

A EVOLUÇÃO DA MICROSCOPIA COMO AÇÃO PEDAGÓGICA EXTENSIONISTA: TRÊS FORMAS DE EXPLORAR O INVISÍVEL E O IMPACTO NA COMPREENSÃO CIENTÍFICA

Heleno Souza da Silva¹, Priscila Tamiasso-Martinhon², Grazieli Simões³, Célia Regina Sousa da Silva⁴

¹*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
helenosouza33@gmail.com*

²*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
pris-martinhon@hotmail.com*

³*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
grazielisimoes@iq.ufrj.br*

⁴*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
sousa@iq.ufrj.br*

Resumo: Este trabalho apresenta uma ação extensionista sobre a evolução da microscopia, fundamentada em Ausubel, Kuhn e Bachelard. A oficina, realizada remotamente com licenciandos em Química e pós-graduandos da UFRJ, abordou aspectos históricos, conceituais e aplicados da microscopia por meio de apresentação dialogada e atividades interativas. Os resultados indicaram ampliação do conhecimento dos participantes e evidenciaram a contribuição da extensão para a educação científica.

Palavras-chave: Ensino; Aprendizagem; Oficina; Microscopia; Extensão.

INTRODUÇÃO

A microscopia constitui uma das mais importantes tecnologias de ampliação da capacidade humana de observação, possibilitando o acesso a fenômenos invisíveis a olho nu e contribuindo significativamente para o desenvolvimento da ciência moderna. A evolução dos instrumentos microscópicos não representa apenas avanços tecnológicos, mas também mudanças nas formas de produzir, validar e interpretar o conhecimento científico (KUHN, 2018). Cada salto tecnológico representou não apenas um aumento de resolução, mas uma transformação na própria concepção do que é possível conhecer, ver e manipular na matéria.

No contexto educacional, a história da microscopia pode favorecer a compreensão da natureza da ciência ao evidenciar que o conhecimento científico é construído historicamente e mediado por instrumentos, conceitos e práticas sociais. Segundo Bachelard (1996), o avanço da ciência ocorre mediante a superação de obstáculos epistemológicos, sendo os instrumentos científicos elementos fundamentais nesse processo. Nessa perspectiva, a microscopia constitui um exemplo privilegiado para discutir a relação entre observação, teoria e construção do conhecimento.

Ainda sob o ponto de vista pedagógico, a aprendizagem torna-se mais significativa quando novos conceitos são relacionados aos conhecimentos prévios dos estudantes (AUSUBEL, 2003). Assim, oficinas pedagógicas que integrem aspectos históricos, conceituais e tecnológicos podem contribuir para a formação científica crítica e reflexiva. Além disso, a extensão universitária, ao promover a interação entre universidade e sociedade, constitui importante espaço de democratização do conhecimento científico (FREIRE, 1996; FORPROEX, 2012).

Além da perspectiva histórica, a microscopia permite discutir o papel dos instrumentos científicos na produção do conhecimento. Segundo Hacking (2012), a ciência não avança apenas por meio de teorias, mas também pela capacidade de intervir e produzir evidências através de instrumentos. Nesse sentido, microscópios ópticos, eletrônicos e de varredura por sonda podem ser compreendidos como tecnologias que ampliam as possibilidades de observação e investigação da natureza, permitindo acessar fenômenos antes inacessíveis à percepção humana.

Este trabalho descreve uma ação extensionista que buscou explorar a evolução da microscopia através de uma oficina pedagógica. A iniciativa teve como base teórica as contribuições de David Ausubel, com sua teoria da aprendizagem significativa, Thomas Kuhn, com a noção de paradigmas e revoluções científicas, e Gaston Bachelard, com o conceito de obstáculos epistemológicos. A abordagem adotada foi histórico-epistemológica e interdisciplinar, visando não apenas transmitir conhecimentos técnicos, mas também promover uma reflexão sobre a natureza da ciência e o papel dos instrumentos científicos em seu desenvolvimento.

A oficina apresentou três técnicas de microscopia, abordando seus fundamentos, potencialidades e limitações, e buscou identificar o conhecimento prévio e as percepções qualitativas dos participantes. O objetivo geral foi promover uma compreensão abrangente da microscopia, enquanto os objetivos específicos incluíam destacar sua história e evolução, diferenciar os tipos de microscopia e evidenciar sua importância para o avanço da ciência. Este artigo detalha a metodologia da ação extensionista, apresenta os resultados obtidos através de indicadores de avaliação e discute o impacto da oficina na compreensão e percepção dos participantes sobre a microscopia e a ciência.

MATERIAL E MÉTODOS

A ação extensionista foi desenvolvida na forma de oficina pedagógica remota, realizada durante a Jornada Acadêmica 2026.1 do Consórcio CEDERJ da Fundação CECIERJ, por meio da plataforma Google Meet. Participaram da atividade estudantes do curso de Licenciatura em Química e discentes do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE/UFRJ), constituindo um público com diferentes níveis de formação e experiências acadêmicas.

A oficina foi planejada segundo uma abordagem histórico-epistemológica e interdisciplinar, articulando aspectos históricos, conceituais e tecnológicos da microscopia. A proposta fundamentou-se nos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), valorizando os conhecimentos prévios dos participantes como ponto de partida para a construção de novos significados. Além disso, buscou promover um ambiente dialógico e participativo, em consonância com a perspectiva de educação problematizadora defendida por Freire (1996).

As atividades foram organizadas em três momentos. Inicialmente, realizou-se um levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre microscopia e suas aplicações. Em seguida, foi desenvolvida uma apresentação dialogada abordando a evolução histórica da microscopia, seus fundamentos científicos e as principais características das microscopias óptica, eletrônica e de varredura por sonda. Durante a exposição, foram promovidos momentos de interação e discussão

coletiva, visando estimular a reflexão crítica sobre o papel dos instrumentos científicos na construção do conhecimento.

Na etapa final, os participantes responderam a um formulário avaliativo composto por questões objetivas e discursivas destinadas a identificar percepções, conhecimentos prévios, compreensão dos conteúdos abordados e possíveis contribuições da oficina para sua formação. A utilização desse instrumento encontra respaldo em Gil (2008), que destaca os questionários como ferramentas adequadas para a obtenção de informações sobre percepções e experiências dos sujeitos investigados.

Os dados obtidos foram organizados e analisados por meio de uma abordagem predominantemente qualitativa, complementada por indicadores quantitativos descritivos. Conforme Minayo (2001), esse tipo de análise permite compreender os significados atribuídos pelos participantes às experiências vivenciadas, favorecendo interpretações mais amplas sobre os processos educativos. Dessa forma, buscou-se avaliar não apenas a aquisição de conhecimentos conceituais, mas também as contribuições da oficina para a compreensão da natureza da ciência e da importância dos instrumentos científicos no desenvolvimento do conhecimento científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da oficina pedagógica foram analisados a partir dos indicadores coletados por meio do formulário avaliativo e da observação dos momentos interativos. A análise revelou percepções e níveis de conhecimento dos participantes que corroboram a eficácia da ação extensionista na promoção da compreensão da microscopia e de seu papel na ciência.

Análise de Tendências e Distribuição do Conhecimento

Os dados sobre a análise de tendências na percepção dos participantes indicaram que a palavra mais frequentemente associada à microscopia foi "Técnica", seguida por "Pequeno" (referindo-se, provavelmente, a objetos de estudo de pequenas dimensões), "Material", "Análise", "Ciência", "Célula" e "Visualização". Essa

distribuição inicial sugere uma compreensão predominantemente instrumental da microscopia, focada em sua aplicação prática e no objeto de estudo.

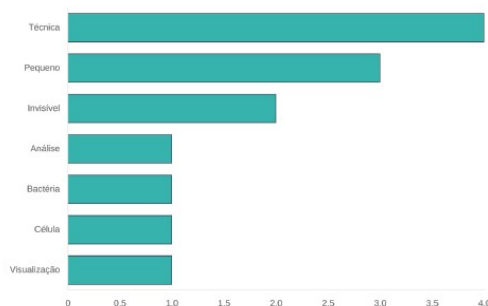


Figura 1. Análise de Tendências

Em relação à distribuição do conhecimento prévio sobre os tipos de microscopia, observou-se que a microscopia óptica era a mais conhecida (11 menções), seguida pela eletrônica (8 menções) e, em menor grau, pela microscopia de ponta de prova (3 menções). É relevante notar que nenhum participante indicou não possuir conhecimento sobre microscopia, o que sugere um público com alguma familiaridade prévia com o tema.

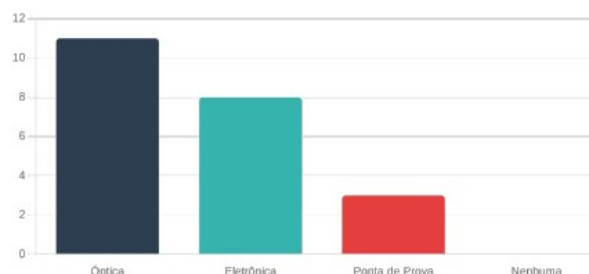


Figura 2. Distribuição do Conhecimento

A análise das respostas evidencia que os participantes possuíam conhecimentos prévios sobre microscopia, especialmente relacionados à microscopia óptica, ao mesmo tempo em que apresentavam lacunas acerca de técnicas mais avançadas, como a microscopia eletrônica e a microscopia de varredura por sonda. Esse cenário reforça a importância de ações extensionistas voltadas à atualização científica e tecnológica, favorecendo a ampliação do repertório conceitual dos estudantes.

Os resultados corroboram os pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), ao indicar que a incorporação de novos conhecimentos ocorreu a partir de estruturas cognitivas previamente estabelecidas. Além disso, a ampliação da compreensão sobre os diferentes tipos de microscopia contribui para a alfabetização científica defendida por Chassot (2018) e para uma formação mais crítica acerca da natureza da ciência, conforme discutido por Hodson (2014), evidenciando o potencial da extensão universitária como espaço de construção e democratização do conhecimento científico.

Nível e Expansão do Conhecimento

A autoavaliação do nível de conhecimento dos participantes indicou que a maioria se considerava no nível "Básico" (aproximadamente 3), com um número menor no nível "Intermediário" (cerca de 1,5) e "Avançado" (1). Embora a leitura exata dos valores do gráfico possa ser interpretada como escores ou proporções, e não contagens absolutas de participantes, a tendência geral aponta para um público com percepção de conhecimento inicial ou intermediário, o que justifica a proposta da oficina em aprofundar esses saberes.

Após a oficina, a percepção de expansão do conhecimento foi majoritariamente positiva, com 5 participantes indicando "Concordo" e apenas 1 indicando "Discordo" em relação à ampliação de seus conhecimentos. Este dado sugere que a oficina foi eficaz em promover a aprendizagem e a percepção de avanço no entendimento da microscopia.

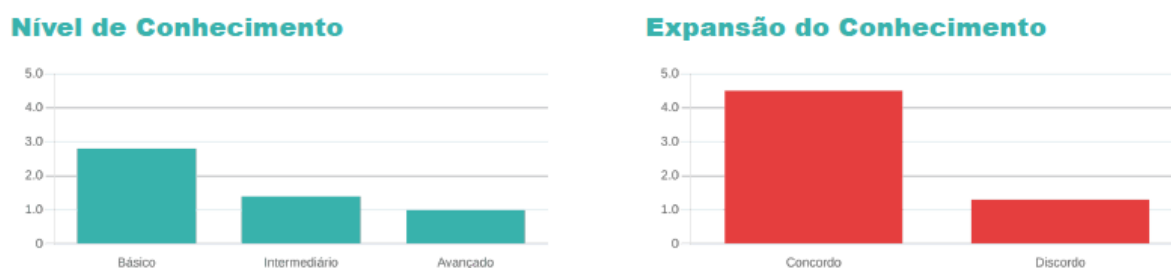


Figura 3. Nível de Conhecimento e Expansão do Conhecimento

A percepção positiva dos participantes quanto à ampliação do conhecimento sugere que a oficina favoreceu não apenas a assimilação de informações sobre microscopia, mas também a compreensão de aspectos relacionados à construção do conhecimento científico. Tal resultado dialoga com Hodson (2014), que defende que a educação científica deve contemplar simultaneamente o aprender ciência, o aprender sobre ciência e o fazer ciência. Ao explorar a evolução histórica dos instrumentos microscópicos, a oficina possibilitou que os participantes compreendessem a ciência como uma atividade dinâmica e em constante transformação.

Percepção da Microscopia e Tipos Específicos

Ao questionar os participantes sobre o que pensavam sobre microscopia, as respostas se distribuíram em três categorias principais: 50% associaram à "Técnica", 41,7% a "Técnica e Ciência", e 8,3% a "Ciência". Essa distribuição reforça a visão instrumental da microscopia, mas também destaca uma parcela significativa que a reconhece como um elo entre a técnica e o fazer científico.

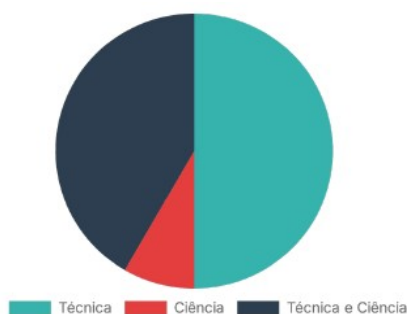


Figura 4. Percepção da Microscopia

A predominância de associações da microscopia à ideia de técnica evidencia uma compreensão inicialmente instrumental dos participantes. Contudo, a presença de respostas relacionadas à ciência sugere uma ampliação dessa visão, aproximando-se da perspectiva de alfabetização científica defendida por Chassot (2018), segundo a qual o conhecimento científico deve contribuir para uma leitura mais crítica e contextualizada do mundo. Nesse sentido, a oficina favoreceu a compreensão da microscopia não apenas como ferramenta analítica, mas também como elemento constitutivo da produção do conhecimento científico.

No que tange à microscopia eletrônica, as principais associações foram "Aumentar resolução" (9 menções), "Substituir luz" (2 menções) e "Facilitar uso" (1 menção). Essas respostas demonstram uma compreensão dos princípios operacionais e das vantagens da microscopia eletrônica em relação à óptica, especialmente no que se refere à capacidade de resolução.

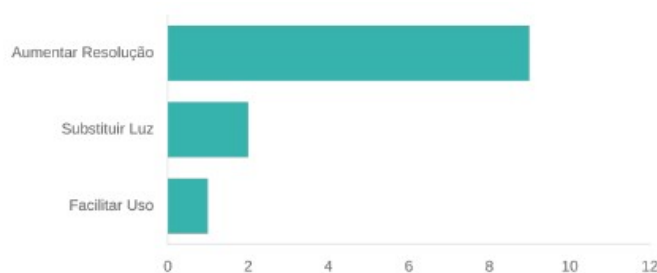


Figura 5. Microscopia Eletrônica

As respostas relacionadas à microscopia eletrônica demonstram que os participantes compreenderam sua principal vantagem em relação à microscopia óptica: a elevada resolução proporcionada pelo uso de feixes de elétrons. A predominância de termos como “aumentar resolução” evidencia o reconhecimento das limitações da luz visível e da necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias para a observação de estruturas em escalas menores.

Esse resultado pode ser interpretado à luz de Kuhn (2018), ao evidenciar o papel das inovações instrumentais na expansão das possibilidades de investigação científica, e de Bachelard (1996), para quem os instrumentos contribuem para a superação de obstáculos epistemológicos. Da mesma forma, Hacking (2012) destaca que os instrumentos científicos não apenas ampliam a observação, mas também possibilitam a produção de evidências, favorecendo uma compreensão mais ampla da natureza da ciência e dos processos de construção do conhecimento científico.

Para a microscopia de varredura por sonda (SPM), a maioria dos participantes (14) indicou ter compreendido corretamente o conceito ("Sim"), enquanto apenas 1 indicou "Não". Este resultado é particularmente relevante, pois a SPM é uma técnica

mais avançada e menos comum no ensino básico, indicando que a oficina foi bem-sucedida em introduzir e esclarecer seus fundamentos.



Figura 6. Microscopia de Varredura por Sonda

O elevado índice de compreensão dos fundamentos da microscopia de varredura por sonda é particularmente relevante por se tratar de uma técnica geralmente ausente da formação inicial de muitos estudantes. Esse resultado reforça a importância da divulgação de tecnologias científicas contemporâneas em contextos educacionais, contribuindo para a aproximação entre ensino e pesquisa. Conforme argumenta Martins (2006), a inserção de temas científicos atuais favorece a construção de significados e amplia a compreensão dos processos de produção do conhecimento.

Conforme aponta Mannheimer (2002), a microscopia de luz visível continua sendo a ferramenta mais tradicional e amplamente aplicada na análise inicial da microestrutura de materiais, destacando-se pelo baixo custo e pela simplicidade de uso — o que a torna indispensável em qualquer laboratório. Por outro lado, tecnologias avançadas de varredura, como as microscopias eletrônica e de força atômica, não nasceram para substituir o microscópio óptico tradicional, mas sim para somar, trazendo dados complementares fundamentais sobre as estruturas nos níveis micro e nanométrico.

Os resultados também podem ser interpretados à luz das contribuições de Hacking (2012), para quem a credibilidade do conhecimento científico está associada não apenas à observação, mas à capacidade de manipular e investigar fenômenos por meio de instrumentos. A compreensão demonstrada pelos participantes acerca das diferentes técnicas de microscopia sugere uma percepção ampliada do papel dos

instrumentos científicos na construção das evidências e na expansão das fronteiras do conhecimento.

CONCLUSÃO

A ação extensionista sobre a evolução da microscopia demonstrou ser uma ferramenta pedagógica eficaz para promover a educação científica e a compreensão de conceitos complexos em ciência. O público-alvo, composto por estudantes de licenciatura em Química e pós-graduandos em HCTE, apresentou uma base teórica inicial, mas com uma autopercepção de baixa profundidade técnica, o que foi adequadamente abordado pela oficina.

Os resultados indicam que os participantes desenvolveram uma visão instrumental da microscopia, reconhecendo-a como uma técnica indispensável para a expansão do conhecimento científico. Houve um alto consenso sobre os objetivos das microscopias eletrônica e por sonda, evidenciando que os conceitos centrais da oficina foram absorvidos pela maioria. A percepção de expansão do conhecimento após a oficina reforça a efetividade da abordagem pedagógica empregada, fundamentada em Ausubel, Kuhn e Bachelard, que valoriza a interdisciplinaridade e a perspectiva histórico-epistemológica.

Em suma, a oficina contribuiu para formar um grupo ciente do valor da microscopia na ciência e apto a aprofundar seus conhecimentos prévios em competências mais especializadas, reforçando o papel da extensão universitária na disseminação do conhecimento científico e na formação continuada.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE/UFRJ), ao Consórcio CEDERJ e à Fundação CECIERJ pela oportunidade de realização desta ação extensionista, e a todos os participantes que contribuíram com seu engajamento e suas respostas para a construção deste trabalho. Por fim, meu agradecimento às professoras Priscila Tamiasso, Grazieli Simões e Célia Regina pelos ensinamentos e orientações.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FORPROEX. Política Nacional de Extensão Universitária. Manaus: Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, 2012.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HACKING, Ian. Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2012.

HODSON, Derek. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. International Journal of Science Education, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

KUHN, Thomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. Editora Perspectiva. 13^o Edição. 2018.

MAHHEIMER, W. A. Microscopia dos Materiais: uma introdução. E-Papers Serviços Editoriais. Rio de Janeiro. 2002.

MARTINS, Isabel. Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observações de sala de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (org.). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Unijuí, 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.