



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANDREZA CRISTINA DE LIMA

**AÇÕES EDUCATIVAS SOBRE MICROSCOPIA COM ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Recife

2021

ANDREZA CRISTINA DE LIMA

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para aprovação da disciplina optativa monografia.

Orientadora: Bióloga Dra. Iêda Ferreira de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo de Carvalho

Recife

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L732a Lima, Andreza Cristina de
Ações educativas sobre microscopia com estudantes do Ensino Fundamental: Um relato de experiência
/ Andreza Cristina de Lima. - 2021.
73 f. : il.
- Orientadora: Ieda Ferreira de .
Coorientadora: Reginaldo de Carvalho.
Inclui referências e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. Ensino de Ciências . 2. Material didático. 3. Microscópio. 4. Popularização da Ciência. 5. Trilha de aprendizagem . I. , Ieda Ferreira de, orient. II. Carvalho, Reginaldo de, coorient. III. Título

ANDREZA CRISTINA DE LIMA

**AÇÕES EDUCATIVAS SOBRE MICROSCOPIA COM ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para aprovação da disciplina optativa monografia.

Banca Examinadora:

Biol. Dra. Iêda Ferreira de Oliveira (Orientadora e Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Cristiane Maria Varela de Araújo de Castro (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Elisangela Lucia de Santana Bezerra (Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

MSc. Ana Kelly dos Santos Maia (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ao meu pai, à minha mãe e a todos que
sempre estiveram ao meu lado, não
importa o quão árduo fosse o caminho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, por sempre ser o primeiro a acreditar em mim e por ser a pessoa que sempre me incentivou a alçar voos mais altos.

A minha mãe, que, por ser uma mulher forte, decidida e determinada, me inspirou muitas vezes, fazendo com que eu não desistisse de alcançar meus objetivos.

A meu irmão Jaylton (em memória), a quem sempre admirei em segredo e que hoje, infelizmente, não poderá me ver colhendo os frutos de tanto esforço e dedicação.

Ao meu companheiro Uriel, que esteve presente nos momentos mais difíceis da minha vida. Você me incentivou, me acolheu e acima de tudo acreditou em mim de corpo e alma. Estar ao seu lado me fez ter uma perspectiva mais positiva e bonita acerca do mundo. Sem você, esse momento não seria possível. Obrigada por ser único e especial na minha vida

A Juliana, umas das pessoas mais incríveis que tive a sorte de conhecer. Você sempre me ajudou emocionalmente nos piores momentos da minha vida pessoal e acadêmica. Minha admiração por você não pode ser expressa em palavras. Portanto, Ju, obrigada por estar comigo nessa jornada. Eu não teria conseguido sem você. Espero sempre contar com você nesta intensa trajetória que chamamos de vida.

A minha amada tia Sandra e seus preciosos filhos, que, nos momentos de tensão e nervosismo, me ajudaram a descontrair e apreciar a beleza por trás de toda agitação.

A minha orientadora lêda, que acompanhou parte da minha trajetória acadêmica, nos projetos de extensão. Obrigada por ser tão presente, por todos os ensinamentos e orientações que foram de suma importância para a concepção do caminho que desejo trilhar enquanto futura educadora.

Ao meu coorientador professor Reginaldo, por ter oportunizado minha participação em um projeto que se tornou a melhor experiência de toda minha trajetória acadêmica e por se fazer presente nessa jornada.

A UFRPE, por possibilitar minha formação acadêmica. À PROEXC/UFRPE, pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de extensão.

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. Conseqüentemente, o interesse por atividades científicas é afetado negativamente, necessitando de ações que as estimulem. Visando popularizar a Ciência e fortalecer o conhecimento sobre microscopia, foram realizadas atividades de extensão junto a estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual localizada em Camaragibe (Pernambuco). A intervenção 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. Além disso, a microscopia mostrou-se como potencial recurso pelos alunos na multiplicação de saberes em sua comunidade.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Material didático. Microscópio. Popularização da Ciência. 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 unsatisfactory. Consequently, interest in scientific activities is negatively affected, requiring actions that encourage them. Aiming to popularize Science and strengthen knowledge about microscopy, outreach activities were carried out with elementary school students from a state public school located in Camaragibe (Pernambuco). The educational intervention consisted of: a) retrieval of prior knowledge; b) interactive lecture using optical and digital microscope models; c) workshop on optical microscope manipulation and 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, so necessary for the mobilization of educational competences. Furthermore, microscopy proved to be a potential resource for students in the multiplication of knowledge in their community.

Keywords: Science Teaching. Courseware. Microscope. Popularization of Science. Learning trail.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Representação de um modelo de microscópio composto desenvolvido por Robert Hooke no século XVII.	17
Figura 2.	Representação de um modelo de microscópio desenvolvido por Leeuwenhoek no século XVII.	18
Figura 3.	Competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).	21
Figura 4.	Estrutura e organização dos componentes curriculares que constituem o Ensino Fundamental, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).	23
Figura 5.	Definições de habilidades que devem ser desenvolvidas no Ensino de Ciências de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).	25
Figura 6.	Microscópio monocular do tipo escolar.	33
Figura 7.	Microscópio binocular.	34
Figura 8.	Estereomicroscópio binocular.	35
Figura 9.	Microscópio digital portátil USB.	37
Figura 10.	Microscópio artesanal proposto por Wallau et al. (2008).	39
Figura 11.	Modelo de microscópio artesanal segundo Sepel, Rocha e Loreto (2011).	40
Figura 12.	Observações realizadas com o microscópio artesanal proposto por Silva, Baltar e Bezerra (2019).	41
Figura 1.	Trilha de aprendizagem percorrida pelos estudantes da Escola Conselheiro Samuel MacDowell durante a ação de extensão.	57
Figura 2.	Parte das perguntas e respostas do QUIZ aplicado durante a palestra interativa.	58
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 (<i>Allium Cepa</i>) 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.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&T	Ciência e Tecnologia
DEPDI	Departamento de popularização e difusão da Ciência
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
MCV	Museu Ciência da Vida
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
MET	Microscópio Eletrônico de Transmissão
NGSS	Next Generation Science Standards
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PhD	Per hour doctor
PNE	Plano Nacional de Educação
PPPC	Política Pública de Popularização da Ciência
SECIS	Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TDICs	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UNIFESO	Centro Universitário Serra dos Órgãos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo geral	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. REFERÊNCIAL TEÓRICO	16
3.1. A invenção do microscópio e o advento da microscopia	16
3.2. Contextualizando a Base Nacional Comum Curricular na Educação Básica	19
3.2.1. A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino de Ciências da Natureza	22
3.2.2. O ensino de microscopia e a Base Nacional Comum Curricular	26
3.2.3. A utilização da microscopia na sala de aula	28
3.3. Modelos de microscópios empregados no Ensino de Ciências e de Biologia	31
3.3.1. Microscópio óptico	31
3.3.2. Estereomicroscópio	34
3.3.3. Microscópio digital	35
3.3.4. Microscópios “artesanais”	38
3.4. Popularização do conhecimento científico	41
3.4.1. Estratégias de popularização científica	42
4. REFERÊNCIAS	46

5. ARTIGO CIENTÍFICO	54
6. CONCLUSÃO	71
ANEXO	72

1. INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define um conjunto de aprendizagens essenciais que todos alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. A BNCC também possui como foco o desenvolvimento de competências, que estão relacionadas à aquisição e mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores (BRASIL, 2018). Também existe um comprometimento com a Educação Integral, que visa criar processos educativos que proporcionem experiências formativas, colocando os alunos no centro da aprendizagem (CERRADAS; KEMP, 2021).

No que se refere ao Ensino de Ciências, a BNCC assume compromisso com o letramento científico, com a garantia do acesso à diversidade do conhecimento científico produzido ao longo da história e com a aproximação dos principais processos e práticas da investigação científica. Isso é de suma importância para introduzir o aluno ao mundo da Ciência, pois o auxilia no desenvolvimento de habilidades reais, permitindo uma atuação racional e consciente sobre o mundo (CARVALHO, 2013).

Infelizmente, existem muitas limitações no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas envolvendo as Ciências da Natureza, tornando as práticas pouco motivadoras e, de certa maneira, desafiadoras para o aluno, pois as mesmas são desvinculadas dos problemas reais e, muitas vezes, falham no desenvolvimento de habilidades (MOURA et al., 2013). Dessa maneira, o Ensino de Ciências deve promover situações que possibilitem o desenvolvimento de uma série de habilidades pelos estudantes, abordando os conteúdos de forma histórica, contextualizada e com linguagem científica (MARIANI; SEPEL, 2020). Para que isto ocorra, o professor deve utilizar diferentes recursos didáticos, sendo um deles o microscópio.

O advento do microscópio possibilitou transformações que reformularam o pensamento biológico antigo, influenciando todas as áreas do conhecimento, construindo, dessa maneira, a Biologia Moderna que hoje conhecemos (VALÉRIO; TORESSAN, 2017). Ele é um recurso tecnológico que pode auxiliar na melhoria do processo de ensino e aprendizagem e no desempenho dos alunos, pois contribui

para a superação de dificuldades que envolvem os estudos de Biologia (SILVA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2009). Além disso, mostra-se como uma ferramenta motivadora e com potencial de tornar o ensino mais atrativo (ABREU, 2016).

Atualmente, com o auxílio das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e de outros materiais educativos, a integração da microscopia aos currículos escolares tem se tornado cada vez mais frequente. Como alternativa aos equipamentos ópticos tradicionais, de valores elevados para aquisição por inúmeras instituições de ensino, existem os modelos economicamente mais acessíveis denominados de microscópios digitais. Estes são dispositivos ópticos equipados com um conversor visual-digital capaz de transferir a imagem de um micro objeto para um computador em tempo real (KADIRBERDIEVNA, 2020).

Por sua vez, o microscópio artesanal faz parte de mais uma proposta inovadora que visa inserir a microscopia na Educação Básica pela utilização de modelos alternativos. Por ser desenvolvido a partir de materiais recicláveis, é um modelo financeiramente acessível, favorecendo sua inserção nas aulas práticas escolares. Ademais, este simples dispositivo permite que o processo de descoberta do mundo microscópico ocorra de forma mais exploratória, instigando a curiosidade do aluno (WALLAU et al., 2008).

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. Dentre tais ações, destacam-se as exposições científicas itinerantes e as oficinas (REJAN; ARAUJO; ANDRADE, 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo detalhar uma ação de extensão que foi aplicada visando a promoção da democratização e popularização do conhecimento científico, por meio do desenvolvimento de conceitos e habilidades envolvendo noções básicas de microscopia, juntamente com a sua contribuição para o surgimento de grandes descobertas científicas. Além disso, buscou instrumentalizar o professor com possibilidades didáticas para a implementação de

atividades de microscopia no seu dia-a-dia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Relatar um conjunto de ações educativas sobre microscopia, voltadas para estudantes do Ensino Fundamental II de uma escola pública do município de Camaragibe.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever o conjunto de estratégias pedagógicas desenvolvidas.
- Apontar as mudanças ocorridas nas concepções metodológicas e/ou atitudinais dos estudantes com relação à microscopia.
- Avaliar os materiais didáticos produzidos.
- Analisar as principais impressões desenvolvidas ao longo do percurso formativo.
- Discutir a importância de ações no âmbito das ações de difusão científica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A invenção do microscópio e o advento da microscopia

Desde o século XVII, a Ciência passou a fazer uso de equipamentos que viriam a se tornar condição essencial para a construção do conhecimento científico. Nesse contexto, surgiram os mais diversos instrumentos, como a bússola, a luneta e o microscópio, sendo este último um aparato que passou a ser utilizado para a observação de fenômenos (BARBOSA, 2014).

A história do microscópio pode ser definida como a trajetória da humanidade em busca de compreender e aperfeiçoar a visão. Este aparato possibilitou inúmeras descobertas científicas essenciais, ao desvendar um mundo antes “invisível” aos olhos humanos. Conhecidos como pioneiros da microscopia, Robert Hooke e Anton Van Leeuwenhoek possuíam, sem dúvida, uma imaginação que excedia a tecnologia da época (MANNHEIMER, 2002).

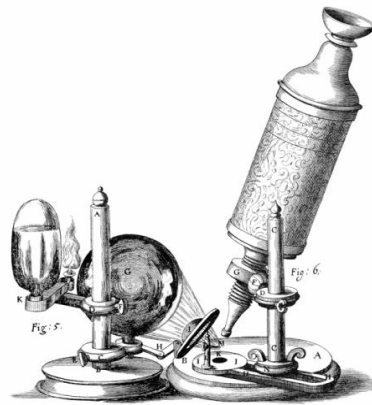
Particularmente, Hooke não possuía interesse especificamente biológico, mas sim microscópico. Com a utilização de um modelo de microscópio composto (Figura 1), de pequeno poder de ampliação, realizou inúmeras observações de vegetais, cogumelos e outros seres (DE ANDRADE, 2011). Suas observações possibilitaram o surgimento de umas das maiores obras científicas de todos os tempos, “Micrographia”, que contém os resultados mais importantes obtidos (GEST, 2005).

Em meio à enorme diversidade de observações presentes na obra *Micrographia*, destaca-se a ilustração da estrutura da cortiça, não só por ser a mais famosa dentre elas, mas também por ter dado origem a um conceito fundamental na Biologia. Embora Hooke tenha sido o primeiro a observar uma estrutura que denominou de “célula”, ele não é considerado o fundador da Citologia (ou Biologia Celular). Sua contribuição está no valor de suas observações, na representação da natureza e nos detalhes das suas ilustrações. Portanto, seu trabalho contribuiu essencialmente para o desenvolvimento da microscopia (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010).

Infelizmente, as observações realizadas por Hooke foram limitadas, devido ao baixo poder de ampliação de seu microscópio. No entanto, Anton Van Leeuwenhoek

ficaria conhecido por fazer descobertas inovadoras e realizar um estudo prolongado de objetos microscópicos através da utilização de lentes duplo convexas montadas entre placas de latão, que eram melhores que o padrão encontrado na época (ZUYLEN, 1981).

Figura 1. Representação de um modelo de microscópio composto desenvolvido por Robert Hooke no século XVII.



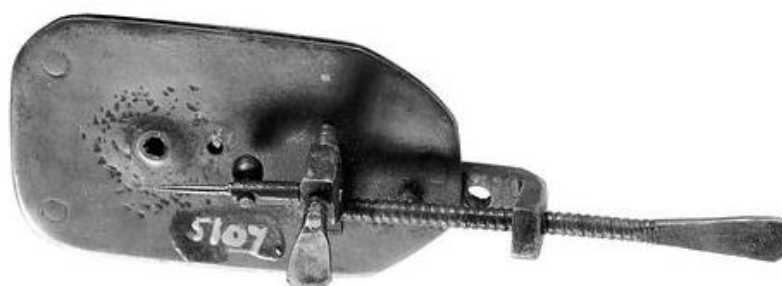
Fonte: Look and Learn (2018).

Investigando e experimentando com seu microscópio (Figura 2), que possuía poder de ampliação de até 300 vezes, Leeuwenhoek tornou-se um dos primeiros a observar organismos unicelulares vivos, denominando-os de animálculos. Ele também observou células sanguíneas e espermatozoides. Os aprimoramentos realizados por Leeuwenhoek permitiram o aperfeiçoamento das técnicas de microscopia. Infelizmente, suas descobertas relacionadas a micro-organismos foram ignoradas durante muitos anos (RIBATTI, 2018).

As possibilidades que o microscópio gerou na investigação de fenômenos estão dentro de um processo mais amplo denominado na História da Ciência como Revolução Científica. Esse momento durou do século XVI até o século XVIII. No entanto, apenas na segunda metade do século XIX a relação entre os seres microscópicos observados por Leeuwenhoek e certas doenças começou a ser estabelecida. Esse evento foi extremamente importante para a consolidação de novas áreas e para a transformação da maneira de se perceber a realidade que o microscópio proporciona (PIRES et al., 2014).

Dessa maneira, a microscopia evolui muito ao longo do tempo e diversos modelos de microscópios foram confeccionados. As principais direções dessa evolução foram a microscopia óptica e a microscopia eletrônica (PIRES et al., 2014).

Figura 2. Representação de um modelo de microscópio desenvolvido por Leeuwenhoek no século XVII.



Fonte: Look and Learn (2018).

O microscópio óptico (ou microscópio de luz) é composto por uma parte mecânica e uma parte óptica. Existem variações desse equipamento que facilitam a observação de certos aspectos celulares, sendo elas: a) microscópio de campo claro - o mais utilizado para análises biológicas; b) microscópio de campo escuro - destinado à visualização de materiais muito pequenos; c) microscópio de contraste - voltado para o estudo de células vivas não coradas; d) microscópio invertido - usado para observação de materiais como cultura de células e sedimentos; e) microscópio de fluorescência - empregado na detecção de estruturas marcadas por compostos fluorescentes. Geralmente esses microscópios são utilizados para fins de pesquisa ou diagnóstico e possuem diversos recursos auxiliares (MELO, 2018).

A observação de células isoladas e cortes de tecidos no microscópio óptico caracteriza-se por ser um procedimento difícil, pois possui o inconveniente de oferecer imagens que facilmente perdem a nitidez devido à interferência de raios luminosos, já que a espessura do material a ser observado é maior que o plano de foco do microscópio. Nesta perspectiva, o microscópio confocal surgiu como uma solução para este inconveniente, pois seu processo de iluminação ocorre através da ação de um delgado feixe de raios laser que atinge apenas um determinado ponto do plano da célula (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012).

O microscópio eletrônico é um dos equipamentos básicos da nanociência e possui papel fundamental na pesquisa biológica, pois é o único que apresenta poder de resolução suficiente para a observação de estruturas internas, como organelas celulares. O microscópio eletrônico foi considerado a principal invenção do século XX e esse instrumento pode ser de dois tipos: microscópio eletrônico de transmissão (MET) e microscópio eletrônico de varredura (MEV) (MELO, 2018).

No MET, são utilizados feixes de elétrons que atravessam a amostra, permitindo a observação da organização interna do material através de imagens bidimensionais. No MEV, é permitida a utilização de amostras com dimensões maiores. Os feixes de elétrons não atravessam o material a ser observado e a amostra é observada superficialmente através de imagens tridimensionais (MELO, 2018).

Paralelamente ao aprimoramento dos modelos de microscópios, também houve o desenvolvimento de métodos de estudos dos componentes celulares com base na aplicação de técnicas bioquímicas e biofísicas. Algumas delas são: a) fixação (técnica essencial para preservar a morfologia e a composição química dos tecidos e das células. Consiste na morte destes de tal maneira que as estruturas que possuíam em vida sejam conservadas); b) microtomia (processo relacionado ao corte de tecidos em lâminas finas utilizando instrumentos denominados micrótomos); c) coloração (técnica que consiste na utilização de corantes ácidos ou básicos para observação de determinados componentes celulares) (DE ROBERTIS, 2016).

Além da contribuição do microscópio e, por extensão, da microscopia para a construção do conhecimento científico contemporâneo, através da pesquisa, nos dias de hoje, também é uma ferramenta essencial 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).

3.2. Contextualizando a Base Nacional Comum Curricular na Educação Básica

Há muito tempo, espera-se que o ensino contribua para o desenvolvimento da autonomia e da cidadania. Além disso, diante da presença constante das tecnologias digitais e do fácil acesso às informações, espera-se que os sujeitos sejam capazes


de aprender e se informar continuamente ao longo da vida, que sejam conscientes, críticos e ativos. Para que cheguemos a essas metas, a forma de enxergar a educação como mera transmissão de conhecimentos mostrou-se ineficaz, fazendo necessário desenvolver os indivíduos mais “integralmente”, pelo estímulo de aprendizagens baseadas também em habilidades, competências e atitudes (CAMPOS; NIGRO, 1999).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Este documento está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018).

A BNCC também é um instrumento fundamental que, além de garantir a permanência no âmbito escolar, proporciona um mesmo patamar educacional a todos os estudantes. Para isto, tal documento deve assegurar que, ao longo da Educação Básica, os alunos desenvolvam dez competências (Figura 3). As competências podem ser definidas como:

A mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

O foco no desenvolvimento de competências tem orientado a maioria dos municípios e Estados brasileiros, além de diferentes países, na construção de seus currículos. A explicitação das competências oferece meios para o fortalecimento de ações que assegurem o desenvolvimento das aprendizagens essenciais definidas pela BNCC, através da indicação clara do que os alunos devem saber (considerando a aquisição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, saber fazer (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores na resolução das demandas da vida cotidiana e pleno exercício da cidadania) (BRASIL, 2018).

Figura 3. Competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: Brasil (2018).

A BNCC também afirma, de maneira explícita, o seu compromisso com a Educação Integral, onde reconhece que a Educação Básica deve visar ao progresso humano global. Dessa maneira, assume-se uma visão onde os jovens, adultos e crianças são vistos como sujeitos de aprendizagem e uma educação voltada para a evolução plena de suas singularidades e diversidades é desenvolvida (BRASIL, 2018).

Segundo Cerradas e Kemp (2021), a Educação Integral retratada na BNCC não diz respeito à jornada escolar, mas sim à ideia de criar processos educativos que proporcionem aprendizagens significativas, colocando os alunos no centro de sua aprendizagem. Além disso, os currículos e a BNCC possuem funções complementares e as aprendizagens só acontecem por meio do conjunto de decisões que constituem o currículo utilizado.

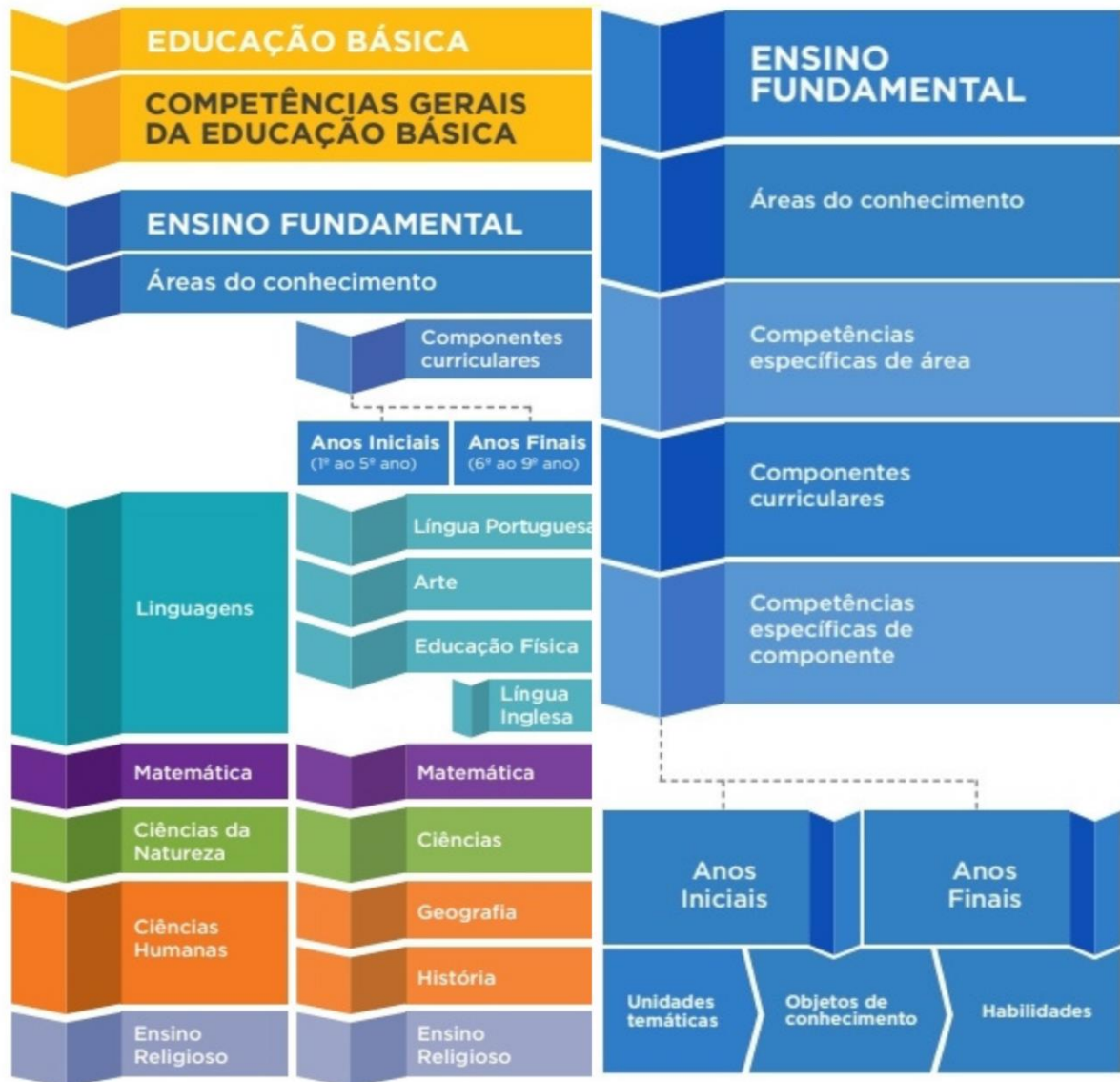
É necessário o esclarecimento de que a BNCC não pode ser definida como o currículo em si, mas como documento que normatiza o essencial que todas as escolas devem contemplar em seus currículos. Se o documento fosse consolidado como currículo escolar, a educação ficaria engessada e restrita, comprometendo a ideia de promover uma educação de qualidade para todos (METZ; WACHHOLZ; CANAN, 2020).

3.2.1. A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino de Ciências da Natureza

No Ensino Fundamental, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) organiza os conhecimentos em cinco áreas: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. Cada área do conhecimento contém competências específicas e a apresentação do componente curricular encontra-se organizado em anos iniciais e finais e nele são explicitadas as unidades temáticas, objetos do conhecimento e habilidades (Figura 4).

As unidades temáticas definem um arranjo dos objetos do conhecimento ao longo do Ensino Fundamental, adequando às especificidades dos diferentes componentes curriculares. Cada unidade temática contempla uma gama maior ou menor de objetos de conhecimento, assim como cada objeto do conhecimento se relaciona a um número variável de habilidades (BRASIL, 2018).

Figura 4. Estrutura e organização dos componentes curriculares que constituem o Ensino Fundamental, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).



Fonte: Brasil (2018).

Ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza assume um compromisso com o letramento científico e a garantia do acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a Educação Básica (BRASIL, 2018).

Esse pensamento condiz com as ideias propostas por Carvalho (2013), que destaca a importância de introduzir os alunos ao mundo da Ciência através de práticas investigativas, auxiliando-os a desenvolver habilidades reais que permitam uma atuação racional e consciente no mundo. Também se relaciona à ideia de Rosa, Perez e Drum (2007), que enfatizam a importância de uma Educação Básica vinculada à alfabetização científica.

É fundamental para a educação científica o desenvolvimento de práticas que estimulem a expansão do raciocínio, construção de juízo crítico e forma de realizar investigações críticas sobre os problemas do cotidiano. Esta ideia tem sido cada vez mais utilizada para a configuração dos currículos escolares (SASSERON, 2018). Em suma, o Ensino de Ciências deve promover situações na qual os alunos possam desenvolver uma série de habilidades baseadas em quatro eixos principais: a) definição de problemas; b) levantamento, análise e representações; c) comunicação e d) intervenção (Figura 5).

Para orientar a elaboração dos currículos de Ciências, as aprendizagens essenciais a ser asseguradas neste componente curricular foram organizadas em três unidades temáticas (Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo) que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental (BRASIL, 2018).

A unidade temática “Matéria e Energia” está relacionada ao estudo sobre a utilização, ocorrência e processamento de recursos naturais empregados na geração de diferentes tipos de energia e no uso responsável de inúmeros materiais. O aprofundamento de tal temática proporciona aos alunos o desenvolvimento de reflexões acerca de hábitos mais sustentáveis no uso dos recursos naturais e científico-tecnológicos, além do desenvolvimento de ações coletivas para o reaproveitamento responsável de recursos (BRASIL, 2018).

Na unidade temática “Vida e Evolução”, nos deparamos com o estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características e necessidades, além da vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta (BRASIL, 2018).

Na unidade temática “Terra e Universo”, encontram-se como objetivo a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes e a compreensão de alguns fenômenos naturais. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser

humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes (BRASIL, 2018).

Figura 5. Definições de habilidades que devem ser desenvolvidas no Ensino de Ciências de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

<ul style="list-style-type: none"> • Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas. • Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações. • Propor hipóteses. 	<p>Definição de problemas</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.). • Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representações de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos etc.). • Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado). • Elaborar explicações e/ou modelos. • Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos. • Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos. • Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico. • Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais. 	<p>Levantamento, análise e representação</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Organizar e/ou extrapolar conclusões. • Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal. • Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações. • Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral. • Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões. 	<p>Comunicação</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos. • Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental. 	<p>Intervenção</p>

Fonte: Brasil (2018).

No que se refere às unidades temáticas, Franco e Munford (2018) e Compiani (2018) ressaltam que o texto da BNCC sofreu grandes mudanças em relação à sua organização e à maneira como o conhecimento foi estruturado durante o período de sua tramitação. A primeira versão apresentava cinco unidades de conhecimento, sendo elas: A) Materiais, propriedades e transformações; B) Ambiente, recursos e responsabilidades; C) Terra: constituição e movimento; D) Vida: constituição e evolução; E) Sentidos: percepções e interações. Agora, em sua versão atual, encontramos uma redução envolvendo três unidades temáticas. De acordo com os autores, essa alteração realizada sem justificativa clara contribui para um destaque menor nas questões sociais e na relação com o cotidiano dos alunos.

Mariani e Sepel (2020), através da análise do entendimento de docentes do Ensino Fundamental sobre a organização curricular da área de Ciências da Natureza na BNCC, em conformidade com os Planos de Estudos das escolas da rede municipal em que atuam, concluíram que, ao olhar dos docentes, os conhecimentos elencados na BNCC mostram-se aplicáveis no currículo escolar, apresentando variação de acordo com o ano escolar e a unidade temática no qual se aplicam. Porém, as autoras enfatizam a necessidade de os docentes construírem seus currículos com base na BNCC realizando as complementações necessárias, fim de abordar o Ensino de Ciências de forma histórica, contextualizada e com linguagem científica.

3.2.2. O ensino de microscopia e a Base Nacional Comum Curricular

Apesar do papel referente à utilização da microscopia na área de Ciências da Natureza não ser abordado de maneira explícita, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) possui uma série de recomendações que possibilitam o alinhamento do ensino de microscopia nos currículos escolares (BRASIL, 2018).

No que se refere às unidades temáticas da BNCC, a única referência explícita ao uso e à construção de dispositivos microscópicos encontra-se no detalhamento da unidade "Terra e Universo". No 5º ano, um dos objetos do conhecimento que envolve essa unidade temática diz respeito aos instrumentos ópticos. Uma das habilidades a ser desenvolvida no processo de construção desse conhecimento é:

(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos (BRASIL, 2018, p. 341).

Apesar de a microscopia não ser explicitada, a Unidade Temática “Vida e Evolução” possui um número mais significativo de habilidades que podem ser desenvolvidas em conjunto com a microscopia. Nesta unidade, encontra-se o objeto de conhecimento no 6º ano do Ensino Fundamental: “Célula como unidade de vida”, que busca promover o desenvolvimento das habilidades:

(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. (EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização (BRASIL, 2018, p. 345).

Além do comprometimento com o letramento científico, a BNCC enfatiza que o ensino na área de Ciências da Natureza deve assegurar o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018).

Ainda em relação aos processos investigativos, a BNCC detalha que eles devem ser atrelados a situações didáticas que possibilitem que os alunos desenvolvam determinadas habilidades, como: definição de problemas, observação, comunicação, levantamento, análise e representações de resultados, a fim de comunicar conclusões ou propor intervenções (BRASIL, 2018). Muitas delas envolvem procedimentos que podem ser realizados a partir da aplicação de atividades de microscopia.

De acordo com Ruščić et al. (2018), é importante que o Ensino das Ciências Naturais seja moldado como aprendizagem ativa e observação da realidade natural. Nesta perspectiva, também é abordado o fato de o Ensino de Ciências envolver muitos materiais que não são visíveis a olho nu e que são essenciais para o desenvolvimento do aprendizado dos alunos através do processo de exploração e descoberta. Para que isso ocorra, o microscópio pode ser usado como método de demonstração e de trabalho prático.

3.2.3. A utilização da microscopia na sala de aula

O emprego do microscópio ganha cada vez mais importância no âmbito das pesquisas em Ciências Biológicas. Por ser um instrumento que permite observações que estão fora do alcance resolutivo do olho humano, torna-se possível o estudo morfofisiológico de células e demais estruturas subcelulares dos seres vivos (FERNANDES et al., 2017).

Como o ensino de Biologia Celular envolve a observação de estruturas microscópicas e o entendimento de processos abstratos, muitas vezes acaba se tornando de difícil compreensão para os estudantes, sobretudo na Educação Básica. Se o ensino das células e seus componentes não for ministrado de maneira atrativa e fascinante, fazendo uso de práticas diferenciadas, pode resultar na apatia e desinteresse do aluno pelo conteúdo (WOMMER; MICHELOTTI; LORETO, 2019).

Silva, Vieira e Oliveira (2009) enfatizam que a utilização do microscópio como recurso tecnológico pode auxiliar na melhoria do processo de ensino e aprendizagem e desempenho dos alunos, além de contribuir para a superação de dificuldades que envolvam os estudos de Biologia, em especial, quando envolvem conteúdos relacionados a estruturas microscópicas.

Vlaardingerbroek et al. (2016) analisaram a hipótese de que existiria uma inter-relação positiva entre a qualidade das experiências envolvendo a microscopia, as atitudes em relação à microscopia e o conhecimento da microscopia como uma tecnologia das Ciências Biológicas. Ao avaliarem estudantes universitários através de um formulário sobre experiências escolares envolvendo o uso de microscópios, os autores constataram que a experiência, por mais breve que seja, parece ficar na mente dos alunos, gerando efeitos positivos.

A utilização do microscópio também pode auxiliar alunos a desenvolverem conhecimentos básicos e essenciais no Ensino de Ciências, como observar, investigar e compartilhar suas experiências científicas, favorecendo, dessa maneira, as interações e observações coletivas entre os alunos (WILMES, 2021). Ainda promove o desenvolvimento da prática investigativa e sua integração ao currículo de Ciências, mostrando resultados relacionados a atitudes e comportamentos positivos (novas experiências, motivação e aprendizagem colaborativa), e fortalece a apreensão cognitiva do conteúdo de aprendizagem (CHOU; WANG, 2021).

Em conformidade com as recomendações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sobre a realização de procedimentos da investigação científica, Abreu (2016) relata em seu trabalho que o microscópio óptico tem potencial para ser uma ferramenta motivadora no Ensino de Ciências Naturais, pois o mesmo consegue tornar a Ciência mais “encantadora”. Além disso, é capaz de envolver os alunos na construção de um conhecimento mais aprofundado da realidade.

A observação do mundo em volta, a elaboração de perguntas e/ou a associação de explicações e modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos são algumas das habilidades que também podem ser desenvolvidas nos alunos junto à realização de práticas de microscopia numa abordagem envolvendo a História da Ciência (SANTOS; MACHADO, 2018).

No desenvolvimento de seu trabalho, Santos e Machado (2018) consideraram a contribuição da História da Ciência no processo de ensino e aprendizagem, a fim de elaborar uma aula prática que proporcionou discussões sobre microscopia e a evolução do conceito de célula ao longo do tempo. Os autores chegaram à conclusão de que a execução de práticas de microscopia associadas à História da Ciência não só proporcionou uma aprendizagem significativa, como também aproximou os alunos das circunstâncias em que os conhecimentos estudados foram produzidos.

A integração da microscopia aos currículos escolares tem se tornado cada vez mais recorrente. Diversos países, utilizando ou não as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), estão conseguindo implementar a microscopia em conjunto com determinados conteúdos escolares, a fim de otimizar as práticas científicas e educacionais (DICKERSON; KUBASCO, 2007; GOULD et al., 2018; KADIRBERDIEVNA, 2020; LI; SUN; LI, 2013).

Por exemplo, através do aumento de investimentos em tecnologias educacionais e da integração entre microscópios e TDICs, muitas escolas rurais na China estão conseguindo aumentar a eficácia do processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, problemáticas como o número excessivo de alunos, número limitado de equipamentos ou até mesmo ausência de modelos de microscópios semelhantes ao visualizado nas ilustrações do livro didático dificultam a implementação de tópicos referentes aos conhecimentos básicos de microscopia e manuseio do microscópio (LI; SUN; LI, 2013).

Atualmente, o Uzbequistão implementou um novo sistema educacional que visa adotar tecnologias mais profundamente para obter maior desenvolvimento na

habilidade cognitiva dos estudantes. Pelo emprego do microscópio digital USB, eles pretendem obter resultados positivos no desenvolvimento de competências educacionais, cognitivas, informativas e comunicativas (KADIRBERDIEVNA, 2020).

Assim como a BNCC brasileira, as diretrizes norte-americanas conhecidas como Padrões de Ciência da Próxima Geração (do inglês: Next Generation Science Standards - NGSS) também são pouco claras com relação ao uso da microscopia no ensino. Apesar de os estados que implementam a NGSS possuírem conhecimento de que a mesma se concentra mais em produzir Ciência com aplicação para o mundo real, poucos reconhecem que as competências relacionadas à microscopia podem levar a trabalhos práticos e que o microscópio pode auxiliar nas oito ciências descritas pela NGSS (COHEN, 2020).

Diversos trabalhos relatam a carência de instrumentos e materiais como fatores limitantes à adoção de aulas práticas de microscopia no espaço escolar (ANDRADE; MASSABNI, 2011; PAGLIARINI, 2016; RUŠČIĆ et al., 2018; SILVA et al., 2019; WOMMER; MICHELOTTI; LORETO, 2019).

Na Croácia, Ruščić et al. (2018) observaram que alguns professores se sentem insatisfeitos com relação à implementação da microscopia na sala de aula por diversos fatores, como a falta, número insuficiente ou baixa qualidade dos microscópios; a sobrecarga de trabalho; a ausência de salas de aula especializadas e até pouca confiança no uso dos microscópios, pois carecem de uma formação continuada que os auxiliem a redefinir o uso de microscópios na prática.

Tais problemas relacionados à implementação da microscopia nos currículos escolares da Educação Básica também se mostram bastante presentes no Brasil. Mesmo que as atividades práticas sejam indicadas como procedimentos fundamentais para o Ensino das Ciências da Natureza pelos órgãos educacionais competentes, muitos professores fazem uso unicamente de aulas teóricas expositivas. Como apontado anteriormente, os profissionais encontram inúmeras dificuldades, entre elas, a ausência de equipamentos, locais adequados e número excessivo de alunos por turmas (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Outro fator que contribui para o agravamento desta problemática encontra-se no próprio processo de formação dos professores, que ao longo da história não tem sido assumida pelo Estado como um esforço do governo e de uma política social que se preocupe com a qualidade da educação, fazendo com que a estrutura social que se constrói no país determine grande parte da ineficiência do ensino (MALUCELLI,

2001).

Não obstante, existem na literatura vários recursos didáticos sobre microscopia, alguns muito criativos, que empregam materiais acessíveis e de baixo custo. Portanto, com um pouco de pesquisa e dedicação, é possível implementar o uso do microscópio em sala de aula, associado a estratégias pedagógicas planejadas, potencializando o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

3.3. Modelos de microscópios empregados no Ensino de Ciências e de Biologia

Atualmente, o professor encontra para aquisição uma série de modelos de microscópios, que fazem uso de diversas tecnologias e que possuem diferentes valores. Do mesmo modo, é possível comprar laminários específicos comercializados por diversas empresas nacionais ou estrangeiras. Além disso, existe a possibilidade de construir modelos “caseiros” que podem chegar a resultados satisfatórios. Para isso, muitos artigos acadêmicos estão disponíveis para consulta.

Sites educacionais, muitos ligados a instituições públicas de ensino superior (<https://genoma.ib.usp.br/protocolos-de-aulas-praticas/44>; <http://experimentoteca.com/biologia/>) e de pesquisa (<http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=86>), também fornecem ricos materiais didáticos e recursos pedagógicos com ideias para o professor. Na hora da escolha do microscópio, vários fatores devem ser considerados. Porém, o primeiro passo é conhecer bem cada um deles e os objetivos a que se destinam.

3.3.1. Microscópio óptico

Os microscópios ópticos atuais utilizam luz transmitida e compartilham os mesmos componentes básicos. São constituídos por uma parte mecânica que irá estruturar o aparelho e uma parte óptica que, muitas vezes, possui até três sistemas de lentes: o condensador, a objetiva e a ocular (PIRES et al., 2014).

Os componentes que constituem a parte mecânica são: a) base - que apoia

todos os componentes do microscópio; b) braço - instrumento que fornece suporte às lentes e à platina; c) platina - base de suporte e fixação da preparação; d) revólver - suporte das lentes objetivas que permite trocá-las ao rodar seu eixo; e) tubo ou canhão - que suporta a ocular na extremidade superior; f) parafuso macrométrico - que permite movimentos verticais da grande amplitude da platina; g) parafuso micrométrico - que permite movimentos verticais lentos e de pequena amplitude da platina para foco preciso da imagem (MOREIRA, 2013).

Por sua vez, os componentes que constituem o sistema óptico são: a) condensador - como o nome sugere, condensa um cone de luz que atravessa a amostra e penetra na objetiva; b) lente objetiva - que projeta uma imagem ampliada no plano ocular; c) lente ocular - que promove uma nova ampliação da imagem e possibilita sua visualização; d) diafragma - regulador da fonte de luz que atinge o campo de visão do microscópio; e) fonte luminosa - luz artificial emitida por uma lâmpada do próprio microscópio (PIRES et al., 2014).

O processo de ampliação, ou seja, o número de vezes que a imagem é aumentada em relação ao objeto real, ocorre devido à ação conjunta do poder de ampliação da objetiva e da ocular utilizadas. Desse modo, a ampliação total é o produto da ampliação da objetiva pela ampliação da ocular. A qualidade da imagem observada depende do poder de resolução, que é a capacidade de a lente formar detalhes mínimos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012).

O procedimento de observação deve iniciar pela objetiva de menor ampliação, focando a imagem, preferencialmente, no centro do campo de visão. Após isto, deve-se repetir os passos com as demais objetivas sequencialmente, até que o objetivo seja visualizado (MOREIRA, 2014). Nesse processo, os demais componentes ópticos e mecânicos devem ser usados sempre que necessário, a fim de otimizar a visualização (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2012).

Os microscópios também podem ser classificados com relação ao número de oculares que possuem. Com base nesse critério, eles podem ser monoculares, binoculares ou trinoculares.

O microscópio monocular (Figura 6) possui uma única ocular, sendo o modelo mais simples e mais barato. Por esse motivo, é o mais encontrado nos espaços escolares (RUŠČIĆ et al., 2018). Sua principal desvantagem é o desconforto que causa quando utilizado por um longo período de tempo, visto que apenas um dos olhos é usado por vez. É um dos mais empregados na introdução de conhecimentos

básicos de microscopia. Seu uso é recomendado para a observação de pequenos animais, partes de plantas ou materiais granulosos, como areia, açúcar e terra (TITO, 2020).

O microscópio monocular é um dos modelos mais difundidos na Educação Básica, proporcionando experiências enriquecedoras para os mais diversos públicos (ABREU, 2016; LOPES; LOPES, 2021; SANTOS; MACHADO, 2018). Alguns desses modelos vêm acompanhados com um kit de trabalho para a realização de aulas práticas, contendo lâminas preparadas e novas, placa de Petri, pinça, estilete, agulha e lupa. Podem proporcionar a observação de diversas amostras, com um poder de aumento de até 640 vezes (ANATOMIC, 2005).

Figura 6. Microscópio monocular do tipo escolar.



Fonte: Os autores (2021).

Como o nome sugere, o microscópio binocular (Figura 7) é equipado com duas lentes oculares. Esse tipo de microscópio é mais utilizado em laboratórios de pesquisa. De acordo com a necessidade do usuário, a distância entre suas oculares pode ser ajustada, proporcionando maior conforto ao operador (TITO, 2020).

Por sua vez, a principal diferença entre o microscópio binocular e o trinocular é a quantidade de lentes oculares que estruturam o equipamento. Enquanto o primeiro

modelo possui duas lentes, o segundo possui três, sendo que duas das lentes permitem a visualização por ambos os olhos, enquanto a terceira permite conectar uma câmera.

Figura 7. Microscópio binocular.



Fonte: Os autores (2021).

3.3.2. Estereomicroscópio

Conhecido como lupa, o estereomicroscópio (Figura 8) é um aparato que permite a observação da amostra de maneira tridimensional. Esse microscópio possui duas oculares e fornece uma visão em perspectiva do mundo acima da escala de micrômetro. Ademais, a observação realizada neste instrumento ocorre através da iluminação da amostra, que é refletida nas oculares. Como cada ocular possui uma lente diferente, o efeito tridimensional é gerado (TITO, 2020).

Estereomicroscópios podem ser considerados uma abordagem tradicional para olhar para o mundo micro em três dimensões. Eles não podem ser comparados com outros modelos de microscópios mais desenvolvidos, já que seu poder resolutivo é inferior. No entanto, sua funcionalidade puramente óptica, sem necessidade de computadores ou demais eletrônicos e a observação em tempo real, os tornam

instrumentos de mesa bastante universais e adequados para uma grande variedade de aplicações (SCHNITZLER; ZIMMER, 2008).

Sendo verdadeiramente versátil e permitindo a observação de diferentes amostras visíveis ou não a olho nu, esse instrumento também possui a vantagem de ser extremamente prático em relação à manipulação e à observação de amostras. Para isso, o material observado é colocado diretamente sobre a placa de Petri, sem a necessidade de utilizar lâmina ou fazer qualquer tipo de preparação (VIEIRA, 2008).

Figura 8. Estereomicroscópio binocular.



Fonte: Os autores (2021).

3.3.3. Microscópio digital

As tecnologias sempre estiveram envolvidas no processo de desenvolvimento da população e atualmente vivemos em uma sociedade onde o progresso é pautado pelo avanço das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs). Em relação à educação, percebe-se que os avanços tecnológicos estão modificando a forma de ensinar, trazendo novas metodologias que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, sendo, dessa maneira, importante a atualização dos docentes para

esse novo cenário (NAVAS, 2016).

No que se refere às áreas básicas das Ciências Biológicas, destaca-se que as TDICs possuem fantástico potencial, pois podem facilitar o entendimento de determinados conteúdos que envolvem eventos abstratos e difíceis de serem observados ou compreendidos, a exemplo, o estudo das células (MOTA; ZANOTTI, 2021). Com os avanços tecnológicos, esses estudos tornaram-se mais contextualizados e equipamentos de apoio, como o microscópio óptico comum, podem ser substituídos atualmente por modelos alternativos que, aliados às TDICs, promovem inovação no processo de ensino e aprendizagem.

No campo das TDICs, uma nova abordagem para diversificar as aulas de Biologia, relacionada ao laboratório e ao trabalho prático, é a utilização do microscópio digital USB (Figuras 9). Esse aparato é um dispositivo óptico, semelhante a uma *webcam*. Ele é equipado com um conversor visual-digital que possui a capacidade de transferir para um computador, em tempo real, a imagem de um micro-objeto ou micro-processo. Também disponibiliza recursos como: gravação de vídeo, exibição de tela e inclusão em uma apresentação (KADIRBERDIEVNA, 2020).

No mercado, existe uma gama de aparelhos, voltados para diferentes tipos de uso, valores e público. Alguns microscópios digitais são portáteis e podem ser facilmente segurados na mão, sendo considerados modelos ideais para fins educacionais. Eles podem ser autônomos, possuindo sistema de tela integrado, facilitando a manipulação; ou podem ser conectados diretamente ao computador por um cabo USB (Figura 9). Também existem microscópios digitais fixos, que possuem uma ocular digital acoplada no local onde se encontraria a ocular de um microscópio convencional (JONES, 2008).

Comumente, o manuseio de tal aparelho é fácil e muito intuitivo, não havendo necessidade de muito treinamento. Todos os microscópios digitais são fornecidos com *software* que permite visualizar e capturar imagens. Depois de instalado, é um processo simples visualizar as imagens e gravá-las como imagens fixas ou vídeo. As imagens gravadas também podem ser analisadas em sala de aula ou enquanto as observações do material ainda estão sendo realizadas (JONES, 2008).

A microscopia tradicional pode se tornar uma tarefa frustrante, tanto para o aluno, que não compreende o que está sendo observado, quanto para o instrutor, que muitas vezes não consegue explicar de maneira clara e objetiva o que deve ser

observado. No entanto, a possibilidade de manipular imagens microscópicas em tempo real com os microscópios USB tem permitido a superação dessas limitações. Além disso, abre novas possibilidades, ao permitir o trabalho com turmas maiores, economizando tempo e recursos financeiros (GOULD et al., 2018).

Figura 9. Microscópio digital portátil USB.



Fonte: Os autores (2021).

Em seus estudos sobre Educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês: Science, Technology, Engineering and Mathematics - STEM), Laplante, Nolin e Saulnier (2017) relataram que os microscópios digitais são aparatos que conseguem reduzir as preocupações relacionadas às observações microscópicas, além de envolver os alunos ativamente no processo de observação, já que incentivam a colaboração e a aprendizagem autodirigida.

Dommett e Leys (2008) estudaram a eficácia da aplicação do microscópio digital para o ensino de habilidades laboratoriais com pequenos grupos de alunos na graduação. Após uma série de análises, seus estudos comprovaram que o microscópio digital auxiliou os alunos a desenvolverem habilidades necessárias para a construção do conhecimento científico (realizar experimentos, obter, analisar e interpretar resultados). Além disso, os alunos relataram se sentirem mais seguros na

compreensão de habilidades práticas.

Dickerson e Kubasco (2007) realizaram estudos sobre a implementação de microscópios digitais e TDICs nas aulas de Biologia em um distrito escolar rural localizado na Carolina do Norte. Eles confirmaram que o microscópio digital foi uma excelente ferramenta para o processo de integração das tecnologias, além de auxiliar na aquisição de conhecimentos práticos, desenvolvimento de trabalho colaborativo. Também foi útil na economia de recursos financeiros e tempo de instrução, além de proporcionar maior interatividade entre os alunos.

3.3.4. Microscópios “artesanais”

As dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza estão atreladas a uma série de fatores, dentre eles, a escassez de recursos didáticos que facilitem a construção do conhecimento. No que se refere ao Ensino de Biologia, tais limitações acabam fazendo com que, muitas vezes, as práticas possuam caráter pouco motivador e desafiador ao aluno, pois a mesma é desvinculada da realidade e não promove o desenvolvimento de habilidades pela construção do pensamento crítico (MOURA et al., 2013).

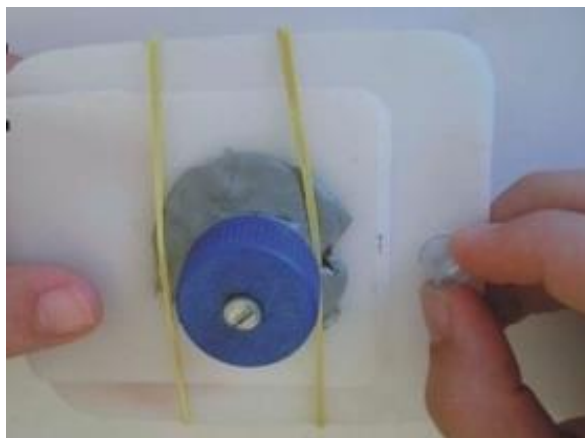
Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) pontua que as habilidades que devem ser desenvolvidas nos alunos não requerem, necessariamente, a utilização de laboratórios bem equipados ou tecnologias de última geração. Contudo, é importante que os docentes procurem novas estratégias de ensino que se adaptem à realidade das escolas (LOPES; LOPES, 2021).

Nos últimos anos, surgiram propostas inovadoras que visam inserir a microscopia na Educação Básica através da utilização de modelos alternativos. Esses modelos de microscópios artesanais estão permitindo que muitas escolas apresentem a realidade microscópica aos seus alunos e, como resultado, além de serem apresentados ao mundo microscópico, esses educandos desenvolvem habilidades próprias do método científico.

Wallau et al. (2008) detalham as etapas necessárias para a confecção de um microscópio artesanal utilizando lentes retiradas de uma caneta laser e outros materiais de baixo custo, como: garrafa pet, rolha, elástico, massa epóxi, entre outros

(Figura 10). Também mostram os possíveis materiais que podem ser observados, como células epiteliais de cebola (*Allium cepa*) e partes do corpo de mosquitos. Ainda detalham técnicas de observação de amostras e sugestões de atividades lúdicas que desafiam os alunos a explorarem o mundo microscópico que os cercam, seja na escola ou em suas próprias residências. Também ressaltam que este dispositivo simples permite que o processo de descoberta do mundo microscópico ocorra de forma mais exploratória. Além disso, o envolvimento com o processo de construção pode instigar a curiosidade do aluno sobre a História da Ciência, em especial, o modelo de microscópio desenvolvido por Leeuwenhoek no século XVII.

Figura 10. Microscópio artesanal proposto por Wallau et al. (2008).



Fonte: Wallau et al. (2008).

Por sua vez, Sepel, Rocha e Loreto (2011) propõem uma versão ainda mais simples do microscópio artesanal, utilizando apenas garrafa pet, fita adesiva e uma lente (Figura 11). Em seu trabalho, também são indicadas várias possíveis fontes de lentes que podem ser utilizadas para a construção do modelo.

Ao produzirem e utilizarem o modelo de microscópio artesanal, os alunos têm a possibilidade de desenvolver o exercício da criatividade, uma vez que refletem sobre lentes, ajustes de foco, preparação de materiais, observações, além de vivenciar emoções. Talvez a utilização deste dispositivo seja um ponto de partida para uma melhor compreensão do funcionamento do microscópio e possíveis modificações de construção e uso possam surgir (SEPEL; ROCHA; LORETO, 2011).

Figura 11. Modelo de microscópio artesanal segundo Sepel, Rocha e Loreto (2011).



Fonte: Os autores (2021)

Ao produzirem e utilizarem o modelo de microscópio artesanal, os alunos têm a possibilidade de desenvolver o exercício da criatividade, uma vez que refletem sobre lentes, ajustes de foco, preparação de materiais, observações, além de vivenciar emoções. Talvez a utilização deste dispositivo seja um ponto de partida para uma melhor compreensão do funcionamento do microscópio e possíveis modificações de construção e uso possam surgir (SEPEL; ROCHA; LORETO, 2011).

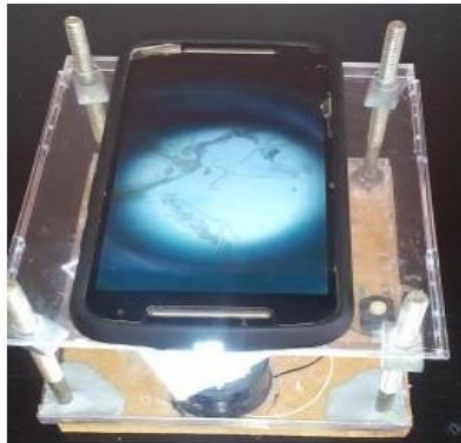
Silva, Baltar e Bezerra (2019) desenvolveram um protótipo de microscópio artesanal que se baseia no modelo de microscópios ópticos convencionais. Dessa maneira, possuem base, suporte, lente ocular (criada através do reaproveitamento da lente de um binóculo) e lente objetiva (produzida através de lentes retiradas de leitores de CD). Ainda comporta os demais dispositivos eletrônicos, como: luz de LED, bateria de celular, interruptor e condensador. Após o aparelho ser desenvolvido, as imagens dos materiais contidos nas lâminas foram projetadas na câmera do celular utilizado (Figura 12).

Silva et al. (2019) desenvolveram um protótipo semelhante ao anterior e aplicaram em uma oficina realizada junto com alunos do Ensino Médio em uma escola pública estadual do Rio de Janeiro. Além de envolver os alunos no processo de confecção do microscópio artesanal, a oficina proporcionou-lhes o desenvolvimento de habilidades básicas referentes à microscopia e à percepção de que é possível ter aulas práticas significativas na própria sala de aula.

Em suma, os microscópios artesanais são uma poderosa alternativa que podem ajudar a superar as inúmeras limitações que muitas instituições de ensino

possuem, seja elas relacionadas à ausência de laboratórios com microscópios, número limitado de exemplares, equipamentos danificados ou até mesmo as inseguranças do próprio docente com relação ao manuseio do dispositivo (PAGLIARINI, 2016). Acima de tudo, é uma maneira de popularizar conhecimentos e experiências do âmbito científico que, infelizmente, não estão disponíveis a todos.

Figura 12. Modelo de microscópio artesanal proposto por Silva, Baltar e Bezerra (2019).



Fonte: Silva, Baltar e Bezerra (2019).

3.4. Popularização do conhecimento científico

Apesar de os inúmeros avanços científicos e tecnológicos proporcionarem novas descobertas benéficas à qualidade de vida humana, percebe-se que esses benefícios e informações não são distribuídos à sociedade de maneira igualitária. Neste contexto, tornam-se necessárias ações que visem à ampliação do conhecimento científico, para que este possa alcançar todos os setores da sociedade, principalmente os mais atingidos pelo processo de exclusão. Em torno dessa demanda, têm surgido várias práticas e discursos sobre uma pretensa e necessária popularização da Ciência e da Tecnologia (C&T) (GERMANO; KULESZA, 2007).

Para uma boa formação de qualquer cidadão no mundo contemporâneo, é essencial o acesso a conhecimentos referentes à C&T, juntamente com os processos e a aplicação da Ciência como produto da atividade humana. Para que isso ocorra, a

difusão do conhecimento científico deve ser proporcionada para toda parcela populacional que, de alguma maneira, encontra-se excluída do que se refere ao conhecimento científico básico. Esse fato é muito recorrente no Brasil, devido à falta de uma educação científica abrangente durante a Educação Básica (MOREIRA, 2006).

Nas últimas décadas, houve um aumento no desenvolvimento de políticas de incentivo à divulgação e popularização científica no Brasil. Isso contribuiu para a melhoria na valorização acadêmica no âmbito da difusão científica, que vem se desenvolvendo significativamente devido à ampliação do número de museus e centros de Ciência, além de incentivos e financiamentos públicos a projetos itinerantes (WARTHA et al., 2015).

Martins (2018) ressalta que a popularização da Ciência tornou-se objeto de política pública no Brasil a partir do ano de 2003. O fator mais significativo para o processo de implementação da política pública de popularização da Ciência (PPPC) foi o surgimento da Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social e o Departamento de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia, (SECIS/DEPDI). Essas unidades, em conjunto, trabalham no processo de melhoria do Ensino de Ciências, no estímulo à maior e mais qualificada presença da C&T na mídia, dentre outras ações essenciais para a difusão do conhecimento científico.

3.4.1. Estratégias de popularização científica

Segundo Oliveira (2017), as iniciativas de popularização da Ciência podem ser enquadradas em conjunto com a educação não formal, pois essas iniciativas são ferramentas pedagógicas complementares que visam à difusão do conhecimento através de metodologias lúdicas, onde os atores presentes na atividade científica não são apenas os cientistas, mas sim toda a população, juntamente com seus anseios e características.

A educação não formal pode ser descrita como uma aprendizagem que pode ocorrer em múltiplos ambientes, sem comprometimento com a educação formal, além de ser complementar aos conhecimentos escolares e, muitas vezes, fornecer diferentes alternativas que possibilitem a exploração do conhecimento (BAPTISTA,

2015).

Na educação não formal, pode-se desenvolver diferentes atividades, sendo que muitas seriam inviáveis nas escolas por inúmeros motivos. Entre essas atividades, podem-se considerar: exposições, feiras e oficinas (REJAN; ARAÚJO; ANDRADE, 2018). Quando itinerantes, as exposições científicas possuem um alcance populacional maior, pois propõem difundir os conceitos científicos de maneira participativa, acessível e divertida à população em geral, sendo uma relevante fonte de apoio para as atividades docentes (BRAGA et al., 2018).

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).

Nas últimas décadas, projetos com foco na divulgação científica estão sendo implementados no Brasil. Essas atividades não formais estão alcançando cada vez mais cidadãos, envolvendo-os através da interatividade e exposições itinerantes que, na maioria das vezes, possuem comprometimento com o processo de alfabetização científica, a fim de diminuir as lacunas deixadas na Educação Básica (ARAÚJO-JORGE et al., 2004; BAPTISTA, 2015; PEREIRA, 2007; REJAN; ARAÚJO; ANDRADE, 2018).

Sendo um produto da atividade humana, mesmo que tenha sido distanciada do cidadão comum, a Ciência precisa urgentemente ser desmistificada. A Ciência não é um saber exclusivo para pessoas específicas. Este conhecimento deve estar ao alcance de todos. Não existe uma regra ou fórmula pré-estabelecida. No entanto, sabe-se que existem inúmeras possibilidades que permitem a popularização científica, sendo uma delas a utilização do microscópio, equipamento de acessibilidade muito restrita ou mesmo nula durante a trajetória escolar (CAVALCANTI; PERSECHINI, 2011). Por causa disso, os projetos que utilizam microscópios costumam ser muito instigadores e motivadores, acabando por envolver o público no processo de descoberta e realização de procedimentos científicos.

Gallon et al. (2017) analisaram a contribuição de um museu interativo para a

melhoria do ensino de conteúdos referentes à célula no Ensino Fundamental. Um espaço lúdico e não formal de ensino foi utilizado para o desenvolvimento de diferentes práticas envolvendo a microscopia. Os autores produziram um cenário com caráter laboratorial e científico, que resultou no envolvimento dos educandos e, acima de tudo, oportunizou a vivência de experiências que não poderiam ser oportunizadas em sua escola, devido à falta de infraestrutura.

Desenvolvido pelo Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO), o projeto Ciência itinerante é uma atividade privilegiada de diálogo crítico com a realidade e que favorece a articulação do Ensino com a Pesquisa e a Extensão Universitária. Ainda é instrumentalizada com atividades institucionais, promovendo a interdisciplinaridade e a integração de diferentes áreas, como Saúde, Meio Ambiente, Biodiversidade, Biotecnologia e microscopia, sendo esta última realizada com o auxílio de microscópios e lupas para a observação de diferentes organismos (BRAGA et al., 2018).

Por sua vez, o Museu de Ciências da Vida (MCV) foi desenvolvido pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e teve sua concepção iniciada em 2007. Com intuito de despertar o interesse da comunidade aos assuntos relacionados à vida e ao corpo humano, o projeto desenvolveu assuntos envolvendo a temática do corpo humano em diversos eventos: “Evolução Humana” (2013); “Corpo humano: da célula ao homem” (2015); “Corpo Humano e Saúde” (2016); “Admirável Corpo Humano” (2016); e “A Métrica do Corpo Humano” (2017). Dessa maneira, mostrou-se uma iniciativa inovadora, desmistificando informações e estimulando o autocuidado (SILVEIRA; CARVALHO, 2018).

O “Ciência Móvel: Vida e Saúde para Todos” é um projeto de popularização da Ciência desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) de caráter itinerante. Através da adaptação de um caminhão com 13,5 metros de extensão, transformou-se em um moderno auditório multimídia, levando o seu acervo para cidades do interior da região Sudeste do Brasil, promovendo exposições envolvendo diferentes áreas do conhecimento, como Saúde, Meio Ambiente e História (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

Uma das oficinas desenvolvidas por este projeto teve como objetivo explorar o mundo dos seres microscópicos e macroscópicos, mostrando a diversidade de organismos existentes, procurando aproximar o conhecimento cotidiano do científico. Para isto, disponibilizaram microscópios e lupas acoplados a uma câmera digital e

um monitor que transmitem as imagens captadas, além da utilização de kits com lâminas preparadas (FERREIRA; SOARES; OLIVEIRA, 2007).

Pesquisadores da FIOCRUZ desenvolveram um projeto educativo chamado PhD (Per hour Doctor), a fim de estimular os alunos a explorarem o mundo microscópico e adquirirem conhecimentos básicos relacionados à parasitologia e à Saúde Pública. Durante o ano de 2005, foram realizadas ações educativas em diversas comunidades de Salvador e vilas rurais utilizando o microscópio. Além de ser um instrumento essencial no desenvolvimento da Biomedicina e Tecnologia, também auxiliou na promoção das ações de popularização da Ciência envolvendo Saúde Pública (VANNIER-SANTOS; DECCACHE-MAIA, 2007).

Um outro projeto, denominado “Imagens microscópicas como ferramentas interativas na modelagem celular e Educação em Biologia Celular” também foi desenvolvido pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC) do Rio de Janeiro. Durante aproximadamente 20 anos de atividades de popularização científica, utilizaram imagens microscópicas para integrar ao ensino de Biologia Celular. Inúmeras atividades interativas foram realizadas em lugares onde essas atividades não costumam ocorrer, como praças públicas e comunidades carentes no Rio de Janeiro, como favelas. As atividades também ocorreram em espaços tradicionais como escolas e centros de Ciência. De todas as atividades realizadas, as que mais cativaram o público envolviam o microscópio e as células (ARAÚJO-JORGE et al., 2004).

Desse modo, ações que visem a popularização do conhecimento científico nos espaços escolares através de conceitos e habilidades sobre microscopia, são essenciais não apenas no tocante de proporcionar experiências únicas aos indivíduos envolvidos, mas também como forma de complementar o processo de ensino aprendizagem da educação formal. Portanto, auxiliam os docentes da Educação Básica que encontram limitações na implementação de determinadas atividades devido às complexidades existentes no cotidiano escolar e também os alunos, que necessitam de abordagens mais dinâmicas que os coloquem como atores centrais, instigando-os a se envolver de maneira ativa na construção do conhecimento científico.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. L. C. **O uso do microscópio como ferramenta motivacional para a aprendizagem das Ciências Naturais**. 2016. Relatório final de prática de ensino supervisionada, Mestrado em Ensino do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, 2016.

ALMEIDA, A. V.; MAGALHÃES, F. O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientiae Studia**. v. 8, n. 3, p. 367-88. São Paulo. 2010.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**. v. 17, n. 4, p. 835–854. 2011. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132011000400005>.

ARAÚJO-JORGE, T. C. et al. Microscopy images as interactive tools in cell modeling and cell biology education. **Cell Biology Education**. v. 3, n. 2, p. 99–110. 2004. <https://doi.org/10.1187/CBE.03-08-0010>.

BAPTISTA, V. **A popularização da ciência a partir da análise do programa "Ciência na sociedade ciência na escola" desenvolvido pela Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul**. 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BARBOSA, T. A. P. **Historicidade e atualidade do estudo da célula nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental**. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BRAGA, A. M. F et al. Ciência itinerante: projeto de comunicação da universidade com a sociedade. **REVISTA DA JOPIC**. v. 01, n. 02, p. 112-220. 2018.

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 de out de 2021.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **O. Ensino-aprendizagem como investigação: Didática de Ciências**. São Paulo. FTD. 1999.

CARVALHO, A. M. P et al. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para a implementação em sala de aula. São Paulo. Cengage Learning. 2013. Disponível em: https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod_resource/content/1/CARVALHO%2C%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGAC%CC%A7A%CC%83O%20-cap%201%20pg%20.pdf. Acesso em: 24 de out de 2021.

CAVALCANTI, C.; PERSECHINI, P. Museus de Ciência e a popularização do conhecimento no Brasil. **Field Actions Science Reports**. The journal of field actions. n. 3, p. 01–10. 2011.

CERRADAS, G.; KEMP, K. **Um olhar transdisciplinar sobre a relação entre currículo e educação integral de acordo com a base nacional comum curricular no Brasil**. Atena. p. 221-232. Paraná- Brasil. 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. abr. 2021. <https://doi.org/10.3390/su13073663>.

COHEN, J. I. Applications of microscopy in science education: gifted youth, public school, and the next-generation science standards (NGSS). **Journal of Biological Education**. 2020. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1720772>.

COMPIANI, M. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item Ciências da Natureza. **Ciências em foco**. v. 11, n. 1, p. 91-106. 2018.

DE ROBERTIS, E. M. F.; HIB, J. **Biologia celular e molecular**. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

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.

DOMMETT, E. J.; LEYS, K. S. The Digital Microscope: A tool for teaching laboratory skills in distance learning courses. **The Journal of Undergraduate Neuroscience Education (JUNE)**. v. 7, n. 1, p. 9-12. 2008.

FACSIMILE of the Leeuwenhoek microscope in Utrecht University. In: LOOK and learn. [2018]. Disponível em: <https://www.lookandlearn.com/history-images/YW005632M/Facsimile-of-the-Leeuwenhoek-microscope-in-Utrecht-University?t=1&q=Leeuwenhoek&n=16>. Acesso em: set de 2021.

FERNANDES, M. G et al. **Práticas de Biologia Celular**. São Paulo: UFDG, 2017. p. 109. ISBN: 978-85-8147-111-2.

FERREIRA, J. R.; SOARES, M.; OLIVEIRA, M. Ciência Móvel: um museu de Ciências Itinerante. In: X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP – UNESCO). 10. 9-11 de mai. 2007. Costa Rica, San José. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://www.cientec.or.cr/pop/2007/BR-JoseRibamar.pdf>. Acesso em: set de 2021.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**. v. 36, n. 1, p. 158–171. 30 abr. 2018. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.582>.

GALLON, M. S et al. O estudo da célula: contribuições de um museu interativo para a aprendizagem e Ensino de Ciências. **Rev. Ens. Educ. Cienc. Human**. v. 18, n. 1, p. 12-17. 2017.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**. v. 24, n. 1, p. 7-25. 2007.

GEST, H. The remarkable vision of Robert Hooke (1635-1703): first observer of the microbial world. **Perspectives in biology and medicine**. v. 48, n. 2, p. 266–272. 2005. <https://doi.org/10.1353/pbm.2005.0053>.

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. jan. 2018. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1420680>.

JONES, P. **The Teacher's smart guide to choosing and using digital microscopes**. Austrália. The Logical Interface. 2008. Disponível em: https://www.bugsandbiology.org/uploads/7/5/2/5/7525114/digital_scope_ebook.pdf. Acesso em: nov de 2021.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

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. nov. 2020.

LAPLANTE, C.; NOLIN, M.; SAUNIER, T. PlayScope: augmented microscopy as a tool to increase STEM engagement. In: Proceedings of FDG, 17, Hyannis, MA, USA, August 14-17, 2017. **Resumo dos trabalhos**. MA, USA, August 14-17, 2017, 4 pages. <https://doi.org/1.1145/3102071.31162231>.

LI, G.; SUN, P.; LI, D. Integration of Information Technology into Biology Teaching in China Rural Junior Schools: Practice and Reflections. In: 2013 International Conference on Educational Research and Sport Education (ERSE 2013). **Anais eletrônicos**. 2013. p. 193-196. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2991/erse.2013.55>. Acesso em: 2021.

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. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-153>.

MALUCELLI, V. M. B. Análise crítica da formação dos profissionais da educação: revisando a licenciatura em biologia. **Revista Diálogo Educacional**. v. 2, n.4, p.139-152. dez. 2001.

MANNHEIMER, W. A. **Microscopia dos materiais**: uma introdução. Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise. Rio de Janeiro. E-papers. 2002. E-Book.

MARIANI, V. D. C. P.; SEPEL, L. M. N. Olhares docentes: caracterização do Ensino de Ciências em uma rede municipal de ensino perante a BNCC. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 3, n. 1. abr. 2020. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i1.10022>.

MARTINS, R. A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**. v. 6, n. 1, p. 105-142. 2011.

MARTINS, R. P. **Políticas públicas de popularização da Ciência no Brasil: perfil de atividades realizadas de 2003 a 2015 por meio do CNPq e intersecções entre Ciência, Educação e Desenvolvimento Territorial Sustentável**. 2018. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2018.

MELO, R. C. N. **Células & microscopia**: princípios e práticas.2. ed. [S.l. : s. n.]; Manole, 2018.

METZ, G. D.; WACHHOLZ, N. R.; CANAN, S. R. Currículo escolar, BNCC e formação integral. **Revista Cocar**. v. 14, n. 30, p. 1–16. RS- Brasil. 2020.

MOREIRA, C. Microscópio ótico. **Revista de Ciência Elementar**. v. 01, n. 07, p. 1-4. dez. 2013. doi.org/10.24927/rce2013.007.

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.

MOTA, L. B.; ZANOTTI, R. F. Tecnologias digitais de informação e comunicação aplicadas ao ensino de biologia / Information and communication digital technologies applied to the biology teaching. **Brazilian Journal of Development**. v. 7, n. 6, p. 64341–64353. Curitiba. 29 jun. 2021. <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. Londrina. jul./dez. 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. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, SC, 2014.

OLIVEIRA, T. C. Reflexões sobre iniciativas de popularização da ciência através de projetos de extensão. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES. 10. 2017. Aracaju- Sergipe, p. 12. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4696/1564#>. Acesso em: set de 2021.

PAGLIARINI, D. S. **Atividades práticas com microscopia e o desenvolvimento de habilidades no ensino fundamental**. 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e Saúde) - Curso de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2016.

PEREIRA, G. R. **Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos experimentais de óptica em museus de ciências e em ambientes escolares**. 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

PIRES et al. **Microscopia: Contexto Histórico, Técnicas e Procedimentos para Observação de Amostras Biológicas**. [S.l.: s. n.], Saraiva, 2014.

REJAN, D. C. L.; ARAÚJO, E. J.; ANDRADE, M. A. B. S. A. Oficina Desvendando O Corpo Humano: a Educação Não Formal No Ensino De Ciências Morfológicas Para Alunos Da Educação Básica. **Revista Ciências & Ideias**. v. 8, n. 3, p. 63. 2018. ISSN: 2176-1477. <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2017.v8i3.784>.

RIBATTI, D. An historical note on the cell theory. **Experimental Cell Research**, v. 364, n. 1, p. 1–4. 1 mar. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2018.01.038>.

ROBERT Hooke, Micrographia, detalhe: microscópio. In: LOOK and learn. [2018]. Disponível em: <https://www.lookandlearn.com/history-images/YW005217M/Robert-Hooke-Micrographia-detail-microscope?t=1&q=robert+hooke&n=16>. Acesso em: set de 2021.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 3, p. 357-358. 2007.

RUŠČIĆ, M et al. The use of microscope in school biology teaching. **Resolution and Discovery**. v. 3, n. 1, p. 13–16. nov. 2018. <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 – RBEB**. v. 3, n. 7, p. 1-9. 2018.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18, n. 3, p. 1061–1085. 15 dez. 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>.

SCHNITZLER, H.; ZIMMER, K. P. Advances in Stereomicroscopy. In: OPTICAL DESIGN AND ENGINEERING III. 3. 2008. Leica Microsystems (Schweiz) AG, 9435 Heerbrugg, Suíça. **Resumo dos trabalhos**. SPIE, 2008. P. 01-12.

SEPEL, L. M. N.; DA 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. 1–05, 2011.

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. 02, n. 10, p. 103–137. 2019.

<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/mundo-microscopico>.

SILVA, D. R. M.; VIEIRA, N. P.; OLIVEIRA, A. M. O ensino de biologia com aulas práticas de microscopia: uma experiência na rede estadual de Sanclerlândia – GO. In: III EDIPE Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino. 3. 2009. **Anais eletrônicos...** 2009. Disponível em:

http://cepedgoias.com.br/edipe/IIledipe/pdfs/2_trabalhos/gt04_fisica_quimica_biologia_ciencias/trab_gt04_o_ensino_de_biologia_com_aulas_praticas.pdf. Acesso em: 28 de mai de 2021.

SILVA, J. J.; BALTAR, S. L. S. M. A.; BEZERRA, M. L. M. B. B. Experimentação em ciências com o uso de um microscópio artesanal e corante alternativo. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 14, N. 1. 2019.

SILVEIRA, R. Z.; CARVALHO, S. M. S. Museu de ciências da vida: a construção da cientificidade diante a existência do ser. **Expressa Extensão**. v. 23, n. 2, p. 115-124. mai-ago. 2018.

STORKSDIECK, M. Using Microscopy for Authentic Science Teaching: A Learning Sciences Perspective. **Microsc. Microanal.** v. 21, n. 3, p. 647-648. Cambridge (MSA). 2015. 10.1017/S1431927615004031.

TITO, E. J. C. “**El Microscopio**”. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Microbiologia) - I.S.T.P “Santiago Ramon Y Cajal” IDEMA, Arequipa, Peru, 2020. Disponível em: http://books.instituto-idema.org/sites/default/files/2021_07_07_17_30_36_julissanylreve2002gmail.com_EL_MICROSCOPIO.pdf. Acesso em. nov de 2021.

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. <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 in Applied Microbiology**. 3. ed. v. 2, p. 648-653. 2007.

VIEIRA, F. S. Microscópio ótico: resolução e modalidades de observação. In: VIEIRA, F. S. **Introdução a microscopia**. São Cristóvão – SE. CESAD. 2008. cap. 2. p. 20-31

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. 3 abr. 2016.

<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. 03, n. 02, p. 8–12, 2008.

WARTHA, E. J et al. Divulgação e popularização científica no projeto “ciência sobre rodas” como espaço educativo. **REnCiMa**. v. 6, n. 3, p. 113-131. 2015.

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. <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 (BRAJETS)**. v. 12, n. 2, p. 190–197. 2019. <http://dx.doi.org/10.14571/>.

ZUYLEN, J. V. The microscopes of Antoni van Leeuwenhoek. **Journal of Microscopy**, v. 121, n. 3, p. 309–328, 1981. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1981.tb01227.x>

5. ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo a ser submetido na Revista Vivências. As normas encontram-se na seção ANEXOS.

POPULARIZAÇÃO CIENTÍFICA NO AMBIENTE ESCOLAR UTILIZANDO A MICROSCOPIA

SCIENTIFIC POPULARIZATION IN THE SCHOOL ENVIRONMENT USING MICROSCOPY

Andreza Cristina de Lima, Reginaldo de Carvalho, Iêda Ferreira de Oliveira

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 afetado negativamente, necessitando de ações que as estimulem. Visando popularizar a Ciência e fortalecer o conhecimento sobre microscopia, foram realizadas atividades de extensão junto a estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual localizada em Camaragibe (Pernambuco). A intervenção 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. Além disso, a microscopia mostrou-se como potencial recurso pelos alunos na multiplicação de saberes em sua comunidade.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Material didático. Microscópio.

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 unsatisfactory. Consequently, interest in scientific activities is negatively affected, requiring actions that encourage them. Aiming to popularize Science and strengthen knowledge about microscopy, outreach activities were carried out with elementary school students from a state public school located in Camaragibe (Pernambuco). The educational intervention consisted of: a) retrieval of prior knowledge; b) interactive lecture using optical and digital microscope models; c) workshop on optical microscope manipulation and 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, so necessary for the mobilization of educational competences. Furthermore, microscopy proved to be a potential resource for students in the multiplication of knowledge in their community.

Keywords: Science Teaching. Courseware. Microscope.

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; TORESSAN, 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, por exemplo, o estudo das células (MOTA; ZANOTTI, 2021). Também apresenta potencial democratizador do conhecimento, promovendo a aproximação entre o indivíduo e o conhecimento produzido pela Ciência (OLIVEIRA, 2020).

Outra possibilidade de imersão no mundo da microscopia é pela construção de modelos de microscópios artesanais. Construídos a partir de 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 (DA 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 alternativa eficaz para o 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, através da 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. Dentre tais ações, destacam-se as exposições científicas itinerantes e as oficinas (REJAN; ARAUJO; ANDRADE, 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo detalhar uma ação de extensão que foi aplicada visando à promoção da democratização e popularização do conhecimento científico, por meio do desenvolvimento de uma trilha de aprendizagem, abordando conceitos e habilidades envolvendo noções básicas de microscopia, juntamente com a sua contribuição para o surgimento de grandes descobertas científicas.

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 caracterizam-se por, através de atos de comunicação e popularização da Ciência, levarem para a sociedade os saberes envolvidos numa transposição didática para o público escolhido, 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, aferem-se possíveis mudanças qualitativas, sejam elas positivas ou negativas, promovidas através da intervenção. Para que esta análise seja realizada, leva-se em consideração o antes e o depois da execução de determinada proposta. Através desses estudos, é possível perceber se os resultados esperados foram alcançados ou se resultados não esperados ocorreram (MINAYO, 2011).

Cenário do ensino-aprendizagem

As intervenções pedagógicas ocorreram durante as aulas de Ciências de uma escola pública estadual 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).

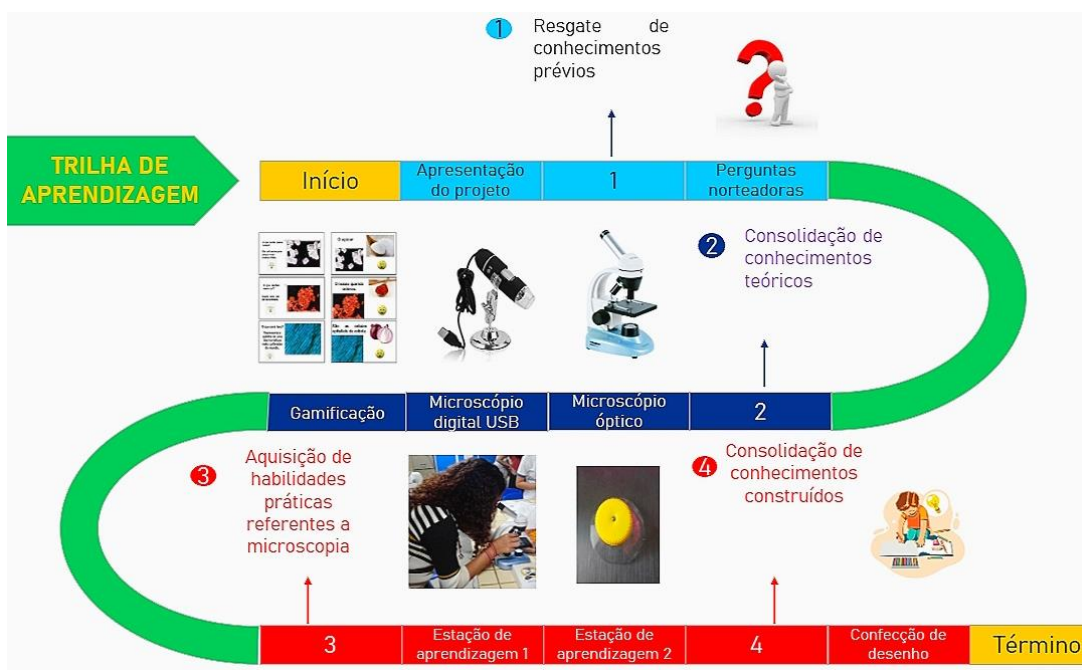
De acordo com o censo escolar (QEDU, 2020), a instituição está localizada em uma área de baixo nível socioeconômico e possui infraestrutura com a maioria das dependências básicas, exceto laboratório de Ciências. No que diz respeito à distorção idade-série, pode-se observar que 29% dos estudantes dos 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. 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 Soares (2015) e Lopes e Lima (2019). 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.



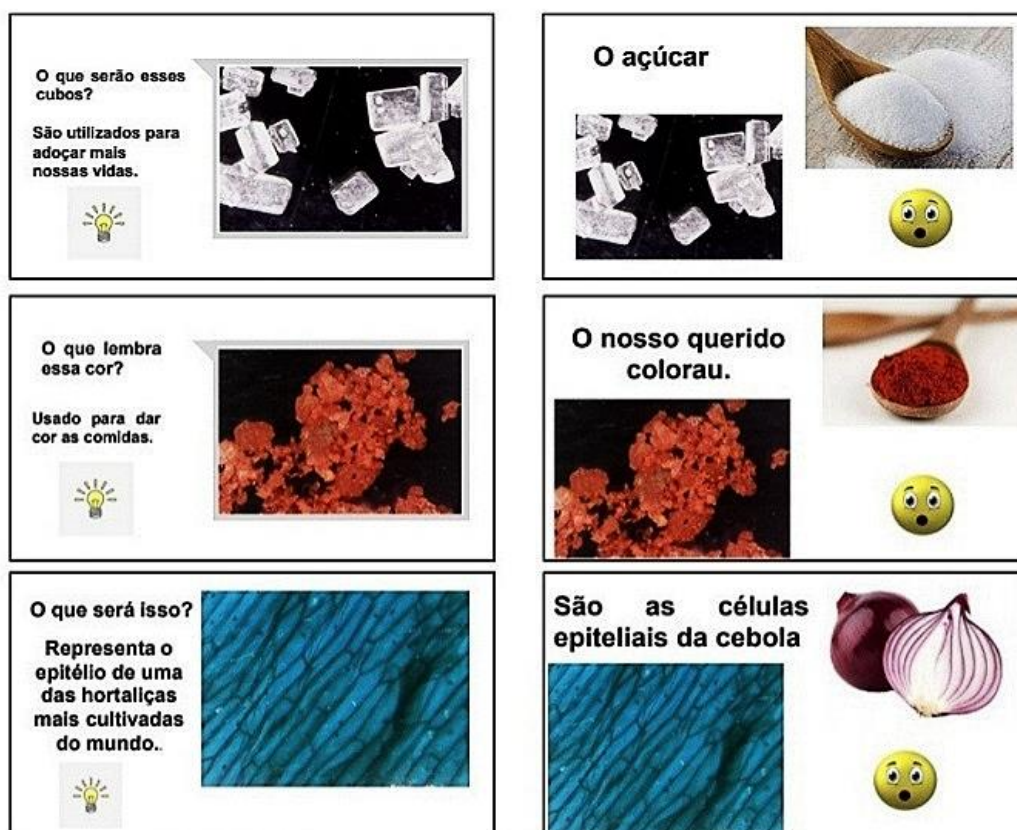
Fonte: Os autores (2021).

A oficina “Descobrimdo o microscópio” visou apresentar esse instrumento aos estudantes do Ensino Básico e estimular o professor a inserir o microscópio no cotidiano das aulas de Ciências. Desse modo, ela foi dividida em quatro etapas: 1) resgate dos conhecimentos prévios; 2) consolidação de conhecimentos teóricos; 3) aquisição de habilidades práticas referentes à microscopia; 4) discussão e socialização dos conhecimentos construídos ao longo da oficina. Após a realização de encontros para a apresentação da proposta de extensão, alguns 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).

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 15 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 USB para projeção em tela e observação de estruturas microscópicas e 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 de temperos alimentícios, entre outros), previamente capturadas com o auxílio do microscópio digital (Figura 2). Essa abordagem durou cerca de 15 minutos.

Figura 2. Algumas perguntas, dicas e respostas do QUIZ aplicado durante a palestra interativa.



Fonte: Os autores (2019).

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*) 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 através das 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. A partir desse modelo, é possível observar algumas amostras interessantes. Tendo em vista a comparação 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 número expressivo de alunos respondeu que apenas o microscópio seria um aparelho com capacidade de ampliação.

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 aparelho microscópico antes da intervenção.

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 manusearem o microscópio digital USB e projetarem 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 USB. No curso da palestra, os microscópios ópticos também foram utilizados para demonstração, expondo os componentes que constituem o sistema 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 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 tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), como o microscópio digital USB 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 à 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), através de 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 para 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 pode ser utilizado nos anos iniciais de ensino (BARONI, 2014).

Por sua vez, a adoção do Quiz trouxe a possibilidade de os alunos aplicarem e fixarem o novo conhecimento. Segundo Gama, Silva e Cruz (2018), 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 Base Nacional Comum Curricular (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*) 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 adiantados 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 (experencial), estimulando atitudes positivas (domínio afetivo), que acabam levando à aprimoração 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 necessário 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 do vivenciamento 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 através desse 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, através 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 popularização da Ciência são importantes na consolidação do processo de ensino e aprendizagem. Ademais, os alunos tiveram a oportunidade de aprimorar conhecimentos e habilidades de maneira autônoma através da 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

A partir da 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 intervenções 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; amentos 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, assim como promover a descoberta de jovens talentos.

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 destas ações educativas.

Referências

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, may 2014. <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, p. 25-28. 2003. : 10.1187/cbe.02-03-0005.

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 de out de 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, 2019. <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**. The journal of field actions. n. 3, p. 01–10. 2011. CHOU, P. N.; WANG, P. J. Looking deeper: using the mobile microscope to support young children's scientific inquiries. **Sustainability**. v. 13, n. 7. abr. 2021. <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 Amazônica: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Amazonas**. v. 3, n. 2, p. 40. 13 Jan. 2018. <https://doi.org/10.29280/rappge.v3i2.4927>.

COSTA, A. F. et. al. **Repensar as TIC na educação: o professor como agente transformador**. Estrada de Outurela. Carnaxide, Santillana, 2012.

DA SILVA, M. L.; 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. <https://doi.org/10.21166/fepexsfs.v1i1.2000>.

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. 17 ago. 2016. <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.

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.

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 de out de 2021.

GAMA, L. R.; SILVA, M. R. D.; CRUZ, M. V. Gamificação: diálogos com a educação. In: FADEL et al. **Gamificação na educação**. São Paulo. Pimenta Cultural, 2014. p. 74–98.

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. jan. 2018. <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. nov. 2020.

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. **Revista do Curso de Graduação em Pedagogia-UNESC**. Saberes Pedagógicos. v. 2, n. 1, p. 42-66. Criciúma. janeiro/junho. 2018.

LOPES, P.; LIMA, G. A. Strategies for organization, representation and management of learning paths. **Perspectivas em Ciencia da Informacao**. v. 24, n. 2, p. 165–195, 2019. <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. <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. Santa Catarina. 2021.

MINAYO, M. C. D. S. Importância da Avaliação Qualitativa combinada com outras modalidades de Avaliação. **Saúde & Transformação Social**. v.1, n.3, p.02-11. Florianópolis. 2011.

MONTEIRO, A. V. G. **História da Ciência no Ensino: Obstáculos Enfrentados por Professores na Elaboração e Aplicação de Materiais Didáticos**. 2014. 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.

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.

MOTA, L. B.; ZANOTTI, R. F. Tecnologias digitais de informação e comunicação aplicadas ao ensino de biologia / Information and communication digital technologies applied to the biology teaching. **Brazilian Journal of Development**. v. 7, n. 6, p. 64341–64353. Curitiba. 29 jun. 2021. <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. Londrina. jul./dez. 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. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação na Cultura Digital) - Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/167331/TCC_Navas.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: out de 2021.

OLIVEIRA, A. M. S. As redes sociais e a popularização do conhecimento científico: metodologia para o ensino de física. **e-Mosaicos**. v. 9, n. 21, p. 156–172. 23 Jul. 2020. <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2020.46504>.

OLIVEIRA, T. C. Reflexões sobre iniciativas de popularização da ciência através de projetos de extensão. In: Encontro internacional de formação de professores. 10. 2017. Aracaju-Sergipe, p. 12. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4696/1564#>. Acesso em: set de 2021.

PAGLIARINI, D. S. **Atividades práticas com microscopia e o desenvolvimento de habilidades no ensino fundamental.** 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e Saúde) - Curso de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2016.

PEREIRA, G. R. **Do lúdico ao científico: construção e avaliação de módulos experimentais de óptica em museus de ciências e em ambientes escolares.** 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

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: 2021.

REJAN, D. C. L.; ARAÚJO, E. J. A.; ANDRADE, M. A. B. S. **Oficina desvendando o corpo humano: a educação não formal no ensino de ciências morfológicas para alunos da educação básica.** Revista Ciências e Ideais. v. 8, n. 3, p. 64-82. set/dez. 2017. <https://doi.org/10.22047/2176-1477/2017.v8i3.784>.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência?. In: WARD, H. et al. **Ensino de ciências.** Porto Alegre. Artmed, 2010, Cap. 1, 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. nov. 2018. <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 – RBEB**. v. 3, n. 7, p. 1-9. 2018.

SANTOS, A. P. Conhecimentos, habilidades e atitudes: o conceito de competências no trabalho e seu uso no setor público. **Revista do Serviço Público Brasília**. v. 62, n. 4, p. 369-386. out/dez. 2011.

SARDENBERG, A.; EUZÉBIOS FILHO, A. **Coleção Tecnologias do Bairro-escola– Articulação Escola-Comunidade**. São Paulo. Associação Cidade Escola Aprendiz, 2014. p. 17.

SEPEL, L. M. N.; DA 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. 1–05, 2011.

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. 02, n. 10, p. 103–137. 2019. <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/biologia/mundo-microscopico>.

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. Brasília. jul/set. 2013.

SOARES, L. C. P. **Desenvolvimento de trilhas de aprendizagem por meio da metodologia de decomposição comportamental**: estudo de caso. 2015. 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.

STORKSDIECK, M. Using Microscopy for Authentic Science Teaching: A Learning Sciences Perspective. **Microsc. Microanal.** v. 21, n. 3, p. 647-648. Cambridge (MSA). 2015. 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. <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 in Applied Microbiology**. 3ed. v. 2, p. 648-653. 2007.

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, 3 abr. 2016. <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. 03, n. 02, p. 8–12, 2008.

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. <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 (BRAJETS)**. v. 12, n. 2, p. 190–197. 2019. <http://dx.doi.org/10.14571/>.

ZHOU, X et al. Virtual & augmented reality for biological microscope in experiment education. **Virtual Reality & Intelligent Hardware**. v. 2, n. 4, p. 316–329. aug. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2020.07.004>.

6. CONCLUSÃO

Pela presente intervenção pedagógica, foi possível observar uma interessante mudança comportamental dos alunos. O encantamento relacionado à observação de diferentes amostras, antes só conhecidas pelas páginas dos livros didáticos, e o interesse em manusear os instrumentos disponibilizados mostraram uma aproximação com atitudes próprias do método científico.

À medida que os estudantes aprimoraram seus conhecimentos em microscopia, percebeu-se o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao saber fazer e, acima de tudo, à criação de um ambiente educacional onde a interação e a colaboração entre os alunos destacavam-se. Muitos dos estudantes com maior desenvoltura no manuseio dos instrumentos sensibilizaram-se para ajudar os colegas com dificuldades. Dessa maneira, os conhecimentos foram construídos de forma integral, estimulando o protagonismo do indivíduo, fazendo com que o mesmo estabelecesse uma postura positiva em relação ao aprendizado de Ciências e Biologia.

Nesta perspectiva, pôde-se perceber que a oficina “Descobrimo o microscópio” na Escola Conselheiro Samuel MacDowell evidenciou o impacto positivo e benéfico que as ações de popularização da Ciência possuem na consolidação do processo de ensino e aprendizagem. Os alunos tiveram a oportunidade de experienciar algo novo de maneira inclusiva e acessível. Acima de tudo, desenvolveram habilidades essenciais para a construção do conhecimento científico, consolidando saberes que não irão se restringir unicamente ao âmbito escolar, mas que também podem ser levados ao longo de suas vidas.

ANEXO

Normas da Revista Vivências para onde o artigo será submetido.

Diretrizes para Autores

ASPECTOS GERAIS

revistas.uri.br/index.php/vivencias/about/submissions#authorGuidelines

09/11/2021 20:46 Submissões | Vivências

Acesse o [Template](#) para realizar a submissão do seu trabalho.

Arquivo: deve ser salvo em formato rtf.

Autores: no máximo 04 (quatro), os nomes dos mesmos devem somente ser inseridos nos metadados da submissão no OJS (não poderão constar no arquivo submetido) e, obrigatoriamente, devem ser preenchidos os seguintes campos: instituição/afiliação (Universidade, Cidade, Estado, País), e-mail, resumo da biografia e ORCID.

Folha: A4, com margens de 2 cm.

Fonte: Times New Roman, tamanho 12, espaçamento entrelinhas simples.

Número de páginas: mínimo de 10 e máximo de 20 páginas.

Citações mais de 3 linhas: recuo de 4 cm, tamanho da fonte 10, espaçamento entrelinhas simples.

Idioma: a Revista Vivências aceita artigos em língua portuguesa, inglesa, espanhola, italiana e francesa.

ASPECTOS ESPECÍFICOS

Título: em maiúsculo, negrito e centralizado.

Resumo: justificado, com extensão de 150 a 250 palavras.

Título em inglês: em maiúsculo, negrito e centralizado.

Palavras-chave: de 3 a 5 palavras-chave, separadas por ponto.

Abstract: justificado, com extensão de 150 a 250 palavras.

Keywords: de 3 a 5 keywords, separadas por ponto.

Títulos principais: em maiúsculo e em negrito.

Títulos secundários: iniciais em maiúsculas e em negrito.

Referências: apenas as efetivamente citadas nos artigos e de acordo com as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT - NBR 6023/2018).