiais utilizados foram fornecidos pelas pesquisadoras em parceria com a Universidade Estadual de Santa Cruz, como: luvas, toucas, jalecos, máscaras, microscópio, placas de Petri entre outros. É importante ressaltar que os alunos se sentiram valorizados quando utilizaram os EPIs e foi percebido nitidamente a motivação dos alunos durante a realização das oficinas. Eles se sentiram como pesquisadores todos paramentados e manuseando o microscópio, e como foi dito acima, os alunos já não se encontravam dispersos como nas aulas anteriores.

Considerações finais

No decorrer de dois bimestres de trabalho foi possível observar a evolução dos alunos à medida que as atividades práticas foram acontecendo, sobretudo pela melhora observada na motivação e no esforço que eles faziam para se apropriarem dos conceitos e nomes científicos apresentados. Quando os alunos chegam no Ensino Médio começam a modificar os conceitos científicos, desta forma reduzindo o uso de respostas através do senso comum, pois estão adentrando no mundo da linguagem microbiológica, e este processo pode ser reforçado quando há uma motivação, e as oficinas práticas se mostraram capazes disso.

Percebeu-se que cerca de 50% dos alunos (na resposta média dos questionários) deram respostas condizentes com o significado científico, os quais estariam coerentes com a hipótese aventada por Faccio *et al.* (2013) e Cândido *et al.* (2015) de que cerca de 50% da turma estaria em condições de trabalhar e aprender o uso da linguagem científica.

Foi observado que após a realização das oficinas os alunos mostraram maior interesse em assistir as aulas sobre Microbiologia e Segurança de Alimentos. Portanto, as aulas práticas quando trabalhadas em conjunto com a teoria podem proporcionar aos estudantes uma melhor apropriação dos significados e conceitos científicos, além de estimularem o interesse pelo ensino.

Os estudantes participantes desta pesquisa se sentiram à vontade nas aulas experimentais, eles não ficaram introvertidos em fazer questionamentos, discussões e

observações. Verificou-se a falta de conhecimento dos alunos em relação a alguns temas básicos da Microbiologia, por exemplo, formas das bactérias. Foi possível observar que os significados e conceitos científicos parecem mais difíceis quando são trabalhados de forma abstrata, e mais fáceis de serem compreendidos quando trabalhados na prática.

Esse estudo mostrou a importância das intervenções práticas nas aulas de Biologia desenvolvidas no Ensino Médio. Portanto, se faz necessária a inserção de práticas educativas inovadoras para que o estudante se torne um indivíduo ativo no processo de ensino-aprendizagem e para que o mesmo seja capaz de usar os significados científicos no mundo ao qual está inserido, enquanto os educadores têm a função de mediadores desse processo.

O êxito da construção das hipóteses possivelmente aconteceu pois, segundo Merazzi e Oaigen (2008), para a construção do conhecimento se faz necessária a aplicação de atividades práticas voltadas para o dia a dia do estudante, envolvendo situações do mundo no qual estão inseridos. Esta estratégia motiva o aluno a aprender, pois eles percebem a relevância das aulas práticas no processo ensino.

No Ensino Médio, as estratégias aplicadas foram fundamentais para o desenvolvimento do senso crítico, uma vez que os alunos conseguiram formular e testar hipóteses a partir dos conhecimentos prévios e das novas descobertas. É importante salientar que a Microbiologia e a Segurança de Alimentos apresentam desafios quando se refere ao ensino, devido à complexidade da nomenclatura, o que geralmente dificulta a apropriação da linguagem e dos conceitos pelos alunos. Porém, não pode ser negligenciada, pois é uma área que está conectada com a saúde, higiene e prevenção de doenças, tornando um tema desafiador e indispensável nas aulas de Biologia.

Ao final da pesquisa pode-se observar que os alunos apresentaram resultados significativos em relação ao conhecimento e práticas sobre Microbiologia e Segurança de Alimentos, constatados após a aplicação das estratégias educativas no Ensino Básico.

As estratégias aplicadas no Ensino Médio através de aulas práticas foram fundamentais, uma vez que os alunos conseguiram formular hipóteses e obter conhecimentos básicos a partir dos conhecimentos prévios e das novas descobertas.

Esse trabalho também foi importante para transformar os alunos em agentes que possam divulgar e conscientizar outras pessoas sobre como evitar as DTAH. E por fim, destacamos a ampliação do vínculo entre o Ensino Superior e o Básico, cuja parceria realizada nesta pesquisa se mostrou fundamental para o êxito da mesma.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). As autoras agradecem a diretora do Colégio, por ter cedido o espaço escolar para a realização deste projeto e a todos os estudantes do 2º ano do Ensino Médio, participantes deste estudo.

Sobre as autoras

Maria Aparecida da Ressurreição Brandão

<http://lattes.cnpq.br/8948096847467035>

Doutora em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC 2021) e Mestre em Ciência Animal (UESC 2015) graduada em Farmácia pela Faculdade do Sul (2011) e em Ciências (UESC 1998). Atualmente, Profª de Biologia e Química no Ensino Médio leciona no Colégio Estadual Almakazir Gally Galvão, Coaraci-Ba. Tem experiência na área de Biologia Geral; Microbiologia e Segurança de Alimentos; no Ensino Básico; Assistência Farmacêutica.

Maria Elvira do Rego Barros Bello

<http://lattes.cnpq.br/9114372262424746>

possui graduação em Química Bacharelado pela Universidade Federal de Pernambuco (1997), Mestrado (2002) e Doutorado em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (2007), com área de concentração em Físico-Química. Professora Adjunta na Universidade Estadual de Santa Cruz tem experiência na área de Físico-Química, com ênfase em Eletroquímica aplicada à materiais, atuando principalmente nos seguintes temas: eletrossíntese e caracterização de polímeros condutores, óxidos anódicos, síntese de aluminatos e quimiometria (planejamento e otimização de experimentos e análise por componentes principais). Trabalha também com temas voltados à área de ensino de química, como as atividades lúdicas e a experimentação no ensino de Química, sendo membro do quadro permanente do Programa de Mestrado em Educação em Ciências da UESC.

Bianca Mendes Maciel

<http://lattes.cnpq.br/0122669901954921>

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense (1999). Realizou o estágio supervisionado pelo período de quatro meses na Virginia Tech em Blacksburg (EUA). Possui especialização em Processamento e Controle de Qualidade em Carne Leite Ovos e Pescado pela Universidade Federal de Lavras (2001), mestrado (2004) e doutorado (2010) em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), área de concentração Biotecnologia e Genômica e Pós-doutorado pelo Programa CAPES/PNPD, na área de concentração em Medicina Veterinária Preventiva. Atualmente é professora titular de Biofísica do Departamento de Ciências Biológicas e membro permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UESC, atuando em linhas de pesquisas relacionadas à biologia molecular de micro-organismos, medicina veterinária preventiva, microbiologia dos alimentos e diversidade microbiana. Com a pandemia da COVID-19, em 2020 e 2021 fez parte do grupo da UESC que realizou o diagnóstico molecular do SARS-CoV-2 no Laboratório de Farmacogenômica e Epidemiologia Molecular (LAFEM).

Como citar este artigo:

ABNT

BRANDÃO, Maria Aparecida da Ressurreição; BELLO, Maria Elvira do Rego Barros; MACIEL, Bianca Mendes. A Microbiologia e Segurança de Alimentos em execução nas aulas experimentais no contexto da Biologia no Ensino Médio. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 17, e56576, 2024. <https://doi.org/10.22409/resa2024.v17.a56576>

APA

Brandão, M. A. R., Bello, M. E. R. B., & Maciel, B. M. (2024). A Microbiologia e Segurança de Alimentos em execução nas aulas experimentais no contexto da Biologia no Ensino Médio. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 17, e56576. <https://doi.org/10.22409/resa2024.v17.a56576>

Copyright:

Copyright © 2024 Brandão, M. A. R., Bello, M. E. R. B., & Maciel, B. M. (2024). Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da Licença Creative Commons Atribuição que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado.

Copyright © 2024 Brandão, M. A. R., Bello, M. E. R. B., & Maciel, B. M. (2024). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited.

Editora responsável pelo processo de avaliação:

Luiza Rodrigues de Oliveira

Referências

AZEVEDO, Maria Cristina Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-34.

BARBOSA, Flávio Henrique Ferreira; BARBOSA, Larissa Paula Jardim de Lima. Alternativas metodológicas em microbiologia: viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 2, p. 134-143, 2010. Disponível em: http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/artigo_15_v10_n2-51562daa0b616.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

BARROS, José D'Assunção. A elaboração textual de hipóteses – uma contribuição ao seu esclarecimento no ensino de metodologia. **Revista Educação em Questão**, v. 33, n. 19, p. 305-328, 2008. Disponível em <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/3938>. Acesso em: 15 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 35, de 17 de junho de 2009**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instruções de conservação e consumo na rotulagem de ovos e dá outras providências. 2009. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/rdc0035_17_06_2009.pdf. Acesso em: 29 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 29 jul. 2022.

BRASIL. Embrapa. **Sanitização: cuidados na hora de preparar as hortaliças**. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114725>. Acesso em: 24 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil - Informe 2024**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024/view>. Acesso em: 13 dezembro 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. 07/6: Segurança dos Alimentos, responsabilidade de todos! Dia Mundial da Segurança dos Alimentos. **Biblioteca Virtual em Saúde**, 2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/07-6-seguranca-dos-alimentos-responsabilidade-de-todos-dia->

[mundial-da-seguranca-dos-alimentos](#). Acesso em: 9 maio 2022.

CÂNDIDO, Mirilene dos Santos Casado *et al.* Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 57-73. 2015. <https://doi.org/10.22409/resa2015.v8i1.a21199>

CENTER FOR DIASEASE CONTROL AND PREVENTION. **Estimates of Foodborne Illness in the United States – Burden of Foodborne Illness: Findings**. Last Reviewed: Nov. 5, 2018. Disponível em: <https://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates.html>. Acesso em: 10 jan. 2021.

CLAEYS, Wendie Lisa *et al.* Raw or heated cow consumption: review of risks and benefits. **Food Control**, Oxford, v. 31, n. 1, p. 251-262. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.035>

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Considerations of the draft revised international code of practice –general principles of food hygiene. *In: FOOD and agriculture organization of the United Nations*. Washington: WHO, 1994. p.17-21. (Joint FAO/WHO food Standards, 22).

FACCIO, Elena *et al.* What programs work to promote health for children? Exploring beliefs on microorganisms and food safety control behavior in primary school. **Food Control**, v. 33, n. 2, p. 320-329, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.005>

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KASSEBOEHMER, Ana Claudia.; FERREIRA, Luiz Henrique. Elaboração de Hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/04-RSA-15-12.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021.

KOVALICZN, Rosilda Aparecida. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 1999..

KRASILCHIK, Myriam. **Práticas de Ensino da Biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MALORNY, Burkhard *et al.* Enumeration of *Salmonella* bacteria in food and feed samples by Real-Time PCR for quantitative microbial risk assessment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 5, p. 1299-1304, 2008. <https://doi.org/10.1128/aem.02489-07>

MENDONÇA, Elaine Pereira. **Características de virulência, resistência e diversidade genética de sorovares de Salmonella com impacto na saúde pública, isolados de frangos de corte no Brasil**. 2016. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2016.75>

MERAZZI, Denise Westphal; OAIGEN, Edson Roberto. Atividades práticas em Ciências no cotidiano: valorizando os conhecimentos prévios na educação de jovens e adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 1, p. 65-74, 2008. Disponível em <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/339> Acesso em: 14 jan. 2021.

MORAES, Cristiane de Rosa *et al.* Qualidade microbiológica de leite cru produzido em cinco municípios do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum Veterinary**, v. 33, n. 3, p. 259-264, 2005. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.14946>

NEWELL, Diane *et al.* Food-borne diseases- The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. **International Journal of Food Microbiology**, v. 139, supl., p. S3-S15, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021>

OLIVEIRA, Tatiana Coura; ABRANCHES, Monise Viana; LANA, Raquel Martins. (In)Segurança alimentar no contexto da pandemia por SARS-CoV-2. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 4, e00055220, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00055220>

ROCHA, Diego Floriano; RODRIGUES, Marcello Silva. Jogo didático como facilitador para o ensino de Biologia no Ensino Médio. **CIPPUS**, v. 6, n. 2, p. 1-8, 2018. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/4742>. Acesso em: 29 jul. 2022.

RODRIGUES, Carolina Fourgiotis. **Pesquisa de coliformes e *Salmonella* spp. em ovos comercializados em feira livre, no município de Espigão do Oeste – Rondônia**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Animal) - Universidade Brasil, Descalvado, São Paulo, 2016. <https://repositorioacademico.universidadebrasil.edu.br/handle/123456789/134>

SANTOS, Adriana Souza; COSTA, Ivaneide Soares Alves da. Prática investigativa: experimentando o mundo da Microbiologia. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO ENSINO MÉDIO: Profissão Docente, Currículo e Novas Tecnologias, 2., 2012, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, 2012. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/11855>

SANTOS, Ana Carolina de Mello *et al.* A virulência de *Escherichia coli* patogênica extra-intestinal (ExPEC) em relação a idade ao sexo do hospedeiro. **O Mundo da Saúde**, v. 33, n. 4, p. 392-400, 2009. Disponível em: <https://revistamundodasaude.emnuvens.com.br/mundodasaude/article/view/654>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcezde; DEL PINO, José Cláudio. Atividade Experimental problematizadora (AEP) como estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 5, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/646>. Acesso em: 22 jul. 2019.

SILVA, Michele Sousa; BASTOS, Sandra Nazaré Dias. Ensino de Microbiologia: percepção de docentes e discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO EM CIÊNCIA DA SAÚDE DO AMBIENTE, 3., 2012, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 2012. p. 01-13.

SOUZA, Elci Oliveira Sampaio; SILVA, Elizabeth Silveira; DOTTORI, Simone Souza. Biologia para o ensino médio. **Ciências da Natureza e Matemática**, p. 135-156, jan. 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3BgBw1e>. Acesso em: 22 jul. 2019.

TAMANINI, Ronaldo *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica e dos parâmetros enzimáticos da pasteurização de leite tipo “C” produzido na região norte do Paraná. **Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 449-454, 2007. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n3p449>

VIGÁRIO, Ana Flavia; CICILLINI, Graça Aparecida. Os saberes e a trama do ensino de

Biologia Celular no nível médio, **Ciência & Educação**, v. 25, n. 1, p. 57–74, 2019.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320190010005>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. 2015.

Disponível em:

https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1.

Acesso em: 16 dez. 2024.