

A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida¹

The invention of microscope: marks of a technical instrument in the awakening of biological thought

Marcelo Valério ^a

Clarissa Torresan ^b

RESUMO

O microscópio não foi apenas fruto da inteligência e engenhosidade humana, mas um verdadeiro e poderoso exemplo de como aparatos técnicos transformaram o conhecimento e a cultura. O instrumento, nascido do espírito de mecanização do universo e também em resposta a necessidades da vida prática, tardou a se tornar uma ferramenta de observação científica e só o fez pelas peculiares mãos de um indivíduo sem formação científica. O microscópio ajudou a libertar a Biologia das amarras do fisicismo mecânico e contribuiria para torná-la uma ciência imprescindível na explicação do mundo. Entre os séculos 17 e 19, toda a organização das áreas de conhecimentos biológicos recebeu influência, direta ou indireta, do advento e refinamento do microscópio e de seus resultados. E mais do que revelar os mundos que se mantinham inacessíveis aos sentidos humanos, olhar e ver pela(s) lente(s) do microscópio tornou possível a produção de novas realidades sobre as quais ciência iria se debruçar.

PALAVRAS-CHAVE: Microscópio. Tecnologia. Biologia.

ABSTRACT

The microscope was not only the consequence of human intelligence and ingenuity, but a real and powerful example of how technical instruments have transformed knowledge and culture. The instrument created in the heart of a mechanical universe and also in response to the needs of practical life, took a long time to become a scientific observation tool and this was only possible because of the peculiar work of an individual with no scientific training. The microscope helped to release biology from the shackles of mechanical physicalism and to make it an essential science in the world explanation. Between the 17th and 19th centuries, the whole organization of the areas of biological thinking was influenced, directly or indirectly, by the advent and refinement of the microscope and its results. And besides revealing worlds that remained inaccessible to the human senses, to look and see through the microscope lens created new realities on which science would be engaged.

KEYWORDS: Microscopy. Technology. Biology.

1. Os autores ressaltam que este ensaio não nasceu de uma pretensão historiográfica, mas pelo reconhecimento e pelo interesse na 'História da Ciência e da Técnica' enquanto repertório teórico e pedagógico para educadores e professores em Ciências Biológicas. Consideram, pois, a importância de problematizar as visões distorcidas de ciência que tradicionalmente vigoram em todos os níveis de ensino, evitando leituras continuístas, acumulativas, lineares e teleológicas. Creem que, ao narrar uma história da Biologia pela lógica do microscópio, podem contribuir para que colegas leitores atentem para o papel dos aparatos técnicos no desenvolvimento do conhecimento; e, ainda, que considerem a relevância de aspectos externos do empreendimento científico, seu caráter contextual e social, público e coletivo, humano e falível.

^a Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM) – marcelovalerio@ufpr.br

^b Professora do Centro Universitário de Maringá (UniCesumar) e Doutora em Genética (UFPR/Georgetown University) – clarissa.torresan@unicesumar.edu.br

Introdução

Uma das características mais evidentes nas leituras históricas do desenvolvimento da cultura é a negligência com a qual se aborda a participação dos instrumentos técnicos. Eles são frequentemente retratados como marcos da engenhosidade e inteligência humana, mas costumam ocupar o segundo plano com relação ao personagem histórico, inventor ou refinador. Para muitos, tratam-se “apenas” de utensílios ou ferramentas que possibilitaram, no início, facilitar o trabalho, e mais tarde, medir, perceber e experimentar a natureza através da investigação científica. No entanto, os instrumentos técnicos sempre foram mais do que a materialização da curiosidade ou mesmo de ideias científicas, por mais argutas que possam elas terem sido.

Todos os instrumentos produzidos pela mente e pelas mãos humanas, mesmo aqueles nascidos da necessidade de facilitar o labor, reservaram a prodigiosa – e autônoma – capacidade de transformar o mundo que os sucedeu. Da roda ao acelerador de partículas, a real influência dos inventos sempre extrapolou a capacidade de seus inventores e contemporâneos em prevê-la. O refinamento frequente dos aparatos técnicos demonstra que o instrumento original inaugura, no mínimo, um novo leque de possibilidades que antes não era aventado. E após surgirem com um caráter ferramental, os instrumentos técnicos sempre abrem as portas para sua própria transformação e do mundo no qual se instalam (POSTMAN, 1994).

De modo interessante, não é preciso remeter-se a inovações tecnológicas recentes para esclarecer esse poder de transformação da cultura pela técnica. Pelo contrário, mesmo da Antiguidade até a Idade Média, período em que os instrumentos estavam ligados às artes e aos ofícios, esta ideia se mostrava profundamente válida. A roda raiada, os relógios, a pólvora, a bússola e a prensa tipográfica são apenas algumas amostras do que o instrumento técnico pode fazer com a realidade que passa a ocupar: o trabalho, o mercado, os conflitos, as viagens, a expansão dos conhecimentos e da informação materializam esta noção da cultura humana transformada – e por vezes criada – pelas tecnologias.

Todo esse processo tornar-se-ia mais evidente entre os séculos 17 e 19 com os alicerces da ciência moderna. Foi nesse período que parece ter sido “inventada” a própria “ideia de invenção” e quando os aparatos técnicos começaram a “dialogar” com teorias científicas. Imperava a concepção de que tudo o que pudesse ser feito deveria ser feito, e emergia, desde o fim da Idade Média, um novo mundo “moderno e científico” resultante não só do pensamento humano e de sua capacidade inventiva, mas também por obra dos próprios inventos que ajudariam a transformar o homem e a traçar o rumo de sua história até os dias recentes (DELATTRE, 1992; BRAGA et al., 2004; BRAGA et al., 2005).

Como idealizou a clássica obra de McLuhan (1964), sempre que criamos novas ferramentas fomos inexoravelmente recriados por elas!

As ciências biológicas em um mundo míope

A história da invenção, refinamento e influência do microscópio na cultura e no pensamento biológico não se distancia do sinalizado nos parágrafos acima. Ao contrário, serve sobremaneira para uma reflexão sobre o impacto de um aparato técnico na história das ciências. É necessário, contudo, reconhecer o contexto social e científico no qual surgiu e se desenvolveu a Microscopia, e entender ainda a configuração do cenário intelectual que viria mais tarde a construir a Biologia como a concebemos atualmente.

Ao fim da Idade Média, o século 16 marcava o auge do Renascimento e construía os alicerces da ciência moderna. As grandes navegações e o desenvolvimento mercantil permitiam o acúmulo de capital e o florescer da burguesia; a retomada e valorização das contribuições do pensamento grego orientava os valores humanos, destacando o culto à razão e o interesse pela natureza; o humanismo reordenava o pensamento, dessacralizava a Criação e colocava o homem no centro da ordem natural; a cultura literária explodia com a recente invenção da imprensa; e o suposto “obscurantismo medieval” era questionado em prol da objetividade, a qual fazia emergir a metodologia científica de observação e experimentação do universo (ROSSI, 2001). Este cenário transformou-se no terreno fértil que alimentou o desenvolvimento da ciência nos séculos seguintes. O apogeu do racionalismo e da experimentação marcou o período e gerou uma riqueza instrumental formidável.

Essa foi também a história da “emancipação” da ciência em relação à filosofia e da revolução científica na Física. Na ciência nascente tudo precisava ser mensurado, calculado, matematizado num esforço mecanicista – emblema do pensamento *cartesiano* – para resumir o funcionamento do universo a uns poucos princípios e leis – símbolo do pensamento *baconiano*. Aquilo que não pudesse ser explicado através de movimentos e forças não parecia ser merecedor de investigação científica séria (RONAN, 2001; CHASSOT, 2004; BRAGA et al., 2004; BRAGA et al., 2005).

O que viria a se chamar Biologia teria que aguardar mais dois séculos para lograr, ainda que minimamente, a autonomia intelectual e instrumental da qual gozava a Física à época. O pensamento biológico pouco havia se desenvolvido desde a Antiguidade, e o que fora resgatado principalmente do pensamento aristotélico contemplava análises sistêmicas e relacionais, exigia investigação histórica e tratava de propriedades qualitativas – tudo aquilo que o fisicismo mecânico do período taxava de vitalismo e até sobrenatural. Num beco sem saída, ou a Biologia tratava seus conhecimentos de interesse à moda do período ou se condenava à estagnação. Isso fez com que o mundo vivo passasse a ser explicado mecanicamente, tornando a Medicina – Anatomia e Fisiologia – o cerne dos conhecimentos biológicos daquele período. A História Natural, por sua vez, continuava sendo uma atividade menos nobre. Somente em meados do século 18, com os impactos das primeiras explicações químicas dos processos biológicos (que reservavam algum componente qualitativo) e com o novo despertar do interesse e estudo pela crescente diversidade de formas vivas é que a Biologia começou a libertar-se a caminho de sua autonomia epistemológica (MAYR, 1998).

A esta altura, o leitor deve estar se perguntando: para que teria então servido o microscópio num período tão infecundo para as ciências da vida? Mas a ironia histórica reside justamente no fato de que este instrumento técnico, gerado no seio da ciência experimental renascentista, ajudaria a reconstruir, mais tarde, o ideal de observação científica das ciências biológicas, e a faria despertar de um “sono profundo” para torná-la uma ciência autônoma e imprescindível na explicação do mundo.

Novos olhos para ver a vida

O microscópio foi um daqueles inventos em que a inovação estava menos no instrumento e mais no que se podia obter com ele. Seu advento foi dependente de uma outra invenção, a das lentes, que remonta provavelmente aos anos 100 d.C. na Roma Antiga. Apenas no século 13, porém, é que as lentes são resgatadas do esquecimento para começarem a serem usadas como óculos. Abrindo um parêntese, é quase certo que neste período alguns curiosos tenham usado tais lentes para observar as nuances das formas vivas, mas não há registros significativos dessas observações.

Por volta da última década do século 16, enfim, dois holandeses, Zacharias e Hans Janssen (filho e pai, respectivamente), produziram o primeiro microscópio composto (com mais de uma lente) (SIMMONS, 2002; ROTHBART, 2007). Até onde se sabe eles foram os pioneiros, mas a pouca capacidade de aumento e os problemas de nitidez cromática fizeram dos primeiros microscópios “simples” brinquedos vendidos a membros das realezas.

O microscópio demoraria mais dois séculos para gerar o fervor científico de seu “parente mais novo”, o telescópio. Aliás, as antigas lunetas holandesas já estavam sendo aperfeiçoadas e usadas com interesse teórico pelas mãos de Galileu Galilei, que em 1609 apontou o instrumento para o céu e observou o *terminador*³. Logo, a óptica e o domínio artesanal da produção do vidro contribuíram para impactar as teorias astronômicas e tornaram rapidamente aquele aparato símbolo do progresso técnico e da revolução científica.

Mas enquanto os olhos da Física eram guiados por observação experimentada e por teorias prévias, a Biologia seria instrumentalmente revolucionada por um indivíduo sem formação científica. Os méritos do primeiro trabalho científico de microscopia são conferidos ao italiano Francesco Stelluti que, em Roma, já em 1625, estudou a estrutura da abelha em ampliação de cinco vezes. Outros trabalhos também foram publicados durante meados do século 17, mas somente por volta de 1670 é que o microscópio se tornou verdadeiramente um instrumento de observação biológica, por ocasião das contribuições de um comerciante holandês chamado Anton Van Leewenhoek (SIMMONS, 2002; MOSLEY e LYNCH, 2011; HACKING, 2012; LANE, 2015).

Quase um século depois de ter sido inventado o microscópio composto, Leewenhoek usava um modelo simples (de uma só lente) que ele mesmo fabricara para contar as fibras de tecido em sua mercearia. Sugere-se que ele tenha sido um artesão sagaz e profundamente interessado em fazer lentes cada vez melhores – o que exigiria

³ A linha entre os lados diurno e noturno da Lua. Suas irregularidades fizeram Galileu deduzir que havia montanhas na superfície lunar e contribuir para o questionamento de um céu perfeito e imutável.

ser exímio na arte de polir (SIMMONS, 2002; MOSLEY e LYNCH, 2011; HACKING, 2012). Suas magníficas lentes eram as peças fundamentais de seus rudimentares microscópios, e referências esparsas acusam ter alcançado aumentos extraordinários na ordem de até 270 vezes.

Dono de pouca instrução e de quase nenhum conhecimento de ciências, Leewenhoek iniciou tardiamente sua carreira “científica”, já aos quarenta anos de idade em 1673. Durante os cinquenta anos seguintes ele usou seu microscópio simples para produzir um farto material descritivo sobre o mundo natural, remetendo à Royal Society todas as suas perspicazes e detalhadas observações – um total de 165 cartas. No início as correspondências “pouco cultas” do holandês foram motivo de chacota, mas logo os intelectuais e cientistas ingleses perceberam o poder dos resultados espetaculares obtidos através daquele instrumento absurdamente simples. Não parecia fácil nem tampouco prudente acreditar cegamente nas cartas de Leewenhoek: o microscópio já havia sido apresentado como instrumento de observação biológica por Robert Hooke⁴ (importante membro da sociedade científica inglesa) e seu acervo de descrições, junto ao de outros pesquisadores da época, sinalizavam aumentos da ordem de “apenas” 20 ou 30 vezes. Os registros de Leewenhoek, que eram demasiadamente minuciosos e descreviam até novas formas de vida, precisavam ser postos à prova. Textura da madeira, células vegetais, cristais, nervos, músculos, ossos, cabelos, 67 espécies de insetos, 11 de aranhas e 10 de crustáceos constavam de seu acervo, por exemplo (LANE, 2015).

Simplesmente não se sabe como Leewenhoek pôde fazer desenhos tão acurados. Sugere-se que o holandês produzira uma nova lente para cada espécime a ser examinado. No entanto, pesquisadores como Hacking (2012) indicam que seus excelentes trabalhos não tinham a ver com a qualidade das lentes, mas sim com uma técnica de iluminação que jamais foi ensinada a ninguém: o holandês teria inventado a iluminação de campo escuro!

Mas Leewenhoek não era de fato um cientista, e isto parecer o ter impedido de enxergar a magnitude de sua ciência. Ele se negou a enviar um de seus microscópios para a Royal Society e continuava a acreditar que suas observações tinham valor por si próprias⁵.

Outros cientistas contemporâneos, conhecedores da microscopia e do farto trabalho de Leewenhoek, acabaram assumindo o compromisso de refinar o instrumento e repetir as suas descrições. Foi com vagar que as discussões sobre o potencial da microscopia na Biologia se avolumaram e as possibilidades de investigação teórica através deste aparato técnico foram sendo admitidas. Durante o período, os microscópios foram severamente criticados como meros artefatos – e não instrumentos

⁴ A publicação da obra de sua autoria, intitulada “*Micrographia, or some phisiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquire thereupon*” é reconhecidamente um marco na história da ciência. Mais a respeito pode ser encontrado no bom artigo de Caluzi (2015).

⁵ Quase a totalidade das descobertas microscópicas até o século XIX encontra seu registro inicial nas magníficas observações e descrições enviadas por Anton von Leewenhoek à Royal Society. Em um artigo repleto de ilustrações e excertos das cartas, Lane (2015) exalta o alcance científico dos trabalhos de Leewenhoek; e descreve parte do polêmico diálogo entre o comerciante holandês e comunidade científica da época.

filosóficos – por nomes conhecidos como Huygens, Boyle e Hobbes, já que não contribuíam para revelar as propriedades da natureza (ROTHBART, 2007; MOSLEY e LYNCH, 2011).

Os membros da Royal Society chegariam mais tarde à conclusão de que as observações microscópicas descortinavam possibilidades fantásticas para a ciência da época. E somente então Leewenhoek galgaria o posto de membro da sociedade científica – e também da Academia de Ciências de Paris, que inclusive foi a primeira instituição a considerar o microscópio um instrumento científico.

Nas últimas décadas do século 17, além do inglês Hooke e do holandês Leewenhoek, outros microscopistas como o italiano Marcello Malpighi, teceriam as contribuições que abririam as portas de um novo mundo de investigação para a incipiente Biologia. A revolução foi silenciosa e paulatina: nos dois séculos seguintes novos elementos, como micrótomos (para fatiar os espécimes), corantes e fontes de luz comporiam a história da microscopia e também deixariam claro que esta não dependia somente dos engenhos do vidro ou dos saberes em óptica (HACKING, 2012).

Novos mundos a explorar

Agora, a fim de entender o impacto da microscopia nas ciências biológicas, é preciso se desprender um pouco da cronologia histórica dos avanços e dos personagens para buscar refletir mais diretamente as transformações ocorridas no pensamento biológico depois desta tecnologia.

Não foi de imediato, mas os microscópios foram se tornando os novos olhos das ciências da vida e reconstruindo toda a complexidade do mundo natural nos dois séculos seguintes. Do ponto de vista filosófico, mais do que ver “pelo” aparato, o que estava em questão era a produção de novas realidades (HACKING, 2012). O corpo conceitual da Biologia⁶ havia sido colocado em cheque, e toda organização das áreas de conhecimentos biológicos recebera influência, direta ou indireta, do advento e refinamento do microscópio e de seus resultados⁷.

As marcas deixadas pelo microscópio no pensamento biológico começaram com a maneira como este instrumento transformou a complexidade do mundo de formas vivas à sua época. Redefinindo as fronteiras da diversidade, as ciências biológicas podiam agora dirigir seu olhar para o âmago das formas viventes. Os organismos vivos já conhecidos podiam ser observados e descritos em níveis de detalhamento antes inimagináveis. Além disso, um novo mundo biológico surgira sob as lentes do microscópio (de Leewenhoek, em especial) com a descoberta de novas e extraordinárias formas de vida.

⁶ Embora se faça uso a todo tempo do termo ‘Biologia’, tal nomenclatura foi cunhada no século XIX, e se pode dizer, inclusive, que a própria ciência Biologia ainda não existia até esta data. Foi somente dois séculos após a invenção do microscópio que os conhecimentos relativos ao domínio das ciências biológicas conquistaram a devida organização e fundamentação epistemológica de uma ciência unívoca.

⁷ O legado da Microscopia pode ser aprofundado nos trabalhos de Brian J. Ford, cientista e divulgador da ciência britânico, e autor do livro “*Single lens: the story of the simple microscope*” (London, UK: William Heinemann, 1985), onde estão reproduzidos os resultados extraordinários do holandês.

O século 18 marcou a expansão de saberes em Anatomia e Fisiologia Vegetal e Animal. Novas possibilidades para descrição, comparação e consequente classificação de formas de vida estavam instaladas e se tornava imperativo regravar e aperfeiçoar os sistemas de classificação biológica. O microscópio havia então exigido a fundação da Taxologia científica e, mais tarde, da Taxonomia, que foi aperfeiçoada até o sistema binomial de *Linné*.

A antiga ‘História Natural’ começava a ser reconstruída e suas áreas iam paulatinamente sendo desmembradas pelos conhecimentos acumulados. A Botânica e a Zoologia passaram a exigir esforços distintos e que, mais tarde, levariam a novas especialidades como a emergente Microbiologia. A imensidão da diversidade biológica estimulou também que os pesquisadores fossem além da descrição e coleção das espécies, e que começassem a buscar compreender as interações entre todos aqueles organismos e seu meio natural, um esforço de pesquisa que marcaria os primórdios da Ecologia.

A Biologia organizava suas novas descobertas, sobretudo aquelas formas de vida microscópicas que pareciam fornecer a ponte longamente procurada entre os organismos visíveis e a natureza inanimada. Assim, o microscópio reacendia também a polêmica sobre a possibilidade da ‘geração espontânea’ e contribuía para que fossem retomadas discussões sobre a origem da vida.

Mais e mais observações e descrições microscópicas continuavam a transformar outras áreas do pensamento sobre o mundo vivo: a profundidade das descrições em nível anatômico e fisiológico reivindicou que a crescente diversidade de formas vivas começasse a ser analisada através de uma abordagem comparativa. Os sistemas de classificação biológica logo passaram a contemplar uma dimensão relacional que fez com que diferentes organismos fossem tidos como mais próximos ou mais distantes na ordem buscada para a natureza. Fundavam-se neste período os alicerces do que é atualmente a Sistemática Biológica. E de maneira inesperada e interessante, a junção dos novos conhecimentos, frutos dessas discussões sobre origem da vida, comparação e organização das formas vivas, culminaria nas bases do Pensamento Evolutivo que marcou e revolucionou a Biologia a partir do século 19.

Tais transformações, estimuladas pelo advento do microscópio, reorganizavam o pensamento biológico antigo e alcançavam praticamente todas as áreas, da História Natural à Medicina. Nesta última, além da nova dimensão de análise criada para a Anatomia e a Fisiologia (da qual a descrição dos vasos capilares é um marco), a origem das patologias foi substancialmente transformada. O mundo microbiológico que surgiu já no século 17 ajudou a substituir a visão hipocrática dos humores⁸, conferindo às doenças novas causas geradoras⁹. O conhecimento dos microrganismos tornou o tratamento de grande parte das patologias uma especialidade científica.

⁸ Na visão de Hipócrates, revitalizada mais tarde por Galeno, e que duraria aproximadamente dois milênios, uma pessoa se encontrava enferma quando seus humores estavam desarmonia. Os humores seriam representados por quatro substâncias existentes no organismo e imprescindíveis à vida saudável: o sangue, o fleuma, a bile amarela e a bile negra.

⁹ As discussões teóricas sobre as causas das doenças, como a protagonizada por Louis Pasteur e Rudolph Virchow são exemplos significativos do papel da microscopia no desenvolvimento dessas novas áreas.

Em outro campo, a observação microscópica de espermatozoides no líquido seminal acalorava os debates sobre a formação do embrião, e durante o século 18 as observações que Aristóteles havia feito a olho nu antes da Era Cristã (de ovos de galinha incubados) estavam em outro patamar, reacendendo o interesse pelo desenvolvimento animal e alicerçando conceitualmente a atual Embriologia.

Não havia dúvidas de que muitas novas áreas floresciam sob as lentes daquele instrumento e que o pensamento biológico fervilhava com as possibilidades descortinadas pela microscopia. Entre os principais avanços ainda estavam as observações que levaram até a Teoria Celular: o que havia começado com a simples investigação de alguns poros e estruturas em formas de caixa em uma tênue fatia de cortiça viria, do século 17 à frente, a construir grande parte da estrutura conceitual da Biologia dos dias atuais. A microscopia fundou a Histologia, especialidade que se desenvolveu intimamente relacionada com o aperfeiçoamento do aparato técnico que a tornou possível (com destaque para o uso de corantes de anilina); e, nas primeiras décadas do século 19, a própria Citologia já se mostrava minimamente estruturada.

Importante compreender aqui que a descoberta da célula permitiu – não sem dificuldades, considerando o contexto científico do período – conferir unidade ao mundo vivo, começando a romper com as primitivas ideias de essencialismo e vitalismo que ainda incomodavam as ciências biológicas. O refinamento dos microscópios nas décadas seguintes foi, ao mesmo tempo, causa e efeito de questões emergentes sobre funcionalidade e reprodução celular. O núcleo e o cromossomo foram dois importantes “achados” neste campo e fundaram novas maneiras de pensar o mundo biológico no final do século 19. As especulações sobre mecanismos de Evolução e Hereditariedade misturavam todo o pensamento sobre a natureza naquele período e provocaram o consequente entrelaçamento do que atualmente se chama de Biologia Funcional e Evolutiva.

Ou seja, entre os séculos 17 e 19, o advento e refinamento da microscopia contribuíram fundamentalmente para estruturar um protótipo da Biologia Contemporânea¹⁰. Aquele instrumento, nascido do espírito da mecanização do universo e também em resposta a necessidades da vida prática, provocaria um revolucionário enriquecimento do mundo: o despertar da diversidade de formas vivas que transformou o mundo biológico; a teoria celular proporcionou um “mergulho” ao âmago dos seres vivos e fez explodir os conhecimentos sobre sua constituição orgânica; e o pensamento evolutivo finalmente tornou a biologia uma ciência verdadeiramente autônoma.

Toda essa empreitada contribuiu para tornar científicas as variáveis sistêmicas, relacionais, populacionais e históricas do pensamento biológico, fazendo com que os seus objetos de estudo já não mais pudessem ser resumidos a dimensões físico-químicas. E então, ao final do século 19, o novo corpo conceitual e teórico das ciências biológicas havia extrapolado a objetividade matemática da ciência daquele período e

Esse último nome é menos conhecido, mas não menos emblemático: trata-se de um dos fundadores da medicina social e da patologia celular do século 19, e que estimulou fortemente os estudantes de medicina alemães a “pensar microscopicamente”.

¹⁰ Alguns historiadores relutariam em sustentar essa afirmação, pois entre os séculos 17 e 19 a microscopia suscitou mais perguntas do que forneceu respostas – mas não é justamente essa a força motriz do conhecimento científico?

abriam-se as portas para um novo estatuto epistemológico para ciências naturais (ABRANTES, 2011; MAYR, 1998; EL-HANI 2002).

Mais que uma revolução técnica

Uma sucinta conclusão a que se pode chegar é que toda a história da Biologia corresponde, em maior ou menor grau, à história dos resultados das melhorias técnicas. É também das lentes acromáticas (1823), das lentes de imersão a óleo (1878), da objetiva apocromática (1886), do microscópio de contraste (1934), do microscópio eletrônico (1938), e dos constantes melhoramentos nos processos de fixação e coloração das preparações microscópicas durante todo esse tempo, parte do mérito pela importância da Biologia nos dias atuais. Certamente hoje, quando a investigação científica renova o imbricamento das ciências da natureza – Física, Química e Biologia – a microscopia ganha fôlego para criar outros mundos!

A história da microscopia confirma o ideal de transformação da cultura pelo aparato técnico, como sugerido nos aforismos de Postman (1994): o microscópio alterou nossos interesses, as coisas sobre as quais pensamos; alterou nossos símbolos, as coisas com as quais pensamos; e, finalmente, alterou a natureza da comunidade, a arena na qual o pensamento se desenvolve. E, assim, “*a tradicional separação entre ‘high science’ (das teorias filosóficas) e a ‘low science’ (dos aparatos dos artesãos e engenheiros) perdeu força com o desenvolvimento dos novos instrumentos*” (BENNETT, 1986: p.6).

Como em uma ‘metáfora ecológica’, o microscópio provocou no pensamento biológico o mesmo que uma nova espécie provoca quando alocada em um ecossistema estabelecido: nada é subtraído ou adicionado, mas tudo é profundamente mudado pela chegada da novidade.

Referências bibliográficas

ABRANTES, P. C. Introdução: o que é a filosofia da biologia?. In: ABRANTES, P. C. (org.). **Filosofia da Biologia**. Porto Alegre: Artmed. 2011. p.11-36.

BENNETT, J. A. The mechanics’ philosophy and the mechanical philosophy. **History of Science**, 24, 1986.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve história da Ciência Moderna**: das máquinas do mundo ao universo-máquina (séc. XV a XVII). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.

_____. **Breve história da Ciência Moderna**: das luzes ao sonho do doutor Frankstein (séc. XVIII). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005.

CALUZI, J. Ciência sob um novo olhar. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, ed. 324. Abr. 2015.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 2004.

DELATTRE, P. Teoria e modelo. In: **Enciclopédia Einaudi**, vol. 21. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 1992. pp. 223-287.

EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In: SILVA FILHO, W. J. (ed). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. ed. Salvador: Arcadia; UCSal, 2002. p.199-244.

HACKING, I. **Representar e intervir**: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

LANE, N. The unseen world: reflections on Leeuwenhoek (1677) ‘Concerning little animals’. **Phil. Trans. R. Soc. B** 370: 20140344. 2015.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Brasília: Editora UnB, 1998.

McLUHAN, M. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. São Paulo: Cultrix, 1964.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da ciência: experiência, poder e paixão**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

POSTMAN, N. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência – volume III**: da renascença à revolução científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

ROTHBART, D. **Philosophical instruments – minds and tools at work**. University of Illinois Press, 2007.

SIMMONS, J. **Os 100 maiores cientistas da história**: uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente. Rio de Janeiro: DIFEL, 2002.