

ACÇÕES DE EXTENSÃO EM MICROSCOPIA: PROMOVENDO COMPETÊNCIAS E ATITUDES CIENTÍFICAS NO AMBIENTE ESCOLAR

EXTENSION ACTIONS IN MICROSCOPY: PROMOTING SCIENTIFIC SKILLS AND ATTITUDES IN THE SCHOOL ENVIRONMENT

Andreza Cristina de Lima^I 

Reginaldo de Carvalho^{II} 

Ieda Ferreira de Oliveira^{III} 

^I Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, PE, Brasil. Licenciada em Ciências Biológicas. E-mail: andrezadelima340@gmail.com

^{II} Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, PE, Brasil. Doutor em Ciências Biológicas. Docente da UFRPE. E-mail: reginaldo.ufrpe@gmail.com

^{III} Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, PE, Brasil. Doutora em Biologia Animal. Biológa da UFRPE. E-mail: ieda.ferreira@ufrpe.br

Resumo: Quem nunca se encantou ao ver um microscópio e imaginar o universo por ele desvelado? A criação desse instrumento possibilitou a elaboração de teorias que até hoje são fundamentais para a Biologia. Porém, devido a diversas limitações, a experiência da maioria dos estudantes no Ensino Básico com esse instrumento não é satisfatória. Consequentemente, o interesse por atividades científicas é negativamente afetado, necessitando de ações que as estimulem. Visando disseminar e fortalecer os conhecimentos relacionados à microscopia, foram realizadas atividades de extensão junto a estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada em Camaragibe (Pernambuco). A ação educativa consistiu na realização de: a) resgate dos conhecimentos prévios; b) palestra interativa utilizando modelos de microscópio óptico e digital; c) oficina sobre manipulação de microscópio óptico e confecção de um modelo de microscópio artesanal; d) discussão e socialização do conhecimento. No geral, as estratégias pedagógicas utilizando a microscopia tornaram o conteúdo aprendido mais interessante e significativo, despertando o lado lúdico, criativo, curioso, reflexivo e investigativo do público. Não apenas contribuíram na ampliação do conhecimento sobre microscopia e auxiliaram nos ajustes das concepções alternativas, mas permitiram o desenvolvimento de habilidades científicas adicionais, tão necessárias à mobilização de competências educacionais.

Palavras-chave: Competências. Ensino de Ciências. Microscópio. Trilha de aprendizagem.

Abstract: Who has never been enchanted by seeing a microscope and imagining the universe unveiled by it? The creation of this instrument enabled the elaboration of theories that are still fundamental for Biology today. However, due to several limitations, the experience of most students in Basic Education with this instrument is not satisfactory. Consequently, interest in scientific activities is negatively affected, requiring actions that encourage them. In order to disseminate and intensify knowledge related to microscopy, extension activities were carried out with Elementary

DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i37.744>

Submissão: 04-01-2022

Aceite: 30-03-2022



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

and High School students from a state public school located in Camaragibe (Pernambuco). The educational action consisted of: a) recovering prior knowledge; b) interactive lecture using optical and digital microscope models; c) workshop on optical microscope manipulation and the making of a handcrafted microscope model; d) discussion and socialization of knowledge. In general, the pedagogical strategies using microscopy made the learned content more interesting and meaningful, awakening the playful, creative, curious, reflective and investigative side of the public. They not only contributed to the expansion of knowledge about microscopy and helped to adjust alternative conceptions, but they also allowed the development of additional scientific skills, which are so necessary for the mobilization of educational competences.

Keywords: Competences. Science teaching. Microscope. Learning trail.

Introdução

O advento do microscópio possibilitou transformações que reformularam o pensamento biológico antigo, influenciando todas as áreas do conhecimento, redefinindo as fronteiras da diversidade. Além da descoberta de um novo mundo biológico, os organismos conhecidos puderam ser observados com maior detalhe, edificando, assim, a Biologia moderna que atualmente conhecemos (VALÉRIO; TORRESAN, 2017). Além de ser um equipamento essencial para a construção do conhecimento científico que foi responsável por proporcionar descobertas inovadoras no campo das Ciências, o microscópio também pode ser considerado hoje um aparato essencial no campo de pesquisa, no diagnóstico clínico, no surgimento de novas áreas - como a nanotecnologia, e no desenvolvimento de uma Educação Básica de qualidade (SEPEL; LORETO; ROCHA, 2009; STORKSDIECK, 2015).

Infelizmente, o emprego de microscópios é raro no ambiente escolar, pois existem inúmeras limitações de natureza econômica, social e educacional (BARONI *et al.*, 2014). Os professores mencionam problemas como a ausência ou o número insuficiente de aparelhos com qualidade, a sobrecarga de trabalho, a carência de materiais didáticos acessíveis sobre o tema, a ausência de laboratórios e a falta de confiança no uso dos instrumentos (RUŠČIĆ *et al.*, 2018). Consequentemente, a experiência da maioria dos estudantes no Ensino Básico com a microscopia não é satisfatória (BERGMAN; SCHOOLEY, 2003; SEPEL; LORETO; ROCHA, 2009).

Nas últimas décadas, têm surgido algumas alternativas para superar as dificuldades relacionadas à implementação da microscopia nas escolas. Uma delas é o uso do microscópio digital, um dispositivo óptico equipado com um conversor visual-digital que possui a capacidade de transferir para um computador, em tempo real, a imagem de um objeto. Além disso, disponibiliza recursos de gravação de vídeo, impressão, exibição em tela e inclusão em apresentação (KADIRBERDIEVNA, 2020). Fazendo parte do rol das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), o microscópio digital facilita o entendimento de

determinados conteúdos que envolvem eventos abstratos e difíceis de se observar ou entender, como o estudo das células (MOTA; ZANOTTI, 2021).

Outra possibilidade de imersão no mundo da microscopia é pela construção de modelos de microscópios artesanais. Construídos com materiais acessíveis e de baixo custo, permitem que sejam adotados de forma relativamente fácil nas escolas (PAGLIARINI, 2016). Apesar de serem aparatos muito simples, permitem a observação de alguns materiais e objetos com certa definição, como células, pequenas partes de insetos e de plantas, alguns grãos e cristais (PAGLIARINI, 2016; WALLAU *et al.*, 2008; WOMMER; MICHELOTTI; LORETO, 2019). Desse modo, são alternativas ao ensino da microscopia e ao desenvolvimento de habilidades científicas desejáveis (SILVA; RUYSAM; RHODEN, 2021).

No Brasil, as discussões envolvendo os currículos escolares estão se tornando cada vez mais relevantes. Muitos discursos educacionais defendem que a escola deve priorizar o desenvolvimento de competências e não a transmissão de conhecimento. Nesse contexto, surgem estratégias pedagógicas como as trilhas de aprendizagem, que se mostram uma opção ao desenvolvimento de competências (FREITAS; BRANDÃO, 2005).

A trilha de aprendizagem pode ser definida como um método de caminhos alternativos e flexíveis que visam promover o desenvolvimento de pessoas, mediante a substituição de um modelo tradicional, oportunizando novas formas de aprendizagem (SOARES, 2015). Ademais, podem ser estabelecidas como um conjunto de tarefas de aprendizagem ou atividades que são designadas para ajudar o aluno a melhorar o conhecimento ou a habilidade em um assunto específico (LOPES; LIMA, 2019).

Diferentemente da sequência didática, a trilha de aprendizagem é uma estratégia educativa que visa a desenvolver uma aprendizagem mais integral, vinculada à vida dos sujeitos e de sua comunidade. Além disso, as trilhas são flexíveis, não sendo necessária uma linearidade em sua execução, e não possuem parâmetros predefinidos para todos alunos, pois sua prioridade é levar em consideração os interesses e as possibilidades que cada um dos sujeitos envolvidos no processo possui (SARDENBERG; EUZÉBIOS FILHO, 2014).

A popularização da Ciência tem sido uma das metas da política brasileira de promoção da inclusão social. Pelo emprego de atividades educacionais não formais, ela visa promover a melhoria e modernização do Ensino das Ciências em todos os níveis, com ênfase nas ações e atividades que valorizem e estimulem a criatividade, a experimentação e a interdisciplinaridade (MOREIRA, 2006). Segundo Colombo Junior, Moreira e Ovigli (2018), comunicar Ciência e Tecnologia está atrelado à possibilidade de propiciar elementos básicos para a compreensão e a ação no mundo contemporâneo. Dessa maneira, torna-se necessário promover ações que busquem ampliar a popularização científica.

As atividades de extensão universitária, por exemplo, desempenham importante papel educativo e social, pois levam conhecimentos científicos e/ou suporte técnico à comunidade extramuros, aproximando população e universidade (OLIVEIRA, 2017). Nesse processo dialógico, o público possui papel fundamental: além de agente ativo, ele é coautor das ações que participa, seja avaliando a experiência, informando suas necessidades e/ou propondo novos

objetivos. Portanto, a extensão constitui-se em fonte relevante de disseminação do conhecimento produzido na universidade e também de geração de novos conhecimentos de maneira democrática, oportunizando a formação cidadã, cooperando com a construção de uma sociedade mais justa e igualitária (SANTOS, 2012).

O presente trabalho teve como objetivo detalhar uma ação de extensão vivenciada junto a uma comunidade escolar, visando seu acesso ao microscópio. A experiência educativa empregou uma trilha de aprendizagem, que abordou conceitos e habilidades envolvendo noções básicas de microscopia, juntamente com a sua contribuição para o surgimento de grandes descobertas científicas na Biologia.

Metodologia

Tipo de estudo

O presente trabalho é um relato de experiência que descreve uma iniciativa de popularização da Ciência, utilizando a microscopia como ferramenta no percurso pedagógico definido. O desenvolvimento das atividades ocorreu por meio de uma ação de extensão que integrou o projeto “Explorando mundos invisíveis: exposições itinerantes utilizando a microscopia”. De acordo com Oliveira (2017), tais ações levam os saberes para o público escolhido em uma transposição didática, constituindo um elo entre academia e sociedade.

Foi utilizado o método de avaliação por efetividade, caracterizado por captar os efeitos de um projeto ou programa nos indivíduos. Dessa forma, foram aferidas possíveis mudanças qualitativas, sejam elas positivas ou negativas, promovidas mediante a ação educativa. Para que esta análise fosse realizada, levou-se em consideração o antes e o depois da execução da proposta. Com esses estudos, é possível perceber se os resultados esperados foram alcançados ou se resultados não esperados ocorreram (MINAYO, 2011).

Cenário do ensino-aprendizagem

As ações ocorreram durante as aulas de Ciências e de Biologia na escola pública estadual Conselheiro Samuel MacDowell, localizada na cidade de Camaragibe (Pernambuco), no segundo semestre de 2019. Os participantes foram estudantes do Ensino Fundamental II (duas turmas de 8º ano e uma turma de 9º ano) e do Ensino Médio (duas turmas de 1º ano).

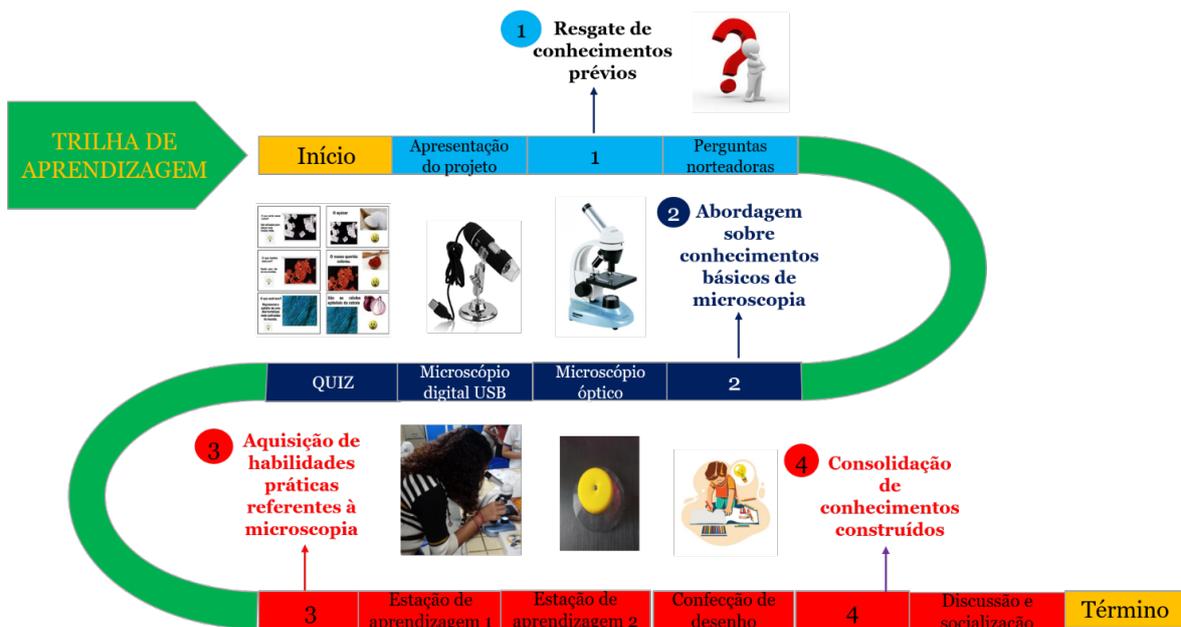
De acordo com o censo escolar (QEDU, 2020), a instituição está localizada em uma área de baixo nível socioeconômico e possui infraestrutura com a maioria das dependências básicas, exceto laboratório de Ciências. No que diz respeito à distorção idade-série, pode-se observar que 29% dos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental apresentam atraso escolar de dois anos ou mais. Essa escola foi escolhida devido a sua localização, uma vez que estava acessível aos extensionistas. Outro fator foi tornar os recursos didáticos acessíveis aos estudantes, além do interesse do docente e da gestão escolar na proposta do projeto de extensão em proporcionar novas experiências aos alunos.

Nesta instituição de ensino, a oferta de aulas práticas é muito limitada. Não há aulas de microscopia, pois a escola não possui nenhum instrumento científico de aumento em estado satisfatório de uso. Além disso, não costumam receber grupos acadêmicos que realizam ações de extensão dentro de seu espaço. Os estudantes também têm pouca oportunidade de visitar espaços formais e não formais de ensino, como museus, espaços de Ciência, universidades, entre outros.

Delineamento da trilha de aprendizagem

O percurso pedagógico escolhido para a ação foi o desenvolvimento de uma trilha de aprendizagem com a temática de microscopia, baseada nas ideias de Lopes e Lima (2019) e Soares (2015). Fundamentadas nesses referenciais, diversas atividades, priorizando aquelas que colocam o aluno no centro da aprendizagem, foram organizadas na forma de uma oficina intitulada “Descobrimo o microscópio” (Figura 1).

Figura 1- Trilha de aprendizagem percorrida pelos estudantes da Escola Conselheiro Samuel MacDowell durante a ação de extensão



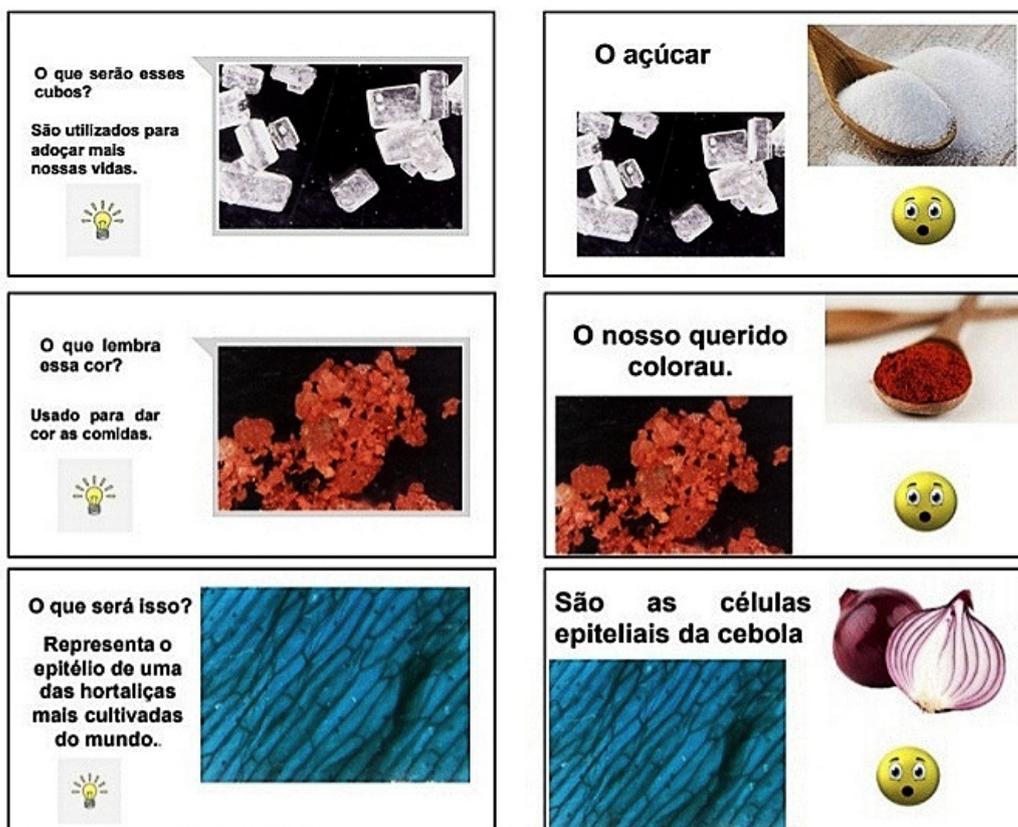
Fonte: Os autores (2021).

A oficina “Descobrimo o microscópio” visou apresentar esse instrumento aos estudantes do Ensino Básico e estimular seu uso no cotidiano das aulas de Ciências e de Biologia. Desse modo, ela foi dividida em quatro etapas: 1) resgate dos conhecimentos prévios; 2) abordagem sobre conhecimentos básicos de microscopia; 3) aquisição de habilidades práticas referentes à microscopia; 4) consolidação dos conhecimentos construídos ao longo da oficina. Após a realização de alguns encontros para a apresentação da proposta de extensão, ajustes nas atividades e aprovação final pelo docente, coordenação e gestão pedagógica da escola, as atividades foram iniciadas. Elas tiveram duração de 2h/aula (aproximadamente 90 minutos) em cada turma.

Para que os estudantes evocassem seus conhecimentos prévios, foram realizadas algumas perguntas norteadoras referentes a noções básicas de microscopia, possibilitando breve compartilhamento de conhecimentos. Elas foram referentes à utilidade do microscópio, a sua origem, a sua importância, aos principais modelos de microscópios e sobre ampliações e aumentos. Esta etapa teve duração aproximada de 10 minutos.

A seguir, os alunos foram contemplados com a realização de uma palestra interativa, que forneceu conhecimentos teóricos relacionados ao histórico da microscopia, manejo do microscópio e apresentação de seus sistemas óptico e mecânico. Esta interação foi possível pelo emprego das estratégias de: a) uso de microscópio óptico para demonstração de seus principais componentes; b) utilização de microscópio digital para projeção em tela e observação de estruturas microscópicas; c) aplicação de um *Quiz*, confeccionado com recursos de multimídia, em que foram apresentadas imagens de diferentes materiais (cristais de açúcar e de sal, pó de café e colorau, células de epitélio de cebola coradas com Giemsa e sementes de milho), previamente capturadas com o auxílio do microscópio digital (Figura 2). O *Quiz* foi constituído por seis perguntas, sendo cada uma referente a um material específico. Ao visualizarem a imagem ampliada, os estudantes deparavam-se com o desafio de descobrir o que estava sendo observado. As perguntas foram direcionadas para a observação minuciosa e comparação das diferentes formas, cores e aspectos da superfície dos materiais. Para ajudá-los nesse processo, algumas dicas foram fornecidas. Essa abordagem durou cerca de 20 minutos.

Figura 2- Algumas perguntas, dicas e respostas do Quiz aplicado durante a palestra interativa



A próxima etapa, cujo objetivo foi estimular a aquisição de habilidades referentes à microscopia, foi dividida em duas estações de aprendizagem, organizadas em rodízio, com duração média de 30 minutos cada. Foram elas: “Microscópio óptico – técnicas de manuseio” e “Microscópio artesanal – confecção, manejo e observação”.

Na estação de aprendizagem “Microscópio óptico – técnicas de manuseio”, grupos de estudantes primeiramente receberam um roteiro ilustrado contendo informações sobre as partes principais e procedimentos básicos de manuseio do microscópio óptico. Também receberam lâminas semipermanentes contendo epitélio de cebola (*Allium cepa* L.) corado com Giemsa e cortes finos de cortiça. Após esse momento de familiarização com o instrumento, eles puderam praticar suas habilidades, ora focando o respectivo material, ora observando a imagem ampliadas pelas lentes. Essa atividade também se mostrou muito importante no desenvolvimento de procedimentos científicos, como manipulação de instrumentos, observação, comparação, análise, registro e comunicação entre os pares.

Por sua vez, a estação de aprendizagem “Microscópio artesanal – confecção, manejo e observação” permitiu que os estudantes conhecessem modelos alternativos, denominados de modo geral como “microscópios caseiros” ou “microscópios artesanais”. Inicialmente, foram apresentados alguns deles e mostrado como funcionam. Em seguida, eles participaram da construção de um modelo baseado nas propostas de Sepel, Rocha e Loreto (2011) e Wallau *et al.* (2008). Também prepararam e elaboraram as respectivas “lâminas” para observação do material biológico. Para observarem as imagens, os estudantes foram instruídos a manusear corretamente o instrumento, fazendo ajustes de foco, por exemplo. Por meio desse modelo, é possível observar algumas amostras interessantes. Tendo em vista a comparação de resultados com a outra estação de aprendizagem, foi novamente empregado tecido epitelial da cebola na observação.

Ao término de cada uma das atividades, foi sugerido que os alunos desenhassem suas observações e socializassem com os colegas do grupo as produções e impressões após as atividades no microscópio. Por fim, houve uma discussão coletiva sobre o conjunto de atividades vivenciadas.

Resultados e discussão

Sondagem de conhecimentos prévios

Apesar dos inúmeros avanços tecnológicos e descobertas científicas que hoje estão presentes na sociedade e que foram proporcionados pelo desenvolvimento da microscopia, o ser humano ainda desconsidera, frequentemente, tudo que não pode ser visto a olho nu. Essa é uma triste realidade, principalmente, nos países que estão em desenvolvimento e ainda não implementaram efetivamente a microscopia nos currículos escolares, como no Brasil (VANNIER-SANTOS; DECCACHE-MAIA, 2007).

No resgate dos conhecimentos prévios, ao serem indagados com perguntas básicas referentes à microscopia, ficou evidente que os alunos possuíam conhecimento superficial acerca do assunto. No início, o silêncio prevalecia no ambiente e os alunos demonstravam insegurança e

receio, havendo relutância em participar. Entretanto, ao observarem alguns colegas expressando seus pensamentos, outros começaram a se envolver de maneira sutil. Assim, muitos tornaram-se receptivos, revelando os conhecimentos prévios existentes, bem como suas limitações. Esse processo os tornou abertos para a construção de conhecimentos e experiências significativas. Esses rituais de interação e colaboração entre os alunos são de extrema importância para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente nas aulas de Ciências, pois estimula os alunos a aprimorarem as habilidades cognitivas, na mesma medida em que vivenciam experiências positivas (WILMES, 2021).

As atitudes dos alunos com relação às Ciências são estabelecidas quando eles ainda são muito jovens e a maioria das posturas negativas quanto ao ensino já podem ser observadas em estudantes dos anos iniciais (RODEN; WARD, 2010). Nessa experiência, percebeu-se que principalmente os alunos dos 8º anos do Ensino Fundamental demonstraram maior relutância em expressar seus conhecimentos prévios. Todavia, todas as turmas interagiram de modo desejável, ajudando a perceber, mesmo que minimamente, a extensão de suas ideias e concepções sobre o tema.

Observou-se que muitos alunos concebiam o microscópio como um aparelho com poder de ampliação de diferentes objetos. No entanto, a maioria desconhecia os processos históricos que levaram à construção de tal aparelho e sua importância para o conhecimento científico. Quando indagados sobre os tipos de microscópios existentes, poucos citaram o microscópio óptico e nenhum mencionou outros modelos. Um grande número de alunos respondeu que apenas o microscópio seria um aparelho com capacidade de ampliação de objetos.

Para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de maneira eficaz, é necessária uma série de fatores, que serão determinantes na obtenção de resultados positivos ou negativos. Entre eles, destacam-se os recursos técnico-pedagógicos e as instalações físicas ou infraestrutura escolar (SOARES NETO *et al.*, 2017). Nesse caso particular, evidenciou-se que a falta de acesso ao microscópio foi um fator limitante para a apreensão de importantes conhecimentos, como ocorre em grande parte das escolas públicas de ensino (MARTINS *et al.*, 2021). Desse modo, é compreensível a qualidade e quantidade dos conhecimentos prévios expressados pelos alunos acerca das noções básicas de microscopia. Basicamente, o único contato deles com o assunto foi proporcionado por aulas teóricas expositivas e pela visualização de imagens ou ilustrações em livros didáticos. Nenhum deles havia tido a oportunidade de manejar um microscópio antes da atividade.

Palestra interativa

A palestra interativa iniciou-se com uma abordagem acerca da História da Ciência. Os alunos ficaram maravilhados ao conhecer a história dos dois grandes precursores da microscopia, Robert Hooke e Anton Van Leeuwenhoek. Também ficaram encantados ao manusear o microscópio digital e projetar em tela materiais semelhantes ao observados por estes cientistas, como lâminas com cortes de cortiça ou com protozoários do gênero *Paramecium*. Com essa abordagem contextualizada da microscopia, conseguiram compreender a Ciência como um

processo de construção humana, que necessita de inúmeros testes e ajustes, muitas vezes não gerando resultados desejáveis.

Mesmo que a utilização da História da Ciência seja uma abordagem que traz muitos benefícios, muitas pesquisas apontam grandes dificuldades. Uma delas é inseri-la como eixo condutor de ensino, valorizando habilidades relacionadas ao “saber fazer”. Outros obstáculos que dificultam sua implementação em sala de aula são referentes ao currículo escolar voltado para exames vestibulares, a falta de recursos didáticos e o pouco tempo para planejamento e execução das atividades (MONTEIRO, 2014).

À medida que os demais conteúdos teóricos foram abordados, houve a solicitação de que os alunos interagissem de modo voluntário. Esses alunos, juntos aos instrutores, recebiam as orientações necessárias para o manuseio e observações das amostras no microscópio digital. No curso da palestra, os microscópios ópticos também foram utilizados para demonstração, expondo os componentes que constituem os sistemas óptico e mecânico.

Havia em torno de 35 alunos por turma e o número de equipamentos disponíveis foi limitado. Ainda assim, os alunos foram incentivados e tiveram total liberdade para manusear os equipamentos pelo tempo que fosse necessário. Houve abertura para a formulação de questionamentos e comentários. Sempre que possível, o conhecimento teórico foi associado com o prático, a fim de que o “saber fazer” fosse enfatizado. Essa abordagem mostrou que introduzir a História da Ciência pode ser uma alternativa para a desmotivação em relação ao Ensino de Ciências (BREUNIG; AMARAL; GOLDSCHMIDT 2019), uma vez que proporcionou aprendizagem significativa, aproximando os alunos das circunstâncias em que os conhecimentos estudados foram produzidos (SANTOS; MACHADO, 2018).

As TDICs são recomendadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como instrumentos de mediação de aprendizagem e funcionam como fonte de motivação, possibilitando a interação do aluno com o meio, favorecendo novas formas de desenvolvimento de trabalhos de investigação, aumentando o nível de aprendizagem (COSTA *et al.*, 2012). Nessa perspectiva, o emprego de TDICs, como o microscópio digital e recursos multimídia, mostrou-se muito satisfatório quanto ao engajamento entre os alunos e extensionistas, bem como ao estímulo pelo interesse científico. Como todos foram convidados a manipular voluntariamente os equipamentos, houve bastante curiosidade e interesse em participar, aprofundar conhecimentos sobre o mundo microscópico e explorar o que estava à disposição, corroborando outros trabalhos (CHOU; WANG, 2021; DICKERSON; KUBASCO, 2007; GOULD *et al.*, 2018; ZHOU *et al.*, 2020).

Os avanços tecnológicos estão modificando a forma de ensinar, trazendo novas metodologias que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem. Dessa maneira, é importante a atualização dos docentes a essa nova era tecnológica (NAVAS, 2014). Ao inserir as TDICs de maneira lúdica, é possível auxiliar os alunos no aprimoramento de habilidades referentes à observação e análise de informações, algo que é essencial no processo de ensino e aprendizagem (LIMAS; GONÇALVES, 2018). Nesse sentido, foi evidente que a utilização do microscópio digital, aliado a dinâmica de adivinhação com o *Quiz*, transformou uma etapa da oficina que

poderia ser apenas conteudista em algo inovador, que aproximou o objeto de aprendizagem à realidade dos alunos.

Dickerson e Kubasko (2007), mediante estudos em um distrito escolar rural na Carolina do Norte (Estados Unidos da América), adotaram ferramentas digitais, como *laptops* e microscópio digital, a fim de analisar sua eficácia na integração de tecnologias em aulas de Ciências. Concluíram que o emprego do microscópio digital conseguiu envolver os usuários de maneira positiva, estimulando a colaboração e o trabalho em equipe, além de aumentar as possibilidades de recursos didáticos disponíveis ao Ensino de Ciências.

Do mesmo modo, a utilização do microscópio digital na presente ação permitiu a interação dos alunos com tecnologias digitais, além da manipulação de um instrumento desconhecido e de custo mais acessível que o instrumento tradicional. Os indivíduos também demonstraram muita curiosidade e empolgação em participar da atividade. Por ser um equipamento de manuseio mais simples, quando comparado com o microscópio óptico, as habilidades básicas para observação de diferentes amostras são mais facilmente alcançadas. Também, por ser menos delicado, dá mais segurança ao professor utilizá-lo nas suas aulas, pois confere menor preocupação em danificar o aparelho. Ainda é recomendado ser utilizado desde os anos iniciais de ensino (BARONI *et al.*, 2014).

Por sua vez, a adoção do *Quiz* trouxe a possibilidade de os alunos aplicarem e fixarem o novo conhecimento. Segundo Alves, Minho e Diniz (2014), estratégias de gamificação como essa são eficazes em despertar aprendizagem significativa nos sujeitos envolvidos, por evocar uma série de habilidades importantes, como raciocínio, memorização, associação, planejamento, comunicação, assertividade e atenção. Mesmo quando não conseguiam acertar o desafio, os estudantes aprendiam com os erros. A maioria ficou maravilhada ao “decodificar” o conteúdo da imagem visualizada. Dessa maneira, eles passaram a associar a microscopia à realidade e reconhecer sua importância no desvelar de um mundo invisível aos “olhos nus”. Portanto, ela passou a ser um elemento mais acessível e menos abstrato.

Aquisição de habilidades referentes à microscopia

Os alunos afirmaram que esta etapa foi o momento mais marcante. A prática possibilitou que os envolvidos desenvolvessem habilidades referentes ao saber fazer, que consiste na capacidade de aplicar e fazer uso produtivo do conhecimento que foi adquirido e utilizá-lo em uma ação com propósito específico (SANTOS, 2011). Dessa maneira, os alunos praticaram técnicas de manuseio do microscópio, de confecção de lâminas e de construção de materiais didáticos alternativos (microscópio caseiro) (Figura 3). Desenvolveram habilidades científicas (observação, registro, comparação, análise, entre outras) e socioemocionais (emitir opinião baseado em argumentos reais, ouvir o outro, respeitar a opinião do colega). Ainda mobilizaram conhecimento na formação de competências gerais, de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), como a valorização dos conhecimentos construídos historicamente, desenvolvimento da curiosidade intelectual, uso de diferentes linguagens, utilização de TDICs, entre outras.

Figura 3 - Momentos vivenciados durante a oficina sobre microscopia. A. Estudantes aprendendo as técnicas de confecção do “microscópio artesanal”. B. Estudantes observando células do epitélio da cebola (*Allium cepa* L.) no “microscópio artesanal”. C. Estudantes manipulando o microscópio óptico. D. Estudantes fotografando imagens observadas no microscópio óptico para compartilhar com os amigos nas redes sociais.



Fonte: Os autores (2019).

Inicialmente, os estudantes mostraram receio em manipular o microscópio óptico, pois, segundo eles, parecia ser “um instrumento caro e muito delicado”. De fato, foi explicado que a informação é verdadeira. Porém, se eles fossem orientados a manuseá-lo corretamente e mostrassem cuidado e responsabilidade, não deveriam ficar preocupados em danificar o aparelho. Muitos trabalhos apontam essa insegurança no domínio de equipamentos científicos, não apenas pelos alunos, mas também pelos professores (GOULD *et al.*, 2018; PAGLIARINI, 2016; RUŠČIĆ *et al.* 2018; VLAARDINGERBROEK *et al.*, 2016). Essa insegurança expressada pelos alunos era ainda mais acentuada devido à ausência de um laboratório de Ciências, que fazia com os alunos não tivessem acesso a determinados equipamentos ou práticas laboratoriais.

Apesar de não possuir laboratório de Ciências, a escola dispunha de um pequeno espaço que havia sido ativado há pouco tempo, mediante a ação do docente que solicitou a aplicação da oficina. Esse profissional avistou em um local desativado e cheio de entulhos uma oportunidade para transformá-lo em um espaço que, assim como um laboratório, tivesse a capacidade de proporcionar experiências diferenciadas e significativas aos estudantes. Dessa maneira, junto com outros professores, alunos e demais funcionários da escola, iniciou-se um movimento coletivo de limpeza e organização do local. Por fim, “reinventaram” o antigo espaço, tornando-o semelhante

a um pequeno laboratório. Lamentavelmente, havia poucos equipamentos disponíveis, a maioria encontrava-se em desuso por estarem muito velhos ou quebrados. Entre eles, estavam três microscópios ópticos monoculares, que se encontravam quebrados e, portanto, impossibilitados para utilização. Esses fatores limitaram a utilização do novo espaço unicamente para a realização de aulas teóricas expositivas com uso de projetor. Dessa forma, os alunos continuavam sem acesso a experiências educativas que os auxiliassem a desenvolver habilidades práticas reais, de maneira autônoma.

Com a instrução prévia da equipe extensionista e a disponibilidade de um roteiro para consulta, os alunos se sentiram mais seguros, tornando a experiência mais confortável e confiante. Logo, eles sentiram liberdade para explorar os instrumentos e protagonizar sua aprendizagem. Com o tempo, os alunos sentiram-se mais instigados a fazer perguntas sobre a morfologia celular e técnicas de preparações de lâminas. Quando os alunos mais confiantes percebiam dificuldades em outros colegas, prontamente ofereciam ajuda. O ambiente inicial de receio e insegurança mudou para um mais autônomo, colaborativo, dialógico, questionador e transformador. Segundo Chou e Wang (2021), a implementação do microscópio no currículo escolar não favorece apenas o desenvolvimento da prática investigativa, mas estimula atitudes e comportamentos positivos, como motivação e aprendizagem colaborativa, além de fortalecer a apreensão cognitiva do conteúdo de aprendizagem. Isso acontece quando as experiências nas aulas de Ciências envolvem o aluno de maneira prática (experiential), estimulando atitudes positivas (domínio afetivo), que acabam levando ao aprimoramento de conhecimentos (domínio cognitivo) (VLAARDINGERBROEK *et al.*, 2016).

Dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza estão ligadas a uma série de fatores, entre eles está a escassez de recursos didáticos que facilitem a construção do conhecimento. Consequentemente, a disciplina apresenta caráter pouco motivador e desafiador ao aluno, pois ela é mostrada desvinculada da realidade e não promove o desenvolvimento de habilidades que possibilitem a construção do pensamento crítico (MOURA *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, a BNCC pontua que não é necessária a utilização de laboratórios bem equipados ou de tecnologias de última geração, mas é importante que os docentes procurem estratégias de ensino adaptadas à realidade das escolas (LOPES; LOPES, 2021).

Em um cenário educacional marcado pela falta de recursos básicos, que limita a realização de determinadas atividades pelo professor, principalmente quando elas necessitam da utilização do microscópio, é necessária a busca de alternativas que possibilitem aos alunos realizar e vivenciar experiências relacionadas à microscopia (SILVA *et al.*, 2019). Nesse contexto, o uso de modelos de microscópio artesanal mostrou-se não apenas como uma metodologia de ensino eficaz, mas também como uma oportunidade de os alunos sentirem-se mais próximos do processo envolvendo a construção do conhecimento científico. Ao produzirem e utilizarem esses aparatos, eles têm a possibilidade de desenvolver o exercício da criatividade ao refletirem sobre lentes, ajustes de foco, preparação de materiais, observações, além da vivência de emoções (SEPEL; ROCHA; LORETO, 2011).

Os estudantes ficaram entusiasmados com a possibilidade de criar seus próprios microscópios e explorar os objetos ao seu redor, assim como os primeiros microscopistas. Todos ficaram extremamente surpresos ao perceber que também era possível observar as células epiteliais da cebola com a utilização do modelo alternativo. Perguntas relacionadas a outros materiais que poderiam ser observados foram feitas. Muitos tiraram fotos dos roteiros disponibilizados e compartilharam em algumas redes sociais, revelando extremo interesse de reproduzir os métodos de confecção explicados na oficina.

Portanto, a experiência com o microscópio artesanal foi única e possibilitou, por meio do lúdico, o desenvolvimento de procedimentos e habilidades. Além disso, houve a contextualização do conhecimento científico com a realidade dos envolvidos. A inclusão de aspectos relacionados à vida dos alunos não só melhora a aprendizagem dos conteúdos, como também a visão deles com a realidade, superando o aspecto técnico do aprendizado (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

Ao final das atividades, foi pedido que, de forma voluntária, os alunos desenhassem o que observaram durante a oficina pelas lentes do microscópio. Muitos desenharam as células de cebola com bastante precisão. Eles demonstraram entusiasmo ao exibir suas ilustrações aos colegas, professor e grupo extensionistas. Segundo Pagliarini (2016), os desenhos são um recurso viável na construção do conhecimento científico, escapando da ideia de um ensino restrito a expressões orais ou escritas. De fato, os alunos que participaram da oficina eram cotidianamente limitados a aulas expositivas, bastante verbalizadas. Portanto, foi uma experiência única e significativa para eles.

Infelizmente, os cursos de Ciências oferecidos na Educação Básica não levam em consideração o desenvolvimento do potencial emocional dos estudantes, a bagagem cultural que permeia suas concepções espontâneas ou o aspecto experimental das Ciências. Toda essa problemática não é única e exclusivamente responsabilidade do professor, pois este profissional encontra condições desfavoráveis para exercer sua profissão. Portanto, as iniciativas de popularização da Ciência são essenciais como uma forma de complementar a educação formal (PEREIRA, 2007).

Sendo um produto da atividade humana, mesmo que tenha sido distanciada do cidadão comum, a Ciência precisa ser urgentemente desmistificada. Ela não é um saber exclusivo para pessoas específicas: este conhecimento deve estar ao alcance de todos. Não existe uma regra ou fórmula pré-estabelecida para torná-la mais conhecida. No entanto, sabe-se que existem inúmeras possibilidades que permitem sua popularização, sendo uma delas a utilização do microscópio (CAVALCANTI; PERSECHINI, 2011).

Nesta perspectiva, foi evidente que a oficina “Descobrimo o microscópio” teve impacto positivo e benéfico sobre o público e que ações de caráter extensionista são importantes na consolidação do processo de ensino e aprendizagem junto à escola. Ademais, os alunos tiveram a oportunidade de aprimorar conhecimentos e habilidades de maneira autônoma, à medida em que percorriam a trilha de aprendizagem elaborada (LOPES; LIMA, 2019). Mais ainda,

consolidaram saberes que ultrapassaram o âmbito escolar e foram disseminados por eles mesmos à sua comunidade.

As trilhas de aprendizagem têm o potencial de desempenhar importante papel na forma como os educadores atendem seus alunos e como o conhecimento é construído. No entanto, muitos professores ainda não sabem como habilitar ou projetar trilhas de aprendizagem e as pesquisas empíricas sobre o tema são escassas, tornando-se de suma importância mais estudos que abordem essa temática (DE SMET *et al.*, 2016).

Considerações finais

Levando em conta a experiência relatada, ressalta-se a importância de abordar conteúdos básicos de Ciências de modo contextualizado, nesse caso, com relação à microscopia e seu contexto histórico. As ações educativas proporcionaram experiências prazerosas, formativas e informativas aos envolvidos. Em diversos níveis de complexidade, foi possível desenvolver conteúdos (História da Ciência; descoberta da célula; Física Óptica; ângulos e escalas), além de procedimentos (uso do microscópio, conhecimento de técnicas de microscopia e construção de instrumentos ópticos) e atitudes (reflexão, observação, curiosidade, entre outras) científicas. Particularmente, estimularam a introdução do microscópio no cotidiano dos estudantes. Portanto, espera-se que mais ações como essas sejam realizadas, a fim de suprir lacunas formativas, além de estimular o interesse dos cidadãos por Ciência e assuntos científicos.

Agradecimentos

Agradecemos à PROEXC/UFRPE pelo auxílio financeiro. Ao docente, aos gestores da escola e aos alunos, que foram receptivos e contribuíram para a realização das ações educativas.

Referências

ALVES, L. R. G.; MINHO, M. R. S.; DINIZ, M. V. C. Gamificação: diálogos com a educação. In: FADEL, L. M. *et al.* (Org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 74-97. Disponível em: https://12a44a16-333b-2afc-4c09-a9f4ce61c300.filesusr.com/ugd/143639_bc905418dc92488ba0910561daa9afac.pdf. Acesso em: 18 out. 2021.

BARONI, P. *et al.* On the use of digital microscopes at nursery and primary schools. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 131, p. 521-526, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.159>.

BERGMAN, L.; SCHOOLEY, C. A successful educational collaboration between scientists and educators: microscopic explorations. **Cell Biology Education**, v. 2, n. 1, p. 25-28, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 out. 2021.

BREUNIG, E. T.; AMARAL, A. S.; GOLDSCHMIDT, A. I. História da ciência: revelando concepções fragmentadas a partir de imagens de cientistas. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 33, p. 134-150, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18542/amazrecm.v15i33.6054>.

CAVALCANTI, C.; PERSECHINI, P. Museus de Ciência e a popularização do conhecimento no Brasil. **Field Actions Science Reports (FACTS)**, v. 3, p. 1-10, 2011. Disponível em: <http://journals.openedition.org/factsreports/1085>. Acesso em: 06 out. 2021.

CHOU, P. N.; WANG, P. J. Looking deeper: using the mobile microscope to support young children's scientific inquiries. **Sustainability**, v. 13, n. 7, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13073663>.

COLOMBO JUNIOR, P. D.; MOREIRA, M. D.; OVIGLI, D. F. B. A divulgação científica como elo entre universidade e sociedade: experiências em Uberaba/MG. **Revista Amazônida**, v. 3, n. 2, p. 40-59, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29280/rappge.v3i2.4927>.

COSTA, A. F. *et al.* (Coord.). **Repensar as TIC na educação: o professor como agente transformador**. Lisboa: Santillana, 2012.

DE SMET, C. *et al.* The design and implementation of learning paths in a learning management system. **Interactive Learning Environments**, v. 24, n. 6, p. 1076-1096, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.951059>.

DICKERSON, J.; KUBASCO, D. Digital Microscopes: enhancing collaboration and engagement in Science classrooms with information technologies. **Technology and Teacher Education**, v. 7, n. 4, p. 279-292, 2007. Disponível em: <https://citejournal.org/wp-content/uploads/2016/04/v7i4science1.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 06 out. 2021.

FREITAS, I. A.; BRANDÃO, H. P. **Trilhas de Aprendizagem como Estratégia para Desenvolvimento de Competências**, 2005. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2005-gpra-0316.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

GOULD, K. S. *et al.* Interactive touch-screen monitors facilitate collaborative learning of microscopy skills in an introductory-level plant biology lab. **Journal of Biological Education**, v. 53, n. 1, p. 47-53, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1420680>.

KADIRBERDIEVNA, B. S. Increase the effectiveness of education in biology classes using a digital microscope. **JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal**, v. 6, n. 11, p. 85-92, 2020. Disponível em: <https://media.neliti.com/media/publications/335638-increase-the-effectiveness-of-education-8c01b20a.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

LIMAS, G. S.; GONÇALVES, L. L. Relações entre as recomendações para o uso das tecnologias de informação e comunicação (TICS) pela proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as práticas pedagógicas no Ensino Fundamental I. **Saberes Pedagógicos**, v. 2, n. 1, p. 42-66, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/rsp.v2i1.3715>.

LOPES, P.; LIMA, G. A. Strategies for organization, representation and management of learning paths. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 24, n. 2, p. 165-195, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/3862>.

LOPES, Z.; LOPES, L. A. Sequência didática para o ensino de citologia na educação de jovens e adultos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 13968-13977, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-153>.

MARTINS, I. M. *et al.* Aplicação de protótipo de microscópio de baixo custo como estratégia para o ensino de ciências e conscientização ambiental. **Extensão Tecnológica**, v. 8, n. 5, p. 192-206, 2021. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1271>. Acesso em: 06 out. 2021.

MINAYO, M. C. D. S. Importância da Avaliação Qualitativa combinada com outras modalidades de Avaliação. **Saúde & Transformação Social**, v. 1, n. 3, p. 2-11, 2011. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/saudetransformacao/article/view/652/844>. Acesso em: 11 set. 2021.

MONTEIRO, A. V. G. **História da Ciência no Ensino: Obstáculos Enfrentados por Professores na Elaboração e Aplicação de Materiais Didáticos**. 2014. 111 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://dippg.cefet-rj.br/ppcte/attachments/article/81/2014%20-%20HIST%C3%93RIA%20DA%20CI%C3%80NCIA%20NO%20ENSINO%20OBST%C3%81CULOS-.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

MOREIRA, I. D. C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social**, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2006. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1512/1707>. Acesso em: 11 set. 2021.

MOTA, L. B.; ZANOTTI, R. F. Tecnologias digitais de informação e comunicação aplicadas ao ensino de biologia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 64341-64353, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-695>.

MOURA, J. *et al.* Biologia/Genética: O Ensino de Biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil - breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013. DOI: 10.5433/1679-0367.2013v34n2p167.

NAVAS, V. S. P. **Integração das tecnologias digitais de informação e comunicação no currículo e nas práticas escolares no Ensino de Ciências e Biologia**. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/167331/TCC_Navas.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 out. 2021.

OLIVEIRA, T. C. Reflexões sobre iniciativas de popularização da ciência através de projetos de extensão. *In*: 10º Encontro Internacional de Formação de Professores, 2017, Aracaju. **Anais do Enfope**. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4696/1564#>. Acesso em: 10 set. 2021.

PAGLIARINI, D. S. **Atividades práticas com microscopia e o desenvolvimento de habilidades no ensino fundamental**. 2016. 57 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6706/PAGLIARINI%2c%20DAIANE%20SCHIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 out. 2021.

PEREIRA, G. R. **Do lúdico ao científico**: construção e avaliação de módulos experimentais de óptica em museus de ciências e em ambientes escolares. 2007. 189 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/brasiliana/media/Dissertacao%20Grazielle%20R%20Pereira.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

QEDU. Escola Conselheiro Samuel MacDowell: distorção idade-série, 2020. Disponível em: https://qedu.org.br/escola/98358-escola-conselheiro-samuel-mac-dowell/distorcao-idade-serie?dependence=0&localization=0&stageId=initial_years&year=2020. Acesso em: 10 set. 2021.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência?. *In*: WARD, H. *et al.* **Ensino de Ciências**. Porto Alegre. Artmed, 2010. p. 13-33.

RUŠČIĆ, M. *et al.* The use of microscope in school biology teaching. **Resolution and Discovery**, v. 3, n. 1, p. 13-16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1556/2051.2018.00054>.

SANTOS, A. C. G. G.; MACHADO, V. M. Uso da história da ciência em uma aula sobre microscopia. **Revista Brasileira de Educação Básica**, v. 3, n. 7, p. 1-9, 2018. Disponível em: <http://pensaraeducacao.com.br/rbeducacaobasica/wp-content/uploads/sites/5/2019/10/06->

Ana-Caroline-Gonçalves_USO-DA-HISTÓRIA-DA-CIÊNCIA-EM-UMA-AULA-SOBRE-MICROSCOPIA.pdf. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTOS, A. P. Conhecimentos, habilidades e atitudes: o conceito de competências no trabalho e seu uso no setor público. **Revista do Serviço Público**, v. 62, n. 4, p. 369-386, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21874/rsp.v62i4.78>.

SANTOS, M. P. Extensão Universitária: espaço de aprendizagem profissional e suas relações com o ensino e a pesquisa na educação superior. **Revista Conexão UEPG**, v. 8, n. 2, p. 154-163, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514151728002>. Acesso em: 22 out. 2021.

SARDENBERG, A.; EUZÉBIOS FILHO, A. Trilhas educativas: uma proposta de organização curricular em diálogo com os saberes comunitários e com os interesses dos educandos. In: SINGER, H. (Org.). **Coleção Tecnologias do Bairro-escola**, v. 5, Articulação Escola-Comunidade. São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz, 2014. 115 p. Disponível em: https://www.cidadeescolaaprendiz.org.br/wp-content/uploads/2014/08/Tecnologias-do-Bairro-escola_Vol5_articulacao-escola-comunidade.pdf. Acesso em: 2 nov. 2021.

SEPEL, L. M. N.; ROCHA, J. B. T.; LORETO, E. L. S. Construindo um microscópio II. Bem simples e mais barato. **Genética na escola**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011. Disponível em: https://7ced070d-0e5f-43ae-9b1c-ae006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_f82cb1c1a0bc43a9832693786afc9a33.pdf. Acesso em: 21 out. 2021.

SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S.; ROCHA, J. B. T. Using a replica of Leeuwenhoek's microscope to teach the history of science and to motivate students to discover the vision and the contributions of the first microscopists. **CBE Life Sciences Education**, v. 8, n. 4, p. 338-343, 2009. DOI: 10.1187/cbe.08-12-0070.

SILVA, A. *et al.* Explorando o mundo microscópico através de leitores de DVD usados: uma experiência com alunos do Ensino Médio de escolas do interior do estado do Rio de Janeiro. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, n. 10, p. 103-137, 2019. DOI: <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/mundo-microscopico>.

SILVA, M. L. D.; RUYSAM, B.; RHODEN, S. A. Do Micro Ao Macro: O Microscópio Vai à Escola. **Anais da Feira de Ensino, Pesquisa e Extensão do Campus São Francisco do Sul**, v. 1, n. 8, p. 2-3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21166/fepexsfs.v1i1.2000>.

SOARES NETO, J. J. *et al.* A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte. **Revista do Serviço Público**, v. 64, n. 3, p. 377-391, 2013. DOI: <https://doi.org/10.21874/rsp.v64i3.129>.

SOARES, L. C. P. **Desenvolvimento de trilhas de aprendizagem por meio da metodologia de decomposição comportamental**: estudo de caso. 2015. 69 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Gestão Pública para o Desenvolvimento)

- Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/11353/1/Dissertacoes_DesenvolvimentoTrilhasAprendizagem.pdf. Acesso em: 6 nov. 2021.
- STORKSDIECK, M. Using Microscopy for Authentic Science Teaching: A Learning Sciences Perspective. **Microscopy and Microanalysis**, v. 21, n. 3, p. 647-648, 2015. DOI: 10.1017/S1431927615004031.
- VALÉRIO, M.; TORRESAN, C. A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 10, p. 125-134, 2017. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v10i1.16>.
- VANNIER-SANTOS, M. A.; DECCACHE-MAIA, E. PhD (Per hour Doctor): a ludic, interactive, educational activity using microscopy. **Communicating Current Research and Educational Topics and Trends** 0EC02C36734D80CD265B22E5D7944CA?doi=10.1.1.551.4137&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 24 out. 2021.
- VLAARDINGERBROEK, B. *et al.* Linking the experiential, affective and cognitive domains in biology education: a case study—microscopy. **Journal of Biological Education**, v. 51, n. 2, p. 144-150, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1177574>.
- WALLAU, G. L. *et al.* Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. **Genética na escola**, v. 3, n. 2, p. 8-12, 2008. Disponível em: https://7ced070d-0e5f-43ae-9b1c-ae006b093c9.filesusr.com/ugd/b703be_287b7c90c580468b9e9d828d3a9506be.pdf. Acesso em: 26 set. 2021.
- WILMES, S. E. D. Interaction rituals, emotions, and early childhood science: digital microscopes and collective joy in a multilingual classroom. **Cultural Studies of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 373-385, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10056-6>.
- WOMMER, F. G. B.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. L. S. Proposta didática para o ensino de biologia celular no ensino fundamental: a história da ciência, experimentação e inclusão. **Technology and Society**, v. 12, n. 2, p. 190-197, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v12.n2>.
- ZHOU, X. *et al.* Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education. **Virtual Reality & Intelligent Hardware**, v. 2, n. 4, p. 316-329, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2020.07.004>.