

O microscópio na escola e a observação¹

Kazumi Munakata²

Resumo

O microscópio é um instrumento óptico, cuja função é tornar visível seres (vivo ou não) extremamente pequenos. Inventado no século XVI, a sua grande difusão ocorreu no decorrer do século XIX, impulsionada pela produção de milhares de publicações a respeito e a fundação de associações que promoveram atividades com esse artefato. Na escola, ele foi introduzido nas aulas de Ciências, para contribuir com o ensino de Física e de Ciências Naturais. A difusão do microscópio nas escolas também favoreceu e ao mesmo tempo foi favorecido pela adoção, no ensino escolar, do método intuitivo (ou lições de coisas), que pressupõe que todo o conhecimento tem como origem a observação das coisas, animadas ou não, do mundo. A observação propiciada pelo microscópio, no entanto, reque uma série de

procedimentos prévios. Isto significa que a *realidade* de coisas pequenas, observáveis apenas por esse instrumento, não pode ser a realidade imediatamente dada, mas algo construído, incluindo a postura do próprio observador. Esses temas remetem, portanto, a questões ontológicas e epistemológicas que requerem elucidação. Para a realização deste trabalho procedeu-se a uma ampla investigação em fontes bibliográficas publicados em diversos países. Tais documentos foram catalogados em um banco de dados para facilitar a sua leitura e interpretação. Para tal contou-se com a inestimável colaboração da professora doutra Joana Borges de Faria.

Palavras chave

Microscópio, observação, realidade, método intuitivo.

Resumen

El microscopio es un instrumento óptico, cuya función es hacer visibles seres (vivos o no) que son extremadamente pequeños. Inventado en el siglo XVI, su amplia difusión se dio durante el siglo

¹ Este artigo faz parte das atividades do projeto de pesquisa «A educação dos sentidos na escola contemporânea brasileira (séculos XIX-XX): projetos, práticas, materialidades» e contou com a colaboração de Joana Borges de Faria para organizar as fontes.

² Kazumi Munakata é bacharel em Filosofia, pela Universidade de São Paulo; mestre em História Social do Trabalho, pela Universidade Estadual de

Campinas; e doutor em História da Educação, pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atualmente, é pesquisador e doutor assistente na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Contato: [kazumi.munakata@gmail.com].

XIX, impulsada por la producción de miles de publicaciones sobre el tema y la fundación de asociaciones que promovieron actividades con este artefacto. En la escuela, fue introducido a las clases, para contribuir a la enseñanza de la Física y las Ciencias Naturales. La difusión del microscopio en las escuelas también favoreció y al mismo tiempo se vio favorecida por la adopción, en la educación escolar, del método intuitivo (o lecciones de las cosas), que asume que todo conocimiento se origina en la observación de las cosas, animadas o no, del mundo. La observación proporcionada por el microscopio, sin embargo, requiere una serie de procedimientos previos. Esto significa que la realidad de las pequeñas cosas, observable solo por este instrumento, no puede ser la realidad inmediatamente dada, sino algo construido, incluida la postura del propio observador. Estos temas, por lo tanto, se refieren a cuestiones ontológicas y epistemológicas que requieren una aclaración. Para llevar a cabo este trabajo se realizó una extensa investigación en fuentes bibliográficas publicadas en varios países. Dichos documentos fueron catalogados en una base de datos para facilitar su lectura e interpretación. Para ello contamos con la inestimable colaboración de la profesora doctora Joana Borges de Faria.

Palabras clave

Microscopio, observación, realidad, método intuitivo.

Abstract

The microscope is an optical instrument, whose function is to make visible extremely small beings (living or not). Invented in the sixteenth century, its great diffusion occurred during the nineteenth century, driven by the production of thousands of publications about it and the foundation of associations that promoted activities with this artifact. It was introduced into schools to contribute to the teaching of physics and natural sciences. The spread of the microscope in schools also favored and at the same time was favored by the adoption, in school education, of the intuitive method (or lessons of things), which assumes that all knowledge has its origin in the observation of things, animate or not, in the world. The observation provided by the microscope, however, requires a series of prior procedures. This means that the reality of small things, observable only by this instrument, cannot be the reality immediately given, but something constructed, including the posture of the observer himself. These issues refer, therefore, to ontological and epistemological questions that require elucidation. To build this work, we carried out a broad investigation in bibliographic sources published in several countries. These documents were catalogued in a database to facilitate their reading and interpretation. This enterprise counted on the invaluable collaboration of Professor Dr. Joana Borges de Faria.

Keywords

Microscope, observation, reality, intuitive method.

Introdução: tipos de microscópio

A invenção, no final do século XVI, do microscópio —um instrumento óptico para ampliar a imagem de objetos muito pequenos— é geralmente atribuída ao holandês Hans Janssen e seu filho Zacharias, embora autores como Morrison-Low (2007: 23) afirmem que há muita controvérsia a esse respeito: afinal, à época, a qualidade das lentes não era muito aprimorada. Um dos tipos de microscópio que foram inventados, embora com muita precariedade, foi o microscópio solar, que utilizava grandes espelhos para receber a iluminação oriunda da luz solar, e que era frequentemente utilizado para projetar a imagem do objeto observado numa tela, como na lanterna mágica. Ao longo do século XIX, esse modelo perdeu o prestígio de que gozara no século anterior, passando a ser considerado objeto de entretenimento (Heering, 2010: 19) e «[...] instrumento de interesse das senhoras e por elas utilizável» (Wilson, 1995: 228, *apud* Heering, 2010: 36, nota 3). Hoje, esses artefatos tornaram-se peças de museu.

Em todo caso, a evolução tecnológica promoveria a invenção de outros tipos de microscópio: o simples, o composto e, mais recentemente, o eletrônico (que não será aqui abordado). O microscópio simples, segundo o britânico Ellison Hawks, em *The*

microscope (1920: 18), um livro de difusão científica, «[...] consiste em uma única lente, ou às vezes de duas dessas lentes colocados próximos uns dos outros». O autor prossegue:

O microscópio composto [...] consiste em dois conjuntos de lentes. O primeiro conjunto é colocado na extremidade do tubo que está mais próxima do objeto a ser examinado e, portanto, é chamado de «objetiva». O segundo conjunto de lentes está situado na outra extremidade do tubo e é chamado de «ocular», porque está mais próximo do olho do observador (1920: 19-20).

Instruções para o uso de microscópio

A grande difusão do microscópio ao longo do século XIX pode ser comprovada pelo surgimento, em várias localidades, de associações de microscópio, com seus respectivos periódicos. Fundado em 1839, O britânico *The Royal Microscopical Society* edita até hoje *Journal of Microscopy* (antigo *Journal of the Royal Microscopical Society*) e tem como objetivo «[...] promover a ciência da microscopia», mediante «[...] uma ampla gama de atividades que apoiam a pesquisa e a educação em microscopia [...]»³. O também britânico *Quekett Microscopical Club*, segundo seu site⁴, foi fundado em 1865, e se declara «[...] principal organização para todos os interessados em microscópio e microscopia». A associação, que edita o periódico *The Journal of*

³ Disponível em [https://www.rms.org.uk/], consultado em 31/3/2021.

⁴ Cfr. [https://www.quekett.org/], consultado em 31/3/2021.

the Quekett Microscopical Club, tem como «[...] objetivos declarados [...] promover a compreensão e o uso de todos os aspectos do microscópio» e seu nome homenageia o microscopista John Quekett. Nos Estados Unidos também há associações similares, como a *New York Microscopical Society*, que publicou *The American Quarterly Microscopical Journal* (primeiro número em 1878), dois anos depois rebatizado como *The American Monthly Microscopical Journal*⁵. Há também uma sociedade com nome curioso de *Postal Microscopical Society*, criada em 1873, «[...] tendo como objetivo principal a circulação de caixas de lâminas de microscópio e informações [notes] aos associados»⁶.

Ao mesmo tempo, o mercado livreiro foi inundado por incontáveis publicações sobre o microscópio. O livro de Hawks, acima mencionado, é apenas um entre milhares de títulos encontrados no repositório do site *archive.org*, identificados sob a rubrica *microscope*. Em outros repositórios ou nas lojas de livros usados encontram-se muitas outras publicações sobre o microscópio, o que revela a grande popularidade que o artefato obteve praticamente em todo o Ocidente, ao longo do século XIX e início do XX. Essas obras podem ser distribuídas, *grosso modo*, em quatro categorias.

⁵ Disponível em [https://www.nyms.org/], consultado em 31/3/2021.

⁶ Disponível em [https://cutt.ly/5li8Jrn], consultado em 31/3/2021.

a. Manuais técnicos sobre a construção e o funcionamento do microscópio

Frequentemente são acompanhados de explicações sobre a teoria óptica e as lentes, além de instruções sobre a preparação em lâminas do material a ser observado. São publicações voltadas à divulgação científica e muitas delas estão associadas aos fabricantes de instrumentos ópticos, como é o caso de *L'étudiant micrographe*, de 1864, publicada na França, de Arthur Chevalier, neto de Vincent Chevalier, e filho de Charles Chevalier, criadores da lente acromática⁷ e insistentemente enaltecidos pelo autor.

Fazem também parte dessa categoria as obras como *El microscopio* (c. 1900), publicado em Barcelona (Espanha), de Ernesto Caballero; *Il microscopio*, de Camillo Acqua, publicado em Milão (Itália), em 1907 (segunda edição); *Microscope in theory and practice*, publicado em Nova York (Estados Unidos), em 1892 (segunda edição), a partir do original em alemão, de Carl Naegeli e S. Schwendener; *The microscope and microscopical methods*, de Simon Henry Gage, publicado em 1896 (sexta edição), em Ithaca (Estados Unidos), além de muitos outros.

Todas as obras dessa categoria insistem na importância do microscópio para a pesquisa científica e apresentam várias de suas aplicações possíveis. Há, no entanto, a obra de William B. Carpenter, *The microscope and its revelations* (1883, sexta edição), que, além de ressaltar o uso do artefato na ciência, também o

⁷ Lente acromática reduz os efeitos de certas distorções na imagem dos instrumentos ópticos.

considera «[...] como meio de satisfazer uma curiosidade louvável e de obter uma recreação saudável» (1883: III). Esse é o espírito de outra categoria dos livros sobre microscópio.

b. Obras destinadas ao público em geral, sem objetivos explicitamente científicos

John Brocklesby, comenta no início de seu *The amateur microscopist* (1871: 5):

Fui levado a acreditar que um trabalho popular sobre o microscópio e suas revelações seria ao mesmo tempo interessante e útil, e essa crença resultou no presente tratado, que simplesmente exhibe e descreve alguns dos objetos mais raros e curiosos do mundo microscópico e os modos de prepará-los para observação ao microscópio; juntamente com uma breve descrição deste instrumento.

John Phin, em *How to use the microscope, being practical hints on the selection and use of that instrument, intended for beginners*, editado em Nova York (Estados Unidos), em (1882, quinta edição), esclarece no prefácio:

Conforme declarado no título, [o livro] é destinado a iniciantes e não apenas a iniciantes no uso do microscópio, mas àqueles que tiveram pouca ou nenhuma experiência no uso de instrumentos de qualquer tipo. Daí as instruções dadas são do tipo mais simples, e todas as explicações teóricas foram evitadas

[...]. Nosso objetivo tem sido unicamente transmitir tais informações que permitirão ao leitor iniciar-se na prática da microscopia, esperando que a largada assim dada o leve a prosseguir com seus estudos e, finalmente, adquirir conhecimento, habilidade e destreza que o capacitará a aproveitar-se dos poderes extraordinários e das vantagens que o uso deste instrumento confere, tanto nas pesquisas científicas quanto na vida cotidiana (1882: X).

Como o microscópio pode participar da vida cotidiana? Segundo a obra *The romance of the microscope* (1921), de C. A. Ealand, publicada em Londres (Grã-Bretanha), o instrumento pode ser utilizado no lar para verificar se os mantimentos estão contaminados ou não. O cirurgião britânico Edwin Lenkester, em *Half-hours with the microscope* (1874), propõe que se empreenda meia hora por dia em atividades com o artefato, enquanto o naturalista britânico Philip Henry Gosse, autor de *Evening at the microscope* (1859), sugere que atividades com o microscópio seja um *hobby* de todas as tardes. O reverendo Joseph Henry Wythe, britânico emigrado para os Estados Unidos, escreveu *Curiosities of the microscope* (1852) como obra de ficção protagonizado por dois irmãos, William e Thomas Peale, e seu tio, Mr. Simons, um naturalista.

c. Obras sobre campos de investigação científica

Salvo engano, nenhum livro sobre o microscópio deixou de incluir comentários sobre áreas de aplicação do instrumento, mesmo porque não faz sentido uma publicação que falasse apenas sobre o artefato. No caso dessa categoria de livros, no entanto, a situação se inverte: o microscópio é um assunto suplementar; o foco é sobre um campo de saber que recebe reforço fundamental do instrumento. Os campos de saber abrangidos por esses livros são, por exemplo: Química (Francis Carter Wood, *Chemical and microscopical diagnosis*, 1905); Histologia (A. A. Böhm e M. Von Davidoff, *A text-book of histology, including microscopic technic*, 1906, segunda edição); Botânica (Julius Wilhelm Behrens, *The microscope in Botany. A guide for the microscopical investigation of vegetable substances*, 1885); Mineralografia (Joseph Murdoch, *Microscopical determination of opaque minerals*, 1916); Petrologia (Herbert Gladstone Smith, *Minerals and the microscope. An introduction to the study of petrology*, 1914); Anatomia humana (Albert Kölliker, *Manual of human microscopical anatomy*, 1854), etc.

d. Microscópio na escola

Essa última categoria de livros abrange obras com caráter didático, que, não raras vezes, fazem referência a *estudantes*, *debutantes* ou *iniciantes*. Certamente, a maioria delas são para uso em cursos superiores, mas há também pelo menos um livro cujo

título é *El microscopio en la escuela primaria: 25 prácticas: un primero ciclo de prácticas sencillas que puede realizarse sin técnica ni conocimientos especiales* (1933), do espanhol Modesto Bargalló. Bocchi (2013: 108) constatou que no Colégio Marista Arquidiocesano —uma escola secundária confessional privada de São Paulo (Brasil)— um livro didático de Física, com fortes indícios de ter sido ali adotado, apresenta, como conteúdo, tópicos sobre o microscópio. Além disso, como relatou Bocchi (2013: 107), o microscópio fazia parte do acervo científico da referida escola. Do mesmo modo, como relata Marchi da Silva (2021), o Museu Pedagógico Nacional —*Pedagogium*—, fundado em 1890, no Rio de Janeiro (Brasil), para subsidiar a formação de professores, contava no seu acervo com um microscópio solar.

No livro didático *Nociones Elementales de Ciencias* (s. d.), de G. M. Bruño, publicado na cidade do México (México), na seção referente à *Luz*, subitem *Aparatos de óptica*, pode-se ler:

Os principais instrumentos de óptica são os *microscópios*, os *óculos de longa visão*, os *telescópios* (s. d.: 209).

Os microscópios servem para obter imagens amplificadas dos objetos de dimensões reduzida que não podem ser observados ao simples olhar: dizemos que esses aparatos aumentam [...] (s. d.: 209).

[...]

Por meio do microscópio foram feitos descobrimentos importantes na botânica, zoologia, fisiologia, mineralogia. Puderam ser observados seres infinitamente pequenos, estudar os micróbios que

ocasionam as enfermidades contagiosas, conhecer as falsificações em algumas matérias alimentícias, como as farinhas, etc. (s. d.: 210-211.)

plantas verdes e se tornaram de cor verde. Apareciam e desapareciam e se fundiam ao lodo.

[...]

Germana M.

O livro *Lecciones de Cosas*, para terceiro ano elementar, de Manuel E. Villaseñor, também publicado no México, descreve o microscópio ao abordar a *Refracción da luz* (p. 92). Por fim, Adolfo Ferrière, em seu livro *La práctica de la escuela ativa* (1928), reproduz artigos de *El eco de la escuela*, publicado em Bruxelas, com relatos de várias professoras. Num deles, pode-se ler:

28 de novembro de 1910. - A senhorita D. reuniu alguns microscópios na aula de química, entre outros um grande microscópio, muito preciso, muito forte, muito caro, que pertence ao senhor D. A senhorita tratou de fazer-nos ver amebas e outros animaizinhos contidos no barro ou no pó que íamos buscar de vez em quando. Há um microscópio para cada uma das alunas. Cada uma o prepara pondo cuidadosamente entre a lâmina e a lamínula um pouco de barro. Quebramos muitas lamínulas, porque não estávamos habituadas a manejar essas coisas delicadas, mas agora cada vez mais se faz mais raro ouvir o grito: «Oufl, quebrei minha lamínua». Em um microscópio vimos o interior de uma larva, em outro um animalzinho transparente que se enrolava e se desenrolava. Mas o microscópio grande era mais interessante, e vimos nele protozoários que comeram

Definitivamente, o microscópio havia sido incorporado às práticas escolares, embora não se saiba exatamente quando isso ocorreu.

Alguns livros sobre microscópio fazem referência a *microscópios educacionais* e *microscópios estudantis*, como tipos desse artefato adequados ao uso educacional. Esse é o caso de *The microscope and its revelations* (1883, sexta edição), de William B. Carpenter, que distingue *educational microscopes* de *students' microscopes*. Embora o autor não explique em que consiste a diferença entre um tipo e o outro, certamente o tipo *educacional* atende a propósitos coletivos, de uso no laboratório da escola, enquanto o *estudantil* destina-se a alunos individuais, para uso caseiro. Ambos os tipos são mais simples e baratos do que os modelos mais apropriados para fins específicos, o que os torna adequados para o uso de iniciantes. O autor apresenta cada tipo de microscópio segundo os modelos produzidos pelos fabricantes. Um modelo de microscópio educacional teria a vantagem de não permitir ajustes ao que foi preparado pelo professor, evitando, assim, que os alunos desregulem a qualidade da imagem. O francês Jules Pelletan, em seu livro *Le Microscope, son emploi et ses applications* (1876: 78), recomenda a aquisição de modelos chamados *de estudante*, produzidos por um determinado

fabricante. Também John Brocklesby, em *The amateur microscopist* (1871: 8), sugere o modelo de *Student's Microscope* de um fabricante. Por sinal, muitos autores fazem resenhas de produtos existentes no mercado.

Na contracorrente, o naturalista francês Eugène Trutat, em *Traité élémentaire du microscope* (1883: 109), advertiu: «Eis um ponto sobre o qual convém insistir, a fim de alertar os jovens contra os microscópios ditos de estudante, que são equipados de objetivas absolutamente insuficientes». Além disso, aconselha para fins educacionais o uso do microscópio solar como «[...] um método muito simples, essencialmente prática, que permite eliminar todas as dificuldades e mostrar a todo um auditório imagem amplificadas de objetos microscópicos [...]» (1883: 90-91).

Método intuitivo e observação

O que parece consenso é que a utilização do microscópio nas escolas foi-se generalizando durante o século XIX, para o que concorreu o barateamento do instrumento. Mas não se pode ignorar que a difusão desse instrumento aconteceu concomitante à generalização, nos sistemas educacionais do Ocidente, do *método intuitivo*, muitas vezes conhecido também como *lições de coisas* (*object teaching*, em inglês; *enseñanza objetiva*, em México; *lecciones de cosas* em muitas localidades de fala espanhola; *leçons de choses*, em francês). A palavra-chave dessa concepção, que a pedagogia germânica denominou «[...] ensino pelo aspecto» ou «[...] pelos olhos» (Dubois, 2002: 138), é, como se sabe, a noção de

observação, de que o microscópio é um artefato emblemático. Contra a chamada *cultura livresca*, o método intuitivo preconiza, como ponto de partida do conhecimento e do ensino, a observação direta das coisas, da *realidade*. O espanhol Aurelio R. Charentón, em *El microscopio en la escuela. Su construcción y aplicaciones* (1932: 7-8), comenta a respeito do uso escolar desse instrumento óptico:

[...] a área que limita a avidez intelectual da criança fica maravilhosamente amplificada [...]; porque não será possível nunca chegar à compreensão de certos fenômenos naturais como a circulação de sangue, a nutrição das plantas, a fecundação das flores, a fermentação de algumas substâncias, a propagação de certas enfermidades, a adaptação do ser vivo ao ambiente que o rodeia, etc., etc., se não descermos ao estudo do infinitamente pequeno, mas o suficientemente interessante, para, através disso e unicamente assim, elevarmo-nos a uma explicação racional desses fenômenos que presenciamos diariamente.

O microscópio, então, possibilita ampliar e amplificar a realidade observável, possibilitando o entendimento de fenômenos os quais restaria incompreensível sem esse alargamento do campo visível. Mas o que é isto —a *realidade*—, que se apresenta não mais diante dos olhos, mas da objetiva, um pedaço de vidro colocado na extremidade de um tubo? Como se certificar que aquelas estranhas figuras que se esboçam no microscópio estão lá mesmo, dentro da

gota de água colocada na lâmina imediatamente abaixo da objetiva e, de resto, invisíveis a olho nu?

Os contemporâneos de Galileu devem ter sido acometidos de mesmas dúvidas, quando convidados a olharem pelo tubo do telescópio. Como comenta Rossi (2001: 44):

Para acreditar naquilo que se vê com o telescópio é preciso crer que aquele instrumento serve não para *deformar*, mas para *potenciar* a visão. É preciso considerar os instrumentos como uma fonte de conhecimento, abandonar aquela antiga e enraizada concepção antropocêntrica que considera a visão natural dos olhos humanos como um critério absoluto de conhecimento. Fazer *entrar os instrumentos na ciência*, isto é, concebê-los como fonte de verdade não foi um empreendimento fácil. *Ver*, na ciência do nosso tempo, significa, quase que exclusivamente, *interpretar sinais gerados por instrumentos* (grifos do autor.)

Nesse sentido, *observar* não é propriamente *ver*; são práticas diferentes. Por isso, no *Dictionnaire de Pédagogie et d'Instruction Publique* (Primeira parte, Volume II, 1888), de Buisson, o autor do verbete *Observation*, Alfred Espinas, afirma que a observação não consiste em uma atitude passiva em relação à natureza. Ele prossegue:

O observador não intervém na produção dos fenômenos, não muda nem a ordem, nem as condições, nem as proporções; mas age com muita energia sobre si mesmo. Ou ele se move para encontrar o fenômeno,

ou espia sua aparência, ou o mantém sob seu olhar por muito tempo, ou se esforça para inventar dispositivos que aumentem o alcance de seus órgãos, ou se descobre, após prolongadas reflexões, o único ponto para o qual sua atenção deve ser dirigida, ou o ângulo de onde deve considerar o fenômeno a fim de evitar alguma aparência ilusória, é sempre ele mesmo: são seus membros, seus sentidos, seu pensamento, especialmente seu pensamento, os quais é obrigado submeter-se à mais severa disciplina (1888: 2150).

Como afirma Daston (2017: 92), há aqui uma questão ontológica: «A ontologia diz respeito a como os cientistas preenchem o universo com objetos que são passíveis de investigações e sondagens contínuas, mas que raramente correspondem aos objetos de percepção cotidiana [...]». Esses objetos com que o universo é preenchido, por sua vez, só podem tornar-se objetos mediante o acúmulo de experiência. Daston cita Ludwik Fleck (1953: 92, *apud* Daston, 2017: 94), um biólogo e filósofo polonês, «[...] a propósito da observação microscópica das bactérias»:

A percepção direta da forma [*Gestaltsehen*] exige treinamento no campo de pensamento relevante. A habilidade de perceber diretamente o sentido, forma e unidade contida em si mesma é adquirida somente depois de muita experiência, talvez com um treinamento preliminar. Ao mesmo tempo, claro, perdemos a habilidade de ver algo que contradiga a

forma. Mas é apenas a prontidão para a percepção direta que é o principal constituinte do estilo de pensamento [*Denkstil*].

Daston (2017: 94) conclui: «O noviço vê apenas borrões e manchas sob o microscópio; experiência e treinamento são exigidos para que seja possível dar sentido a este caos visual, para que seja capaz de ver *coisas*» (grifos da autora). Por isso mesmo, os sentidos —em particular, a visão— devem ser educados, treinados, adestrados.

Mas não apenas os sentidos. Heering (2010: 22 e ss.) examina detidamente dois exemplares de microscópio solar, um deles para uso escolar. Ele descreve as operações necessárias para pô-los em funcionamento. Um dos problemas na manipulação desse instrumento é o deslocamento constante da luz solar, que permanece na mesma posição por apenas quatro minutos (Heering, 2010: 23). Não por acaso, quase todos os livros sobre microscópio dedicam muitas páginas para descrever a manipulação desse instrumento. Recomenda, por exemplo, Charentón, em *El microscopio en la escuela. Su construcción y aplicaciones* (1932: 24-25):

Para utilizar o microscópio, este deve ser instalado frente a uma janela e o mais próximo possível, de forma que a luz difusa que entra por aquela janela seja recebida diretamente no espelho do instrumento [...].

[...]

No modo de operar que acabamos de explicar, o olho que não está sobre a ocular deve estar fechado; é conveniente acostumar-se a olhar com os dois olhos e a manter fechado o que está livre sem ter de recorrer à mão; com tempo se chegará a olhar através do microscópio, sem a necessidade de fechar o olho que não é utilizado.

A construção do objeto

A utilização do microscópio obviamente requer também o objeto a ser observado. Este, porém, não pode ser o grau zero da natureza, mas deve passar por toda uma preparação, que compreende desde o corte milimétrico do material até a aplicação de soluções (de água, de produtos químicos, corantes, etc.) para propiciar a nitidez da imagem. Por isso, os livros sobre microscópio mantêm invariavelmente uma seção sobre a preparação do objeto a ser observado, mostrando os procedimentos adequados para cada tipo de material (vegetais, animais, insetos, fungos, órgãos, etc.). Algumas obras chegam a descrever como se deve coletar esses materiais e os instrumentos necessários para fazê-lo. Um exemplo de preparação é apresentado por Charentón (1932: 27 e ss.), acima mencionado:

As preparações que comumente utilizaremos podemos classificar em dois grupos: 1º Aquelas que por si mesmas estão em condições de ser observadas (gotas de água, de sangue, mofos, etc.); 2º As que exigem um

trabalho prévio (cortes vegetais e animais, especialmente).

A primeira basta colocá-las na lâmina e cobri-las ou não com a lamínula, segundo os casos [...]. As segundas, entre as quais incluímos as preparações vegetais, exigem obter um corte fino, transparente, da parte vegetal que vai ser estudada.

Os cortes são feitos com uma navalha do tipo das de barbear [...].

Após mais instruções sobre o corte do material, o autor prossegue, apresentando os reagentes que devem ser introduzidas nas lâminas:

Chegando a esta parte nos assalta o temor de que os que nos tenham seguido até aqui, com um certo interesse, se desanimem e ainda se desconcertem ao ver como se vão complicando as manipulações com o microscópio. Esse desalento ou desorientação carece de fundamento, porque a técnica que vamos indicar é bem simples, ainda que outra coisa pareça indicar os nomes científicos que forçosamente se deve dar aos reagentes para designá-los com propriedade [...].

[...]

Algumas fases da preparação são comuns a todos os corpos, quer se trate de um inseto, de um infusório, de um tecido vegetal, etc. Podemos resumi-las dessa forma e nessa ordem:

(a) *Fixação* do objeto, isto é, submetê-lo a um tratamento que o mantenha em sua forma

primitiva, quaisquer que sejam as manipulações posteriores que tenham lugar.

- (b) *Coloração*, para fazer mais visíveis certos detalhes da estrutura do objeto.
- (c) *Clarificação*, se o objeto é opaco, para fazê-lo transparente.
- (d) *Montagem* da preparação na lâmina, mediante uma substância que a mantenha fixa na lâmina e a preserve ao mesmo tempo da ação de agentes externos (grifos do autor).

As instruções não param aqui. Em todo caso, é possível perceber as dificuldades que envolvem uma simples observação no microscópio. Tais dificuldades também explicam o fato de os microscópios colocados no mercado virem costumeiramente acompanhados de um kit de lâminas preparadas. É possível que a existência de uma associação de troca (ou venda) de lâminas, como se viu acima, seja um meio de superar esses empecilhos para o uso de microscópio. Brives resume todos esses problemas da seguinte maneira:

Em primeiro lugar, os microscópios de que dispomos atualmente são [...] extremamente sofisticados e essa sofisticação implica que seus usuários controlem um saber minucioso em ciências físicas e matemáticas, sem falar da aprendizagem necessária para a compreensão do funcionamento básico do aparelho. Compreender o que vemos sob o

microscópio passa efetivamente pela compreensão da maneira pela qual chegamos a essa visão.

Em segundo lugar, as entidades observadas não podem em nenhum caso ser concebidas como objetos extraídos de uma natureza exterior ao laboratório. Elas devem ser preparadas, o que requer esforços de ajuste, negociações, assim como produção de normas padronizadas. Em outras palavras, as entidades observadas são já, elas mesmas, produções do laboratório e sua existência só pode ser concebida no seu interior. Qualquer pessoa que tenha já utilizado um microscópio pôde perceber que a amostra a ser observada não pode ser utilizada em sua forma bruta. Nos casos mais simples, é preciso cortá-la finamente; nos casos mais complexos, é preciso modificá-la geneticamente, colori-la, triturá-la, ressecá-la etc. Em suma, as entidades que observamos e que nossas observações fazem entrar em nosso mundo não se deixam capturar tão facilmente pelo olhar (2011: 102-103).

Por tudo isso, a manipulação adequada do microscópio requer posturas precisas do corpo e destreza no manejo de partes do instrumento ou na preparação do material. Brives explica valendo-se de sua personagem fictícia, a bióloga Isabelle:

Nos propósitos de Isabelle, o campo lexical do cuidado é onipresente: é preciso «prestar atenção», «ser precavida», «respeitar a fisiologia» do organismo sobre o qual se quer aprender algo novo. E como menciona

explicitamente a bióloga, isso se baseia na aquisição de um gestual. Trata-se de preparar fisicamente uma manipulação complexa, geradora de estresse (2011: 111).

Em suma, fazer a observação no microscópio é também uma prática corporal, que requer treino, repetição de práticas, adestramento. O uso dos instrumentos ópticos (em particular, o microscópio) exemplifica cabalmente a relação que o ser humano mantém com o mundo pela mediação dos artefatos, efetivada pelas práticas corporais (Warnier, 2005). Observação, nesse sentido, é construção do observável mediante práticas corporais.

Considerações finais

Segundo Jonathan Crary (2012: 17), no «[...] início do século XIX houve uma radical transformação na concepção do observador (em uma variedade de práticas sociais e domínios do saber)». Essa transformação teria correspondido ao abandono do paradigma representado pela câmara escura, que havia fixado a relação entre o observador e o mundo como duas instâncias distintas, fazendo separação entre «[...] o ato de ver e o corpo físico do observador» (2012: 46). É essa separação, instituída paradigmaticamente pela câmara escura, que vai entrar em crise no século XIX.

Taumatrópico, fenacistoscópio, zootrópico, diorama e estereoscópio são artefatos analisados por Crary, que teriam

operado a ruptura com o paradigma da câmara escura. No caso do estereoscópio, este artefato

[...] sinaliza uma erradicação do «ponto de vista» em torno do qual, por muitos séculos, significados foram atribuídos, reciprocamente, ao observador e ao objeto de sua visão. Com essa técnica de observação não há mais a possibilidade da perspectiva. A relação do observador com a imagem não é mais com um objeto quantificado em relação a uma posição no espaço, mas, antes, com duas imagens distintas, cuja posição simula a estrutura anatômica do corpo do observador (2012: 126).

Isenta do ponto de vista, portanto da representação, institui-se, então, uma nova objetividade, constituída da cumplicidade «[...] entre o olho e o aparato óptico» (2012: 126), uma relação «[...] metonímica: agora, ambos são instrumentos contíguos no mesmo plano de atuação, com capacidades e características variáveis» (2012: 127).

É nesse trecho que Crary dedica uma das únicas menções ao microscópio.⁸ Ao referir-se à «[...] relação entre o olho e o aparato óptico», ele afirma:

⁸ A outra menção ao microscópio encontra-se à página 128, nota 50, referindo-se às «[...] capacidades instrumentais do telescópio e do microscópio [que] permaneceram extraordinariamente rudimentares durante os séculos XVII e XVIII». Além disso, comenta-se que o microscópio «[...] tinha mais valor

Durante os séculos XVII e XVIII, essa relação havia sido essencialmente metafórica: o olho e a câmara escura ou o olho e o telescópio (ou o microscópio) estavam unidos por uma semelhança conceitual, em que a autoridade de um olho ideal permanecia incontestável (2012: 126-127).

Pode ser que no microscópio e no observador haja um espelhamento metafórico entre o olho e o aparato óptico. Mas Crary abstrai todo o labor implicado na observação, mesmo porque ele não está interessado na observação realizada nas atividades científicas e no seu ensino; o que lhe interessa são os efeitos estéticos da ruptura na concepção do observador.

O que, no entanto, interessa aqui é compreender o processo pelo qual a escola que, ao assumir e difundir o imperativo da observação como critério do conhecimento, passa a ensinar a observar mediante a prescrição de posturas, movimentos e habilidades corporais, com a mediação da materialidade dos artefatos, de que depende o resultado da observação. A esse respeito, Braghini propõe uma reflexão com a qual se pede licença para encerrar este artigo:

Deve-se entender o sujeito observador como produto histórico de certas práticas acontecidas em

instrutivo e de divertimento, no sentido filosófico, do que científico e prático». Microscópio também está ausente na outra obra de Crary (2001), *Suspensions of perception: attention, spectacle, and modern culture*, sobre assunto semelhante.

lugares e instituições, cujas técnicas e procedimentos particulares resultam em processos de subjetivação e, no caso, dizem respeito à compreensão de que o sujeito observador é alguém que conforma suas ações, seu modo de olhar, por regras e códigos apresentados em aulas de ciências (2017: 231).

Recibido: 4 de abril de 2021.

Aceptado: 17 de diciembre de 2021.

Referências bibliográficas

- Bocchi, L. A. (2013). *Dissertação de Mestrado*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Braghini, K. Z. (2017). “As aulas de demonstração científica e o ensino da observação”. Em *Revista Brasileira de História da Educação*, volume 17, número 2 (45): pp. 227-254.
- Brives, C. (2011). “L’observation au microscope”. Em Jacob, C. (dir.). *Lieux de savoir 2. Les mains de l’intellect*. Paris: Albin Michel, pp. 101-115.
- Daston, L. (2017). “Sobre a objetividade científica”. Em Daston, L. *Historicidade e objetividade*. São Paulo: LiberArs, pp. 91-108.
- Dubois, P. (2002). *Le dictionnaire de Ferdinand Buisson: aux fondations de l’école républicaine (1878-1911)*. Bern: Peter Lang.
- Crary, J. (2012). *Técnicas do observador. Visão e modernidade no século XIX*. Rio de Janeiro: Contraponto.

- (2001). *Suspensions of perception. Attention, spectacle, and modern culture*. Cambridge: The MIT Press.
- Fleck, L. (1953). *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: University Chicago Press.
- Heering, P. (2010). “The enlightened microscope. Working with Eighteenth-Century scholar microscopes”. Em Morris, P. J. T. e Staubermann, K. (eds.). *Illuminating instruments*. Washington D. C.: Smithsonian Institution Scholarly Press, pp. 19-38.
- Marchi da Silva, C. (2021). *História do Museu Pedagógico Nacional: Pedagogium - um museu de grandes novidades (1890-1919)*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Morrison-Low, A. D. (2007). *Making scientific instruments in the Industrial Revolution. Science, technology and culture, 1700-1945*. Hampshire: Ashgate.
- Rossi, P. (2001). *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Bauru: EDUSC.
- Warnier, J.-P. (2005). *Construire la culture matérielle. L’homme qui pensait avec ses doigts*. Segunda tiragem. Paris: Presses Universitaires de France.

Wilson, C. (1995). *The invisible world: early modern philosophy and the invention of the microscope*. Princeton: Princeton University Press.

Fontes

- Acqua, C. (1907). *Il microscopio, guida elementare per più facili osservazioni di microscopia*. Segunda edição. Milano: Ulrico Hoepli.
- Bargalló, M. (1933). *El microscopio en la escuela primaria: 25 prácticas: un primero ciclo de prácticas sencillas que puede realizarse sin técnica ni conocimientos especiales*. Reus: Sard.
- Behrens, J. W. (1885). *The microscope in Botany. A guide for the microscopical investigation of vegetable substances*. Boston: S. E. Cassino and Company.
- Böhm, A. A. e Davidoff, M. Von (1906). *A text-book of histology, including microscopic technic*. Philadelphia e London: W. B. Saunders Company.
- Brocklesby, J. (1871). *The amateur microscopist or views of the microscopic world. A handbook of microscopic manipulation*

- and microscopic objects.* New York: William Wood & Company.
- Carpenter, W. B. (1883). *The microscope and its revelations.* Sexta edição. New York: William Wood & Company.
- Charentón, A. R. (1932). *El microscopio en la escuela. Su construcción y aplicaciones.* Madrid: Estudio.
- Chevalier, A. (1864). *L'étudiant micrographe. Traité pratique du microscope, de la dissection, préparation et conservation des objets.* Paris: Adrien Delahaye, Libraire-Éditeur.
- Buisson, F. (1888). *Dictionnaire de Pédagogie et d'Instruction Publique.* Primeira parte, Volume II. Paris: Hachette.
- Bruño, G. M. (s. d.) *Nociones Elementales de Ciencias.* México D. F.: Editorial Enseñanza.
- Ealand, C. A. (1921). *The romance of the microscope; an interesting description of its uses in all branches of science, industry, agriculture, and in the detection of crime, with a short account of its origin, history & development.* London: Seeley, Service & Co. Limited.
- Ferrière, A. (1928). *La práctica de la escuela activa. Experiencias y orientaciones.* Madrid: Francisco Beltrán. Librería Española y Extranjera.
- Gosse, P. H. (1883). *Evening at the microscope or reserches among the minuter organs and forms of animal life.* Nova edição. London: Society for Promoting Christian Knowledge.
- Hawks, E. (1920). *The microscope.* New York: Thomas Nelson and Sons.
- Kölliker, A. (1854). *Manual of human microscopical anatomy.* Philadelphia: Lippincott, Grambo & Co.
- Lenkester, E. (1874). *Half-hours with the microscope; being a popular guide to the use of the microscope as a means of amusement and instruction.* New York: G. P. Putnam's Sons.
- Murdoch, J. (1916). *Microscopical determination of opaque minerals, an aid to the study of ores.* New York e London: John Wiley & Sons e Chapman & Hall Ltd.
- Naegeli, C. e Schwendener, S. (1892). *Microscope in theory and practice.* Segunda edição. New York: McMillan & Co.

New York Microscopical Society. Disponível em [https://www.nyms.org/], consultado em 31/3/2021.

Pelletan, J. (1876). *Le Microscope, son emploi et ses applications*. Paris: G. Masson, Éditeur.

Phin, J. (1882). *How to use the microscope, being practical hints on the selection and use of that instrument, intended for beginners*. Quinta edição. New York: The Industrial Publication Company.

Postal Microscopical Society. Disponível em [https://cutt.ly/LIi4QvZ], consultado em 31/3/2021.

Quekett Microscopical Club. Disponível em [https://www.quekett.org/], consultado em 31/3/2021.

Smith, H. G. (1914). *Minerals and the microscope. An introduction to the study of petrology*. London e New York: Thomas Murby & Co e D. Van Nostrand Co.

The Royal Microscopical Society. Disponível em [https://www.rms.org.uk/], consultado em 31/3/2021.

Trutat, E. (1883). *Traité élémentaire du microscope. Première partie: le microscope et son emploi*. Paris: Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire.

Villaseñor, Manuel E. (1907). *Lecciones de Cosas. Tercer año elemental*. México D. F.: Herreo Hemanos.

Wood, F. C. (1905). *Chemical and microscopical diagnosis*. New York e London: Appleton and Company.

Wythe, H. (1852). *Curiosities of the microscope; or, Illustrations of the minute parts of creation, adapted to the capacity of the young*. Philadelphia: Lindsay and Blakiston.