

DOI:

O que existe no seu smartphone? Aplicação de sequência didática investigativa para ensinar Microbiologia

What is on your smartphone? Application of an investigative didactic sequence to teach microbiology

Evelise Pereira Müller
Lucy Ono

Resumo: Ensinar Microbiologia mostra-se difícil, sendo muitas vezes realizado de forma exclusivamente teórica e não-contextualizada. Este trabalho teve como objetivo a aplicação de uma sequência didática investigativa (SDI) para quantificar microrganismos nos smartphones dos próprios alunos, utilizando incubadora adaptada de isopor e meio de cultura caseiro, com turma de 27 alunos do 2º ano do Ensino Médio de colégio da rede estadual do Paraná/BR. O conhecimento foi avaliado por meio de questionário dissertativo aplicado em 3 momentos: antes e após aula tradicional teórica, e após a aplicação da SDI, sendo também avaliada a impressão geral dos alunos. Os alunos puderam isolar microrganismos dos seus aparelhos celulares, bem como a diminuição da carga microbiana após limpeza. Além disso, verificou-se uma ótima aceitação das metodologias ativas aplicadas, bem como um aumento na complexidade das respostas às questões dissertativas sobre Microbiologia após a aplicação da SDI.

Palavras-chave: Microrganismos; Ensino Médio; Celular; Aula laboratorial.

Abstract: Teaching Microbiology is difficult, and is often carried out in an exclusively theoretical and non-contextualized manner. The following study aimed to apply an investigative didactic sequence (IDS) to quantify microorganisms on students' smartphones, using styrofoam adapted incubator and homemade culture medium, with a class of 27 students from the 2nd year of high school in the state school system of Paraná/BR. Knowledge was assessed through an essay questionnaire applied in 3 moments: before and after the traditional theoretical class, and after the application of the IDS, and the students' general impression was also assessed. Students were able to isolate microorganisms from their cell phones, as well as reduce the microbial load after cleaning. In addition, there was great acceptance of the applied active methodologies, as well as an increase in the complexity of the answers to the essay questions on Microbiology after the application of the IDS.

Keywords: microorganisms; high school; cell phone; practical laboratory class.

Introdução

Os dispositivos móveis, smartphones ou celulares constituem um dos principais meios de comunicação e esse uso se deve pela facilidade na troca de mensagens, bem como seu repertório de ferramentas e aplicativos para diferentes finalidades (Patriota, 2015). Em um estudo mundial sobre pessoas conectadas realizado em 10 países e com mais de 12 mil crianças e adolescentes entrevistados, levantou-se que no Brasil 96% das crianças e adolescentes utilizam o celular, 19% acima da média global para esta faixa etária (McAfee, 2022). O smartphone, para mais de 90% dos jovens que frequentam o ensino médio e estão inseridos em zonas urbanas, mostra-se como a principal ferramenta de acesso à internet, dentre todos os equipamentos tecnológicos disponíveis (Cetic, 2020).

Na prática docente diária, observa-se que é um aparelho comumente utilizado pelos estudantes no ambiente escolar. Esta utilização se estende a ambientes externos à escola e não costuma haver uma higienização adequada dos aparelhos móveis, constituindo potencial ferramenta de transmissão de doenças. Conforme Mendes *et al.* (2018) os celulares são objetos portadores de microrganismos potencialmente patogênicos, o que poderia, em tese, transmiti-los aos que os manipulam. Em outro estudo de Souza e Ferreira (2018), foram coletadas amostras da tela de smartphones, sendo detectadas, em mais de 70%, a presença de bactérias mesófilas como a *Escherichia coli*, além de bolores e leveduras; em 25% contaminação por enterobactérias e em 25% a presença de coliformes. Dentro desta percepção surgiu o objeto de estudo deste trabalho, com a proposição de atividades de aula que utilizem objetos do cotidiano dos alunos e que assim possam refletir em um melhor entendimento sobre os microrganismos e a importância da limpeza dos aparelhos celulares.

A Microbiologia costuma ser um conteúdo de difícil compreensão pelos alunos do Ensino Médio, por muitas vezes ser trabalhada apenas de forma tradicional expositiva. É um tema abstrato pela não visualização destes seres a olho nu, sendo que

geralmente ficam restritas a imagens ou documentários, e em poucas vezes a Microbiologia é analisada no formato prático-laboratorial.

Faz-se necessário buscar alternativas eficazes que auxiliem no processo ensino aprendizagem desta temática (Limberger, 2009). Por isso, buscou-se utilizar uma abordagem prática investigativa para proporcionar ao aluno aprendizagem por meio do levantamento de hipóteses a questões norteadoras dentro de uma situação problema, experimentação prática com observação dos resultados obtidos para confrontar as hipóteses iniciais, discussão e compartilhamento de suas vivências. A abordagem investigativa de ensino permite maior participação dos alunos, contribui para o desenvolvimento de significados, construção de conhecimentos, interpretação dos problemas levantados, construção de hipóteses, elaboração de verificações ou experimentos até chegar a uma possível solução (Teixeira *et al.*, 2015).

Já um estudo de Silva e Rico (2015), realizado sobre concepção de Ciência e cientista pelos estudantes de escola pública brasileira, constatou que a introdução de atividades de cunho investigativo nas aulas de Biologia promoveu uma mudança na concepção dos alunos acerca do que é Ciência, como é construído um saber científico, o que será importante para que os alunos adquiram habilidades e competências questionando, interpretando e compreendendo os fenômenos naturais. Bem como, para propiciar a conscientização deles em relação à higiene pessoal, à saúde, ao cotidiano e também ao meio ambiente, deixando de ser um tema restrito às salas de aula da Educação Superior ou laboratórios de pesquisa (Cassanti *et al.*, 2008).

Neste trabalho, desenvolvido em uma dissertação de mestrado profissional em ensino de Biologia, optou-se pela aplicação de prática experimental investigativa utilizando em sua maioria materiais de menor custo, primeiramente pela falta de estrutura física laboratorial, manutenções periódicas e/ou recursos disponíveis para este fim. Assim, utilizamos materiais mais acessíveis durante a aula prática, como estufa feita de isopor, meio de cultura caseiro preparado a partir de fermento biológico e o antisséptico comercial Violeta de Genciana 1% como corante. Com isso, buscou-se aproximar os estudantes do

processo científico, mostrando que a Ciência deve ser acessível ao cidadão para que possa ser questionada, verificada, e os resultados possam ser analisados com reflexão e criticidade.

Metodologia

Público-alvo: participaram do estudo 27 estudantes de uma turma da 2ª série do Ensino Médio matriculados no curso técnico em Administração no ano letivo de 2023, em um colégio estadual localizado no município de São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. A execução do projeto foi autorizada pelo parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres humanos - CEP/SD CAAE 65657922.5.0000.0102 sob o nº 6.113.294 (de 13/06/2023), vinculado à instituição participante UFPR, e também pelo parecer consubstanciado do CEP/Unicesumar CAAE 65657922.5.3001.5539 sob o nº 6.135.785 (de 22/06/2023), vinculado à instituição coparticipante Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED PR).

Materiais acessíveis (de menor custo) utilizados nas aulas práticas laboratoriais investigativas: como incubadora, utilizamos uma caixa de isopor acoplada a um kit de chocadeira de ovos e, como meio de cultura, utilizamos o meio caseiro ágar ANC1 contendo extrato de fermento biológico, ágar Kantén e água mineral, de acordo com Ono *et al.* (2020).⁽¹⁾

Aplicação de sequência didática investigativa (SDI) com prática laboratorial: a sequência didática investigativa (SDI) com prática laboratorial foi composta de 5 aulas, além de momentos destinados para a sua avaliação. Neste trabalho são descritas as avaliações que foram realizadas com relação ao aprendizado por meio de aplicação de questionários de conhecimento de conteúdo, bem como de impressões por parte dos alunos sobre a prática laboratorial da SDI por meio de aplicação de questionário de avaliação da prática laboratorial investigativa.

A incubadora construída por Ono *et al.* (2020) usou um kit chocadeira (Digitle, modelo D1, adquirida no comércio eletrônico – Mercado Livre), regulado para 37,5 oC, parafusado à tampa de uma caixa de isopor de capacidade 40L. O reagentes utilizados para o

preparo do ágar nutriente caseiro descrito por Ono *et al.* (2020), como o extrato de fermento biológico e o ágar Kantén, podem ser adquiridos em supermercados e lojas de produtos naturais ou orientais, respectivamente.

Relato de experiência

Aula teórica tradicional expositivo-dialogada: foi revisado com os alunos o conteúdo sobre Microbiologia, contemplando os seguintes assuntos: quais organismos são considerados microrganismos; um pouco da história da Microbiologia; a importância do seu estudo nos vários segmentos, como ecologia, saúde pública, na indústria alimentícia e nas relações biológicas; a diferença entre os diferentes tipos de microscópios e, por fim, alguns conceitos e terminologias importantes, tais como: virulência, patógeno e contaminação. Esta revisão teve o suporte de slides previamente preparados pela docente, a fim de relembrar conceitos, ilustrar o tema, contextualizar, elucidar dúvidas e acrescentar o entendimento como um todo sobre a temática. Durante a aplicação da aula teórica houve bastante diálogo entre discentes e docente, com discussão sobre a temática. O que era para ser uma aula de revisão acabou sendo de introdução, pois muitos dos alunos nunca tinham tido aquela temática durante a vida escolar. A maioria se mostrou participativa e interessada nas explicações e discussões levantadas, e realizaram anotações a respeito.

1ª aula (início da abordagem investigativa): foram disponibilizados, anteriormente a esta aula, dois textos sobre a contaminação microbiológica em smartphones, uma reportagem do site do jornal Bem Paraná (2018) e um artigo científico de Souza e Ferreira (2018) para leitura e problematização. Também foi disponibilizado manual com normas de uso do laboratório de ciências da SEED (2013), com os envios de todos os documentos sendo feito pela plataforma educacional (Google Classroom) da turma.

Após as sugestões de leitura, a aula foi iniciada com uma problematização do tema de forma dialogada, instigada pela docente.

A pergunta norteadora que iniciou a discussão foi: “*O que existe na superfície de seu celular?*”

As respostas dos alunos foram muito assertivas, tais como: “Micróbios, bactérias, fungos, microrganismos, germes, sujeira, digitais, marcas de dedos e restos de comida.”

A partir disto foi questionado: “Com que frequência e de que maneira vocês limpam esta superfície?”

Por unanimidade foi assumido que não havia limpeza dos aparelhos e mesmo que eventualmente pensassem em fazer, não sabiam a maneira correta de limpar. A partir disto, foi instigado sobre como eles poderiam verificar tais hipóteses levantadas, e algumas das respostas foram: “*Coletando o material do celular e observando em microscopia.*”; “*Pegando um durex e coleta da superfície do celular o material e coloca para crescerem algum lugar.*”; “*Pega com um cotonete este material, coloca pra crescer em um lugar quentinho e visualiza no microscópio.*”

Ao mesmo tempo que os estudantes propunham modos de coleta, a docente os levava a refletir se eram métodos de verificação eficazes. E, por fim, após essa conversa mediada, ficou determinada que a coleta seria realizada com Swab (material semelhante ao cotonete proposto pelos alunos, porém estéril e com haste longa) em toda a superfície de tela do celular. Também ficou determinado que a semeadura seria feita em um local sem contaminação anterior e que propiciasse o crescimento dos possíveis microrganismos ali presentes em grande quantidade, para que pudessem ver a olho nu, ou seja, em placas de Petri contendo meio de cultura. Durante toda discussão da melhor metodologia, os alunos além de proporem as possíveis maneiras de coleta e semeadura, ainda refletiram sobre a prática como um todo, antes de iniciá-la: como seria uma coleta ideal sem que tivessem falsos resultados e quais seriam as possibilidades de contaminações cruzadas durante a semeadura.

Durante o processo verificou-se uma assertividade nas respostas dadas pelos estudantes com as esperadas pela docente, inclusive com os alunos trazendo a ideia de que haveria necessidade de incubação em temperatura adequada para o crescimento ideal dos

microrganismos e a necessidade de um substrato nutritivo adequado para tal. Essa assertividade pode ter se dado pela vivência anterior da turma com metodologias ativas ou pela constante busca de informações externas e anteriores à aplicação da sequência didática, pois a turma estava visivelmente empolgada com a possibilidade de realizarem atividades práticas laboratoriais. Ou ainda, pela leitura dos termos de assentimento e consentimento para a presente pesquisa, realizada em momento anterior à aplicação da sequência, que tenham eventualmente dado pistas para as respostas às perguntas realizadas pela docente.

2º aula (simulação de prática laboratorial): para organizar o passo-a-passo da prática laboratorial, foi realizada uma simulação revisando procedimentos de segurança laboratoriais, assim como o uso dos EPIs, sua importância durante a prática; sobre as técnicas de manipulação asséptica para coleta e semeadura de microrganismos em meio de cultura e incubação em incubadora, ambos caseiros.

3º aula (prática laboratorial investigativa): os alunos coletaram com Swabs esterilizados amostras das superfícies dos seus celulares, totalizando 8 celulares analisados, sendo 7 celulares da turma e 1 da docente, utilizado como controle do experimento, conforme Figura 1.

Figura 1 – Alunos paramentados, agrupados para início da atividade prática e, ao centro do semi círculo, a educadora fica para orientar o passo-a-passo.



Fonte: As autoras (2023).

Anteriormente à chegada dos alunos na aula, as tampas das placas do meio caseiro ANC1 foram secas próximas à chama da lamparina acesa, com folhas de papel macio borrifados com álcool 70%, pois continham água condensada na superfície interna; a docente organizou 7 mesas ao redor da mesa controle, a partir da qual a mesma daria as instruções e faria o experimento juntamente com a turma, tendo como única diferença o uso de lamparina (os alunos trabalharam sem lamparina, de forma a diminuir eventuais riscos de acidentes). Todas as mesas foram higienizadas com álcool 70% e sobre cada uma havia 2 placas de Petri com meio de cultura ANC1, esterilizadas, além de 2 Swabs em envelope estéril (Figura 2).

Figura 2 – Materiais disponibilizados para cada equipe: EPIs individuais, Swabs, placas identificadas como antes (sujo) e depois da limpeza da tela do celular com álcool 70% (limpo).



Fonte: As autoras (2023).

Com a chegada dos alunos, estes foram divididos em grupos compostos por 4 integrantes cada, que de forma autônoma dividiram as tarefas de coleta e semeadura. Para cada um dos alunos foi disponibilizado um jaleco descartável, uma máscara e um par de luvas. Após a higienização das mãos com água e sabão e uso dos EPIs, cada grupo escolheu um celular entre seus integrantes para coleta de material e iniciou-se a experimentação. As placas fechadas foram datadas, nomeadas com o número do grupo e identificadas como “sujo” – coleta de material antes da limpeza com álcool 70% e “limpo” – coleta após a limpeza.

O primeiro integrante de cada grupo abriu cuidadosamente o envelope que continha o Swab, retirando-o sem encostar na parte de algodão, coletando a amostra ao longo de toda a tela do smartphone em movimento de estriar (zigue-zague) e ao mesmo tempo girando-o em torno da haste com uma certa pressão a fim de coletar a maior quantidade de material possível; foi instruído que todos contassem ao menos 20 repetições dos mesmos movimentos, assim todos teriam uma coleta semelhante. Já o segundo integrante, pegou o Swab

cuidadosamente da mão do(a) colega, abriu a placa de Petri e depositou o material coletado em toda a extensão do meio de cultura ANC1, também em movimento de zigue-zague e giratório, com pressão suficiente para depositar a amostra, mas sem que furasse ou rasgasse o próprio meio de cultura.

Uma vez realizada a semeadura, a placa de Petri escrita “sujo” foi tampada e deixada de lado para então realizar a limpeza do celular, borrifando uma pequena quantidade do etanol a 70% em uma folha de papel macia e a passando em toda a extensão da tela do aparelho. Todas as etapas foram realizadas novamente na placa escrita “limpo” igualmente pelos outros dois integrantes da equipe. Com as placas corretamente fechadas, foram colocadas em incubadora de isopor na posição invertida (com a base para cima e a tampa para baixo), a ~ 37 °C por 72 horas para futura visualização das colônias desenvolvidas. Algumas etapas estão ilustradas na Figura 3.

Figura 3 – Aula prática laboratorial investigativa: os grupos coletaram e semearam amostra da tela dos smartphones, antes e após a limpeza com álcool 70%, com a incubação a 37 °C por 72h em incubadora de isopor.



Fonte: As autoras (2023).

4º aula (observação das culturas produzidas): anteriormente à execução desta etapa, as tampas das placas foram devidamente secas pela docente com papel toalha e álcool a 70% (para limpar a água de condensação formada na parte interna delas durante a incubação na estufa de isopor) e também lacradas lateralmente com fita adesiva para que os alunos não pudessem abrir as placas para não se exporem aos microrganismos cultivados ali, possibilitando assim uma

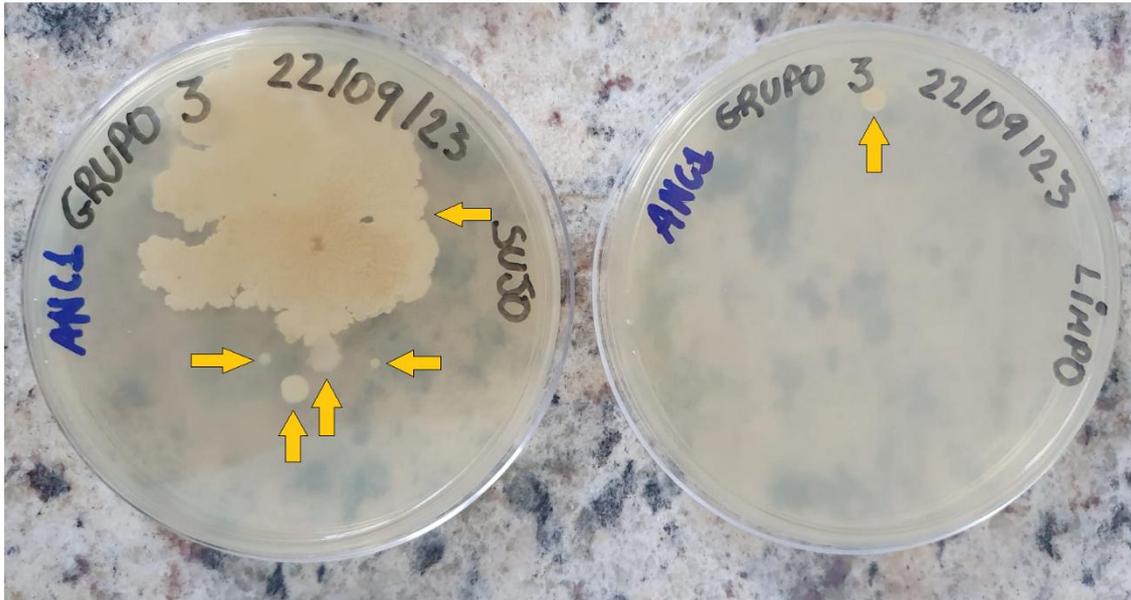
visualização adequada das colônias bacterianas em seu interior, de modo seguro. Esta aula iniciou-se com um breve debate sobre quais eram as expectativas dos alunos em relação ao crescimento microbiano nos meios de cultura e, por unanimidade, a expectativa era a de que tivessem mais colônias nas placas com o material coletado do celular não higienizado do que nas placas com material coletado do celular já higienizado.

A partir disso, foi realizada a visualização a olho nu das placadas vedadas por toda turma (Figura 4). Todos os grupos observaram redução da carga microbiana após a limpeza das superfícies dos smartphones (Tabela 1). Já no celular controle (da docente) não houve crescimento bacteriano nem antes e nem após a limpeza, sendo possivelmente um reflexo de uma higienização periódica e adequada do aparelho. Houve espaço para questionamentos por parte dos alunos, que perguntaram: “O que significavam aqueles pontinhos no meio de cultura?”; “Por que tinham pontinhos de cores diferentes?”; “Por que mesmo com a limpeza do smartphone haviam bactérias no meio?”; “Como saberíamos que aquilo ali crescido eram bactérias?”

Houve também discussão dos resultados e registro dos resultados obtidos por cada grupo e pelos demais. A análise foi feita com base na quantidade de colônias aparentes e a diversidade delas antes e depois da limpeza dos aparelhos, conforme Tabela 1.

Os dados citados anteriormente neste trabalho indicam que as superfícies dos celulares podem ser uma possível fonte de contaminação microbiana e que a limpeza com álcool 70% se mostrou eficaz na diminuição do número de colônias vistas. Apesar do número amostral utilizado na sequência ter sido pequeno, limitando-se a 8 celulares analisado durante a prática e ter sido utilizado um meio de cultura caseiro de menor custo, os alunos puderam observar a redução da carga microbiana após desinfecção dessas superfícies.

Figura 4 – Visualização de placas de Petri semeadas com amostras da superfície do smartphone antes (“sujo”) e após a limpeza com álcool 70% (“limpo”), após 72 h de incubação a 37 °C.



Fonte: As autoras (2023).

Tabela 1 - Quantidade de colônias antes e após a limpeza dos aparelhos escolhidos.

Grupos	Quantidade de colônias antes da limpeza	Quantidade de colônias após a limpeza
Controle	00	00
1	19	00
2	14	04
3	05	01
4	19	01
5	04	01
6	30	05
7	26	00

Fonte: As autoras (2023).

5º aula (análise de microrganismos não patogênicos em microscopia): Para a observação em microscópio óptico, foram fornecidas pelo Laboratório de Microbiologia Yasuyoshi Hayashi do Departamento de Patologia Básica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, as seguintes culturas de microrganismos não patogênicos:

Levedura de fermento biológico seco comercial Dr. Oetker® para pão (*Saccharomyces cerevisiae*) – tubo contendo grânulos secos e 1 lâmina previamente preparada e corada com corante Violeta de Genciana 1% (antisséptico comercialmente disponível em farmácias);

Lactobacilos de probiótico comercial Leiba® (*Lactobacillus acidophilus*) – cultura pura em ágar ANC1 para observação e preparo de lâmina;

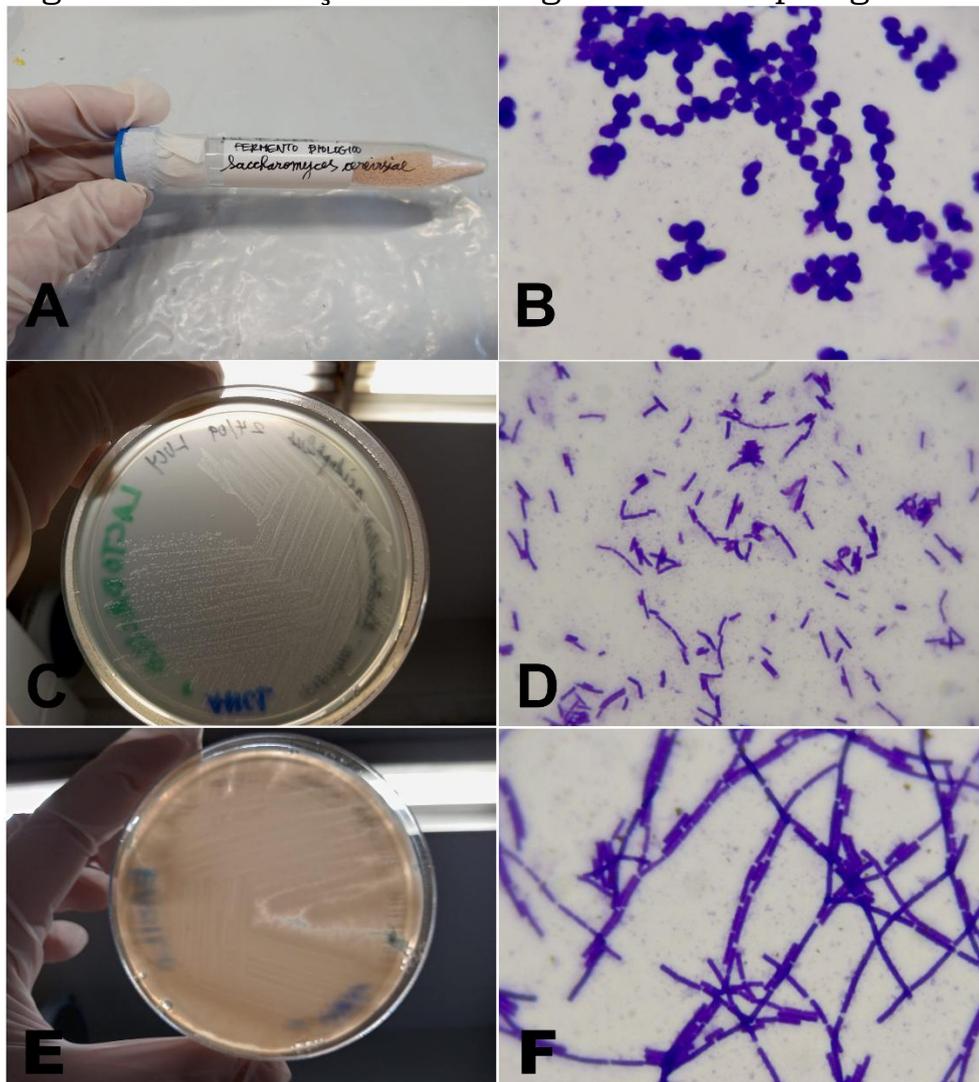
Bacilos esporulados de probiótico comercial Biovicerin® (*Bacillus cereus*) – cultura pura em ágar ANC para observação e 1 lâmina previamente preparada e corada com corante Violeta de Genciana 1%.

Devido ao tempo limitado em sala de aula, as placas contendo culturas puras de *L. acidophilus* e *B. cereus*, bem como um tubo contendo fermento biológico seco foram observados pelos alunos a olho nu e a docente confeccionou esfregaço e corou uma lâmina de *L. acidophilus* para demonstrar o preparo de lâmina e ainda mostrar que o que estava sendo visto em microscopia era proveniente do crescimento microbiano visto a olho nu (Figura 5). A coleta de *L. acidophilus* para preparo da lâmina foi realizada com materiais adaptados, nesse caso, palito de dentes e disposição do material coletado em uma lâmina de vidro devidamente limpa e seca, adicionada de uma gotícula de água depositada com o auxílio do palito de dentes molhado. A seguir, este material foi seco pelo contato da lâmina com a chama da lamparina, após isso adicionado o corante (antisséptico comercial Violeta de Genciana 1%) e, após 1 minuto, enxaguado com água filtrada, escorrendo-se o excesso de água e secando com papel toalha. Ao colocar a lâmina no microscópio óptico, focalizou-se com o aumento de 4x, depois com o de 10x, com o de 40x e por fim, foi adicionada uma gota de óleo de imersão em cima do esfregaço para que o aumento de 100x (com magnificação de 1000x total) fosse utilizado e, assim, observou-se em microscópio com o maior aumento disponível, observando-se bacilos corados de violeta. Os demais microrganismos, *S. cerevisiae* e *B. cereus*, foram observados em microscópio pelos alunos com objetiva de imersão a partir de lâminas previamente preparadas.

Era notória a interação e participação dos alunos durante esta etapa, tentando entender cada passo realizado e a função de cada um dos itens e materiais apresentados. Ao final, ficou evidente o entendimento por parte dos alunos de como ocorre a preparação de uma lâmina, sua coloração e suas etapas e que a análise microscópica era proveniente da coleta e do material macroscópico (colônias) visto nas placas.

E para a inativação de todo material biológico utilizado no trabalho, este foi acondicionado em sacos de autoclave e posteriormente autoclavado em autoclave do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná para a inativação/esterilização por 30 minutos a 121 °C e descartados pela coleta de resíduo hospitalar da instituição. Uma alternativa possível para a inativação das placas contaminadas produzidas em aula é usando o protocolo de Kamiyama (1970), utilizando panela de pressão e fogareiro exclusivos apenas para essa finalidade.

Figura 5 – Observação de microrganismos não patogênicos.



Fermento biológico seco (*Saccharomyces cerevisiae*); B) Esfregaço de *S. cerevisiae* corado com Violeta de Genciana 1% (magnificação de 1000 x); C) Cultura de *Lactobacillus acidophilus* em meio ANC1; D) Esfregaço de *Lactobacillus acidophilus* corado com Violeta de Genciana 1% (magnificação de 1000 x); E) Cultura de *Bacillus cereus* em meio ANC1; F) Esfregaço de *B. cereus* corado com Violeta de Genciana 1% (magnificação de 1000 x).

Fonte: As autoras (2023).

Coleta de dados qualitativos: para avaliar a construção do aprendizado e o conhecimento dos alunos sobre a temática da Microbiologia, foi aplicado um questionário dissertativo antes e após a aula teórica tradicional expositivo-dialogada e após a aplicação da SDI com prática laboratorial investigativa. Esse questionário foi elaborado pelas autoras a fim de garantir a livre expressão dos alunos frente ao tema. E ao final da aplicação, mais um questionário foi aplicado a fim de avaliar a metodologia aplicada, as diferenças notadas entre os dois tipos de aulas (tradicional e investigativa), bem como sugestões ou observações sobre os possíveis pontos de melhoria.

No questionário anônimo de avaliação do conhecimento sobre Microbiologia havia 4 itens para direcionar e auxiliar a produção das respostas discursivas por parte dos alunos:

- a) O que são os microrganismos e sua importância de estudo;
- b) Microbiologia e sua importância;
- c) Importância da Ciência para os seres vivos, meio ambiente e seres humanos;
- d) O que o smartphone teria a ver com os microrganismos.

Com essas perguntas direcionadoras buscou-se comparar de forma coerente as respostas entre os participantes. Para analisar se houve diferença entre os três momentos reuniram-se todos os textos produzidos, esses foram lidos na íntegra e escolheu-se o texto julgado pelas pesquisadoras como o mais completo e o menos completo dentro de cada etapa e foram transcritos na íntegra. Já para avaliar diferenças da turma em geral foi produzida uma nuvem de palavras em programa específico chamado Mentimeter, encontrado no site: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>. Lá é criada uma pergunta chave para que pessoas que possuam o link da pergunta possam de forma ilimitada colocar palavras ou termos quantas vezes quiser. Para a criação da nossa nuvem de palavras, cada um dos itens pedidos foi analisado e colocado como termos ou palavras principais de cada resposta. As palavras ou termos mais utilizados ficaram mais

evidentes na nuvem e os menos utilizados ficaram menores, menos evidentes, evidenciando assim as diferenças entre as etapas supracitadas.

Seguem abaixo transcritas as respostas menos completa e a mais completa, respectivamente, na coleta de questionários de conhecimento antes da aula teórica tradicional expositivo-dialogada:

“Eles são organismos pequenos. Não sei. Não sei. Não sei. Ele tem alguns nele, assim como tudo.”

“Microorganismos são pequenos seres vivos dos quais não enxergamos a olho nu, eles podem ser comparados a bactérias. O estudo da Microbiologia serve para identificar se os microrganismos são de algum risco a nós seres humanos. A ciência é importante para estudarmos o mundo e descobrir coisas novas, como doenças e cura. Diariamente usamos o celular e com isso ele acaba acumulando os microrganismos por causa da sujidade que pode existir em nossas mãos.”

As palavras e termos mais utilizados nas dissertações do corpo discente constam em maior tamanho e destaque na Figura 6.

Figura 6 - Nuvem de palavras produzida em site Mentimeter com palavras e expressões mais utilizadas na 1ª resolução do questionário de aprendizagem, antes da aula teórica tradicional expositivo-



dialogada
Fonte: As autoras (2023).

Já na terceira etapa, após a SDI com prática laboratorial, as duas respostas menos e mais completa foram, respectivamente:

“Os microrganismos são importantes para o nosso conhecimento e termos a consciência de que eles têm uma função para cada coisa. A Ciência estuda sobre tudo e todas as coisas possíveis sobre o corpo humano. Nosso celular tem nossas digitais e lá se encontram os microrganismos.”

“Microrganismos são bactérias que podem ser encontradas no ar e estão presentes em nossas vidas o tempo todo, o conhecimento de tudo isso é importante. A Microbiologia é importante para ajudar a pesquisar e ter conhecimento sobre microrganismos. É importante saber sobre a ciência, para o meio ambiente e para ajudar na natureza e nas nossas vidas. Meu celular tem muito a ver com os microrganismos porque ele tem contato com nossas mãos sujas e quando encostamos na tela liberamos a sujeira que está presente em nossas mãos e a tela fica toda cheia de bactérias.”

As palavras, expressões ou termos mais utilizados nas respostas dos estudantes após a SDI com prática laboratorial constam em maior destaque na Figura 8.

Figura 8 - Nuvem de palavras produzida em site Mentimeter com palavras e expressões mais utilizadas na 2ª resolução do questionário



de aprendizagem, após a SDI com prática laboratorial
Fonte: As autoras (2023).

Sobre a avaliação do aprendizado nas mesmas três etapas (pré-teórica, após teórica e após prática investigativa), é possível ver diferenças nas expressões utilizadas pelos estudantes com a aplicação da SDI. As expressões se mostraram de uma maneira geral mais contextualizadas, técnicas, vinculadas ao aprendizado a cada etapa cumprida. De início os quatro termos mais utilizados eram o “*não sei*”, “*celular com microrganismo*”, “*organismos pequenos*” e “*celular sujo*”, sendo que as demais expressões usadas se mostraram mais genéricas, sem aprofundamento, como por exemplo: “*seres minúsculos*”, “*invisíveis*” ou “*doenças*”.

Após a aula teórica os quatro termos mais utilizados nas dissertações dos estudantes foram: “*bactérias*”, “*celular com microrganismo*”, “*estudo dos microrganismos*” e “*protozoários*”, evidenciando um aumento de complexidade dos termos e maior aprofundamento destes, vinculando sua importância às várias áreas desde as relações biológicas, saúde pública, indústria alimentícia e ecologia, por exemplo.

Ao final da aula prática, os quatro termos e/ou expressões mais utilizados nas respostas dos estudantes foram: “*microbiologia*”, “*celular contaminado*”, “*bactérias*” e “*prevenir doenças*” o que indica o entendimento e vinculação da Microbiologia com seu cotidiano, como no caso da nossa aula prática laboratorial onde foram analisadas as colônias de bactérias nos próprios celulares e a importância da higienização de sua superfície para uma possível prevenção a doenças. Reforçando o estudo de Cassanti *et al.* (2008), em que se aplicaram variadas práticas laboratoriais simples, sem muitos recursos disponíveis, e se constatou que houve um aumento na apropriação dos conteúdos abordados sobre Microbiologia e ao final souberam vincular os saberes aprendidos com o cotidiano, assim como a importância da higiene para a prevenção de doenças.

Os questionários de avaliação da SDI foram aplicados após terem sido ministradas todas as aulas e teve com o intuito os alunos avaliarem de forma anônima a proposta didática executada e o conteúdo lecionado. Para avaliar a sequência aplicada os alunos responderam a 3 questões norteadoras:

a) O que você achou da metodologia utilizada pela professora? Ela foi diferente das metodologias convencionalmente utilizadas? Explique o que foi igual e o que foi diferente no seu entendimento;

b) O que mais lhe chamou atenção nestas aulas? Em relação ao aprendizado e atividades executadas;

c) O que você mudaria nestas aulas para que seu aprendizado fosse melhor ao que é hoje.

Para a primeira questão, em 100% das respostas houve contentamento na sequência desenvolvida e demonstração de compreensão do conteúdo, pois julgavam ser “*diferente do convencional*”, “*divertido*” “*não imaginava que os microrganismos se criavam com o tempo*”, “*interessante de aprender, porque consegui me focar*” e “*aprendemos muitas coisas novas*”. Porém, poucos (em torno de 18%) se referiram ao ensino investigativo como algo diferenciado, mas 54% citaram a aula prática no laboratório da instituição (atualmente desativado) como diferencial. Dentre as respostas, foram escolhidas as 5 que mais chamaram a atenção foram estas:

“Eu gostei. A metodologia foi bem diferente, prestei atenção na aula e no conteúdo porque quis (se tornou interessante) e não por obrigação.”

“Gostei, pois os métodos que ela utiliza são muito eficazes, o jeito que ela nos explica parece que nos prende de um jeito (provavelmente por que (porque) eu gosto muito das aulas de Biologia principalmente quando é a professora que explica.”

“Eu achei uma metodologia muito intrigante e interativa, a diferença foi a autonomia que ela nos disponibilizou sem nos deixar perdido.”

“Foi uma forma de ensino muito diferente, foi divertido aprender de forma prática. Os pontos diferenciais foram que tivemos ajuda o tempo todo e pudemos fazer com as próprias mãos.”

“Achei incrível! Foi bem diferente e prático, nós nos sentimos como se estivéssemos mesmo em um laboratório, nessa experiência não imaginava que os microrganismos se criavam com o tempo.”

E as duas menos positivas (ou menos entusiasmadas) em relação à sequência:

“O igual foram as anotações, e o diferente foi a prática, o contato que a gente teve com as bactérias.”

“Usamos avental, luva e também álcool em gel.”

Já para a segunda pergunta sobre o que mais havia chamado a atenção em relação ao aprendizado e às atividades, as respostas foram diversas, desde a *“coleta e semeadura”*, *“ir ao laboratório”*, *“diversidade de atividades”*, *“importância da limpeza do celular”* ou a *“preparação de lâmina”*. Dentre elas, as mais comentadas foram a *“utilização de prática laboratorial”*, em 30% das respostas; *“observação dos microrganismos após o crescimento”*, também em 30%. Dentre as respostas, foram escolhidas as 5 que mais chamaram atenção, foram estas:

“Vimos a evolução daquilo que nós mesmos fizemos na prática.”

“O estilo que a professora explicou o conteúdo, como fizemos etc.”

“Eu acho o assunto em si bem interessante, mas o que mais me chamou a atenção foi a prática e como foi legal aprender algo de um modo diferente.”

“Concerteza (com certeza) o tanto de bactérias nos nossos celulares.”

“O que mais chamou atenção foi o final da experiência, onde nós vimos o que tinha nos nossos celulares.”

E para a terceira e última questão norteadora sobre qual mudança gostariam de propor para melhorar o aprendizado nestas aulas, as respostas foram também diversas, as que mais se destacaram foram, em 60 % delas, que os estudantes “não mudariam em nada do que foi realizado”, 18 % citaram que gostariam de “mais aulas assim”, 15 % gostariam de “mais tempo para desenvolver projetos desse porte” e 11 % gostariam de “melhorias no laboratório da instituição”. Aqui também foram escolhidas as 5 que mais chamaram atenção:

“Tivéssemos mais equipamentos profissionais e mais tempo!”

“O que eu mudaria com certeza é ter mais aulas como essa, pois essa foi uma das aulas que nunca vou esquecer.”

“Um laboratório melhor, mais tirando isso foi muito bom.”

“Não mudaria nada, a metodologia que a professora usou foi muito boa, e eu consegui entender coisas que eu não entendia e, aprender coisas novas.”

“Eu a implementaria no ano letivo completo, mas nela em si, diminuiria um pouco dos portfólios e questionários.”

“Ter mais materiais no laboratório, para conseguirmos aprender mais.”

Em última na análise, sobre a avaliação dos discentes em relação à sequência didática aplicada, houve aceitação e contentamento em sua totalidade pois era algo dito diferente do convencional vivido por eles. A maioria citava a prática na sala onde seria o laboratório de Ciências como algo diferenciado, pois normalmente as práticas são realizadas em sala de aula convencional, devido à desativação atual do laboratório da escola. O ensino investigativo em si não foi referido como algo inovador, pois como citado também anteriormente, já vivenciavam esta metodologia. Sobre a observação dos microrganismos cultivados ser algo muito chamativo a eles, pois como não costuma haver recursos na instituição para possibilitar práticas como esta, a experiência foi inédita e provavelmente a única que terão contato na Educação Básica. A boa aceitação pelos estudantes pela aplicação da sequência é reforçada quando a maioria deles responde que não mudaria nada do que foi aplicado e que gostariam de mais aulas assim e ainda, que almejavam melhorias no laboratório do colégio.

Na pesquisa de Melo (2020), em que foram realizadas quatro práticas investigativas sobre Microbiologia e, ao final delas, os estudantes argumentaram que estas ajudaram a aprender melhor ou que aumentou muito o interesse deles sobre o assunto, ou seja, essas declarações demonstraram que houve aceitação desta ferramenta metodológica, sendo observado pela pesquisadora a motivação dos alunos com a utilização da mesma, da mesma forma que os depoimentos dos alunos coletados após a aplicação desta sequência didática investigativa afirmaram. Bem como, no estudo de Souto *et al.* (2015), em que se utilizou a abordagem investigativa com prática laboratorial, verificaram que os alunos se mostravam mais motivados

e participativos e ainda, percebeu-se uma mudança significativa no entendimento dos conteúdos.

Finalmente, conforme trabalho de Araújo *et al.* (2023) o estudo da Microbiologia não acontece de forma adequada nas escolas, pois há uma estrutura inadequada, e ausência de recursos laboratoriais, ausência de manutenção dos poucos recursos existentes para uma aprendizagem significativa dos conteúdos ministrados, além da falta de habilidade, formação adequada e tempo dos professores para execução de uma boa prática em sala de aula. O que se aplica em nossa realidade, pois não temos nenhum suporte por parte da mantenedora para a promoção do uso e a manutenção do laboratório de Ciências/Química/Biologia/Física, nem recursos disponíveis para a execução de qualquer prática que se queira, muito menos profissionais capacitados para dar o devido suporte no ambiente laboratorial, como técnicos laboratoriais. Sendo assim, a falta de políticas públicas adequadas para este fim, impede que muitos dos educadores realizem práticas laboratoriais e as limitem a pequenos experimentos dentro de uma sala de aula comum, muitas vezes adquiridos com recursos financeiros próprios.

Considerações Finais

Fundamentado no trabalho aplicado, podemos concluir que a SDI sobre Microbiologia foi realizada com sucesso, bem como, sua experimentação com a semeadura da tela do aparelho de telefonia móvel em meio de cultura bacteriano e incubadora caseiros, utilizando microscópio óptico para a observação dos microrganismos cultivados; podendo ser constatada uma diminuição de crescimento bacteriano nos celulares com higienização adequada. Sendo possível também o isolamento de colônias dos microrganismos presentes na tela dos smartphones e quantificação dessas. Foram utilizados microrganismos não patogênicos comercialmente disponíveis para serem corados com produto antisséptico comercial e observados por meio de microscopia óptica pelos alunos.

Sobre a avaliação do aprendizado nas mesmas três etapas (pré-teórica, pós teórica e pós prática investigativa) foi possível ver

diferenças nas expressões utilizadas pelos estudantes com o desenvolvimento da sequência didática aplicada, evoluindo de expressões mais superficiais para mais complexas e contextualizadas.

Houve a promoção do uso do laboratório de Ciências, da instituição de ensino de educação básica, durante as atividades laboratoriais. Porém, ainda o mesmo se encontra desativado para fins laboratoriais e é utilizado atualmente como sala de aula para o Programa Mais Aprendizagem do Estado do Paraná e para aulas de robótica.

Sendo assim, é importante evidenciar que políticas públicas adequadas que permitam ao professor a utilização de uma prática associada a uma sequência didática investigativa possibilitaria a este profissional desenvolver melhor vários conceitos científicos com seus alunos, enriquecendo suas aulas.

E por fim, é válido salientar que toda essa sequência didática proposta pode ser aplicada em qualquer escola e caso não seja possível aplicá-la na sua totalidade, seja por falta de recursos, tempo dos docentes para preparo prévio dos materiais, por exemplo, podem-se aplicar partes dela. A intenção das autoras é de proporcionar novos olhares, dando ideias, sugestões para a aplicação prática deste tema em sala de aula, bem como mostrar que é possível realizar uma prática laboratorial utilizando metodologias ativas e com alguns materiais adaptados e caseiros a fim de enriquecer as aulas sobre Microbiologia na educação básica.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), código de financiamento 001, bem como à professora Stella Maris de Queiroz Bello, professora de Inglês da rede estadual de ensino do Paraná, pela revisão deste presente artigo.

Referências

ARAÚJO, M.C.; CALLOU, M.J.A.; SOUZA, J.C.S.; ALIANÇA, A.S.S.; MIRANDA, R.C.M. Percepção acerca do ensino de Microbiologia nos anos finais em escolas de educação básica. **Cuadernos de Educacion**

y **Desarrollo**, v. 15, n. 07, p. 5718-5738, 2023. Disponível em: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1432>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BEM PARANÁ. **Celular pode ter mais bactérias que a sola de um sapato** (reportagem), 2018. Disponível em: <https://www.bemparana.com.br/bem-estar/saude-e-beleza/celular-pode-ter-mais-bacterias-que-a-sola-de-um-sapato/#.YpUe26jMLIU>. Acesso em: 30 mai. 2022.

CASSANTI, A.C.; CASSANTI, A.C.; ARAUJO, E.; URSI, S. Microbiologia democrática: estratégias de ensino aprendizagem e formação de professores. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 4, n. 5, 2008. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4929>. Acesso em: 29 ago. 2023.

CETIC - Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. TIC. **Domicílios**, 2020. Disponível em: https://data.cetic.br/explore/?pesquisa_id=7&unidade=Alunos%20de%20escolas%20urbanas. Acesso em: 18 mai. 2022.

KAMIYAMA, Y. Experiências sobre a utilidade da panela de pressão como autoclave. **Revista da escola de Enfermagem da USP**, v. 4, p.1-2, p.55-79, 1970. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0080-623419700041-200055>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LIMBERGER, K.M.; SILVA, R.M.; ROSITO, B.A. Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre microbiologia de alunos do ensino fundamental. **X Salão de Iniciação Científica**, p. 228-230. PUC/RS, 2009.

MCAFEE. **A vida por trás das telas de pais, pré-adolescentes e adolescentes. Estudo de 2022 da McAfee® sobre famílias conectadas** - Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.mcafee.com/blogs/pt-br/family-safety/vida-detras-das-telas-de-pais-e-adolescentes-estudo-mcafee-sobre-familias-conectadas/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MELO, E.F.P. **Uma proposta de sequência didática no ensino de Microbiologia para alunos do 2º ano do Ensino Médio**. 2020. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

MENDES, A.B.G.; PEREIRA, V.R.; REZENDE, C. Aparelhos celulares: importante instrumento de transmissão de patógenos na comunidade. **NewsLab**, 15 p., 2018. Disponível em: https://www.newslab.com.br/wp-content/uploads/yumpu_files/APARELHOS%20CELULARES%20IMPORTANT%20INSTRUMENTO%20DE%20TRANSMISSÃO%20DE%20PATÓGENOS%20NA%20COMUNIDADE.pdf. Acesso em: 13 mai. 2024.

ONO, L.; LOPES, J.M.K.; FOLLADOR, S.M.; MARQUES, R.J.; DIAS, D.A.T. Confecção e avaliação de incubadora e meios de cultura de

baixos custos como materiais didáticos para práticas de microbiologia no ensino médio. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 7, n. 2, p. 121-130, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ces.ufcg.edu.br/periodicos/index.php/99cienciaeducacaosaud/e25/article/view/301>. Acesso em: 23 mar. 2023.

PATRIOTA, M.E.P.R. **O impacto da tecnologia móvel no relacionamento interpessoal da geração Z**. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Comunicação Social com habilitação em Comunicação e Marketing - Centro Universitário de Brasília - UNICEUB. Brasília, 2015. Disponível em <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6981/1/21054687.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SEED/PR - Secretaria Educação e Esporte do Paraná. **Caderno de orientações para utilização do laboratório escolar de Ciências da Natureza da Rede Estadual de Ensino do Paraná**, 44 p., 2013. Disponível em: http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/cadern_lab_2013.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.

SILVA, V.M.; RICO, E.P. Impacto do uso de estratégias investigativas sobre as emoções e a motivação dos alunos e as suas concepções de ciência e cientista, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n° 1, 17-34, 2015.

SOUTO, E.K.S.; SILVA, L.S.; NETO, L.S.; SILVA, F.C.L.S. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de Ciências para abordagem de conteúdos de Microbiologia, **Experiências em Ensino de Ciências** v.10, n. 2, p. 59-68, 2015. Disponível em: https://www.if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID275/v10_n2_a2015.pdf . Acesso em: 17 mai.2024.

SOUZA, L.L.B.; FERREIRA, L.C. Contaminação microbiológica em smartphones. **Vértices**, Campos dos Goitacazes, v. 20, n. 2, p.3-6, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/6257/625767156002/html/#:~:text=Do%20total%20de%20smartphones%20analizados,de%20alto%20risco%20de%20contamina%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 23 mar. 2023.

TEIXEIRA, A.L.S.; ARAÚJO, K.C.C.; MAGALHÃES, R.B. A importância do trabalho investigativo no cotidiano escolar do Ensino de Ciências. **Anais II CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2015**. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/15207>. Acesso em: 10 nov. 2023.

Sobre as autoras

Evelise Pereira Müller

evelise.muller@escola.pr.gov.br

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (2008) e Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional

(PROFBIO) pela UFPR (2024). Atua na rede Estadual de ensino do Paraná como professora de Ciências e Biologia desde 2010.

Lucy Ono

lono@ufpr.br

Possui graduação em Farmácia - habilitação em Indústria pela Universidade Federal do Paraná (1999) e doutorado em Ciências (Bioquímica) pela UFPR (2004). É Professora Titular do Departamento de Patologia Básica, Setor de Ciências Biológicas da UFPR e docente permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) na UFPR desde 2017, atuando no desenvolvimento e avaliação de materiais de baixos custos para ensino-aprendizagem de Microbiologia em colaboração com docentes da Rede Pública de Ensino da Educação Básica.