

As aulas de demonstração científica e o ensino da observação

Katya Zuquim Braghini*

Resumo: Apresentam-se no artigo algumas experiências pedagógicas voltadas ao ensino das ciências, nas quais objetos científicos eram utilizados em aulas de demonstração. O objetivo é compreender o que significa ‘ensino da observação’, compreender o papel pedagógico das aulas de demonstração com objetos científicos, as quais eram destinadas a promover um olhar educado no interior das representações científicas que colocavam a visão, a experimentação e a demonstração como ações relacionadas, ou seja, como um processo de educação visual adequado ao ensino das ciências. Para tanto, foram estudadas fotografias de aulas de demonstração científica do Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l’Éducation de Rouen, objetos científicos do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano e outros documentos diversos.

Palavras-chave: observação, ensino de ciências, educação visual, cultura material escolar.

* Professora e pesquisadora do PEPG em Educação: História, Política, Sociedade (PUC-SP). Doutora e Mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pós-doutorada na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). São Paulo, Brasil. E-mail: katya.braghini@yahoo.com.br

Scientific demonstration classes and the teaching of observation

Katya Zuquim Braghini

Abstract: The article presents some pedagogical experiences aimed at teaching science, from the use of scientific objects in demonstration classes so as to understand the meaning of 'teaching of observation'. We sought to understand the pedagogical role of demonstration classes which use scientific objects, aimed at promoting a visual education within scientific representations that placed vision, experimentation and demonstration as related actions, i.e. a process of visual education suited to the education of science. For this reason, studies were performed on photographs of scientific demonstration classes of the Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l'Éducation in Rouen, scientific objects of the Archdiocesan Marist College School Museum, and various other documents.

Keywords: observation, teaching of science, educated eye, school material culture.

Las clases de demostración científica y la enseñanza de la observación

Katya Zuquim Braghini

Resumen: El artículo presenta algunas experiencias pedagógicas dirigidas a la enseñanza de las ciencias, a partir del uso de objetos científicos en las clases de demostración, de modo a comprender qué significa 'enseñanza de la observación'. Se busca comprender el papel pedagógico de las clases de demostración con objetos científicos, en la promoción de un mirar educado dentro de las representaciones científicas que colocaban la visión, la experimentación y la demostración como acciones relacionadas, o sea, un proceso de educación visual adecuado a la enseñanza de las ciencias. Para ello, fueron estudiadas fotografías de clases de demostración científica del Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l'Éducation de Rouen, objetos científicos del Museo Escolar del Colégio Marista Archidiocesano y otros documentos diversos.

Palabras clave: observación, enseñanza de ciencias, educación visual, cultura material escolar.

Introdução

O estudo das fotografias que registram aulas de demonstração em gabinetes, museus escolares e laboratórios de ciências nas escolas urbanas, seja no Brasil seja em países da Europa, deixa uma intrigante questão sobre o que é considerado como foco do olhar dos alunos na passagem do século XIX para o XX, quando era uma prática comum centralizar o olhar na experimentação por meio de objetos científicos. A pedagogia que estimulava os sentidos por meio de objetos era uma realidade e a materialidade representada nessas fotos é testemunha desse movimento educacional tido por modernizador e transnacional.

Fica claro que o professor utilizava objetos científicos nas aulas de demonstração e que estas eram entendidas como um exercício interessante para o ensino da observação. Naquele momento, era necessário formar sujeitos observadores que melhor captassem o sentimento de veridicção científica, e os objetos, dos mais variados tipos, eram considerados canais importantes para que essa finalidade fosse atingida.

Nieto-Galan (2011) afirma que as formas de comunicação da ciência foram variadas e que esse fato resultou na configuração de diferentes espaços de prática científica e também na criação do que o autor chama de ‘públicos das ciências’. Entre os séculos XVI e XIX, dentre as ações que mais se destacam como elemento de difusão das ciências, estão as aulas de demonstração de experimentos, as quais, em grande parte das vezes, eram desenvolvidas por meio de objetos científicos em salas de teatro, salões aristocráticos, museus, escolas, etc. A demonstração do tipo ‘espetáculo’ fazia a junção do entretenimento com a instrução para um variado público interessado (Nieto-Galan, 2011).

Lehman e Bensaude-Vincent (2007) contam que as apresentações públicas de Química, na França, causavam uma ‘excitante experiência sensorial’, pois o objetivo era que fossem vistas, ouvidas, cheiradas. No entanto, advertem os autores que tais apresentações eram instrutivas e atrativas, mas não visavam exclusivamente a diversão. Embora tal prática fosse *hobby* de muitos amadores, tinha também um caráter ao mesmo tempo sério e ambicioso.

A ideia de uma educação que instigasse a ação e o comportamento do sujeito observador não era exclusividade dos ideais científicos; refletia-se também em discursos tecnológicos, artísticos e filosóficos. Afirmar-se que a prática de observação científica é produto e constituidora daquilo que se entende por modernidade e que pode ser compreendida não só pelo

despontar de um tipo de observador, mas também pelos objetos e sinais, cujos efeitos coincidem com a própria visualidade (Crary, 1992). Deve-se entender o sujeito observador como produto histórico de certas práticas acontecidas em 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.

Observa-se que, no caso do ensino das ciências, havia um entusiasmo pela observação porque esta se apresentava como uma poderosa forma de persuasão, refinadora dos próprios sentidos, calibradora de julgamentos. A associação entre observação e experiência era direta. Entretanto, a união dessas duas ações também tem uma história: elas passaram a ser associadas, no processo científico, somente na passagem do século XVIII para o XIX (Daston & Lunbeck, 2011).

Portanto, a compreensão do que se entendia por ‘observação’ em aulas de ciências leva à descoberta das regras, dos códigos e das práticas que criaram um sistema de convenções e limitações a respeito do que deveria ser visto e aprendido nas aulas. Nesse sistema, foram estabelecidas as formas de comportamento consideradas adequadas à observação em um processo de ensino que dependia da visualização direta de coisas para que o conhecimento pudesse ser obtido. Tal aspiração era dependente dos objetos postos em ação, já que da relação entre observação e experiência surgiu o postulado do que deveria ser observado e como seria observado.

O surgimento de novos códigos epistêmicos na Ciência, os quais tinham a objetividade como dependente de objetos de trabalho, introduziu uma nova atuação dinâmica do corpo para estudos científicos, levando em conta o uso de instrumentos e métodos de trabalho que compunham o repertório de uma “[...] observação mecânica [...]”, buscando um “[...] julgamento treinado [...]” (Daston & Galison, 2010, p. 18-19). Pode-se afirmar que, em uma educação que visa um julgamento treinado, a observação é entendida como ação que aperfeiçoa os sentidos, que prepara no aluno a base sobre a qual se constrói o conhecimento humano, qual seja, a capacidade de perceber, analisar, abstrair, comparar, generalizar, sintetizar (Valdemarin, 2004).

Os objetos científicos (instrumentos de precisão, máquinas, modelos, aparatos diversos) são a materialidade histórica capaz de evidenciar diferentes tradições no ensino de Ciências, seja para evidenciar

um ‘canône’ seja para instituir novas práticas pedagógicas, conforme já foi discutido por pesquisadores como Herring (2011) e Kremer (2011). Essa discussão abre a possibilidade de se pensar o papel dos objetos científicos usados em demonstrações que se estabeleceram como prática escolar no ensino de ciências e, mais especificamente, de se compreender o significava, partindo de coisas, ensinar uma ação fundamental para a própria compreensão do que era Ciência: o ato de observar.

Neste texto, abordam-se algumas práticas pedagógicas organizadas com um grupo desses objetos didáticos que passaram a fazer parte do universo escolarizado em sua busca por um conhecimento de tipo empírico e pela produção dos estímulos sensoriais que são parte da operação do ensino de ciências. O espaço de sala de aula representa um currículo, muitas vezes oculto, no qual está em jogo a dialética entre o ensino, com seus protocolos e conhecimentos tacitamente assumidos como legítimos, e a aprendizagem, com seu julgamento, que, sendo crítico ou não, estabelece conformações e alterações nas formas de apresentação e divulgação desse mesmo conhecimento.

Se era necessário observar algo, o que era para ser observado e como? Como os materiais científicos serviam à formação do sujeito observador? O que significava ‘observar’ em aulas de ciências?

Os ‘modos de ver’ na história dependem do estudo das relações sociais e dos regimes de sensibilidade que constituem os padrões imagéticos, os formatos dados às imagens no tempo. Aulas de demonstração direcionam o olhar do aluno para essa representação dinâmica que é a experimentação, fixando imagens sobre a Ciência; são construções simbólicas decorrentes da relação entre quem olha e o que é olhado. As transformações nas representações visuais são resultado de uma ampla organização dos saberes e da ação de poder, as quais modificam as capacidades visuais dos sujeitos. Tais alterações podem ser analisadas na história ou no interior de diferentes culturas, o que implica levar em conta as diversas possibilidades de criação de regimes escópicos ou pensar que discursos e práticas compõem as diferentes formas de experiência visual em circunstâncias historicamente específicas. A visão é uma construção histórica que depende do entendimento de práticas sociais acontecidas em instituições particularizadas, no caso, na escola e em suas aulas de demonstração, deflagrando diferentes modos de subjetivação e novos métodos de administração do olhar.

Da perspectiva metodológica, privilegia-se no texto o estudo dos objetos, das prescrições de ensino e do conteúdo de livros didáticos. Também foram analisadas fotos que apresentam o uso de tais aparatos em demonstrações na sala de aula. O objetivo no artigo é fazer a interrelação dessa documentação.

O termo ‘objeto científico’ é usado como nome coletivo para designar modelos, máquinas e aparatos considerados elementos centrais do que deveria ser observado, tendo em vista a focalização privilegiada de seus funcionamentos pela mão de professores. Pestre (1996) afirma que o *status* do objeto depende do contexto em que este é colocado em funcionamento. Brenni (2011, p. 281) também se refere a várias categorizações dos instrumentos científicos, dependendo do contexto. Segundo o autor, os instrumentos de ensino, no caso didático, são usados “[...] meramente para ilustração e a fiel apresentação dos fatos de uma maneira clara e convincente”.

Objetos científicos oscilam entre ser a parcela de materiais produzida especialmente para fins didáticos escolares e outra dos que, adaptados pela escola, são designados como “[...] cultura material escolar” (Souza, 2007, p. 177).

Objetos de ensino ou objetos para educação em Ciências da Natureza são os termos propostos por Meloni (2014), que afirma que nem todos os artefatos encontrados nos patrimônios científicos escolares são instrumentos científicos de precisão e sim materiais de uso cotidiano que foram adaptados para as aulas, tais como filtros de café, colheres, copos etc.

A cultura material é entendida no texto como uma dimensão de conhecimento com código próprio, o que significa a possibilidade de se registrarem significações indiciárias retiradas do material, segundo a sua própria natureza, pois ainda que estejam associadas aos códigos verbais, não estão totalmente aprisionadas a eles. Opta-se pelo estudo da cultura material em sua interação com aspectos concretos da vida humana e se pensa o sentido das experiências por meio da manipulação dos objetos apresentados ao longo do estudo. Os objetos analisados no artigo, mencionados em livros didáticos e apresentados em fotos, aparecem na coleção do Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo e foram manipulados para o recolhimento de dados e informações

pertinentes ao tema em foco. São eles: a Máquina de Wimshurst, o Anel de Gravesande e a Bobina de Ruhmkorff¹.

Objetos apresentados nas fotografias foram postos em ação, sob o julgamento de que, quando a pessoa os aciona, também pensa, retira dados de seu funcionamento, elenca hipóteses sobre os seus usos, etc. Em outras palavras, entende-se que “[...] a materialidade é protagonista essencial das conduções motoras como matriz de subjetivação” (Warnier, 1999, p. 14). Portanto, alguns de tais objetos foram manipulados à maneira solicitada nos exercícios dos livros, para que, por meio da simulação, pudessem ser buscadas maiores informações para a pesquisa, como aspectos do funcionamento e procedimentos de uso.

No caso do estudo das fotos apresentadas neste texto, optou-se por perceber, no campo da visualidade, os elementos reincidentes que eram apresentados como focos de atenção e celebração. Entende-se a materialidade também em sua posição espacial, nas formas como ela foi disposta nos espaços escolares, tendo em conta tanto os arranjos ditados pelas legislações quanto as mediações estabelecidas com ela pelos professores e alunos. Nesse caso, o estudo de imagens se pautou na retirada de informações sobre “[...] modelos e modalidades do ‘olhar’” (Meneses, 2003, p. 31, grifo do autor), o que significa compreender quais eram os papéis do observador e o que, durante tal prática, está registrado como central na focalização das imagens.

Foram pesquisadas 42 fotos de gabinetes de ciências, de salas de aula, auditórios, laboratórios e anfiteatros de várias escolas francesas. No entanto, no artigo, são analisadas apenas três delas². Também foi analisada uma foto do laboratório de Química do Colégio Arquidocesano. As salas de aula poderiam ou não ter a configuração de auditório, mas foram

¹ Para maiores informações, ver Braghini, Piñas e Pedro (2014).

² As fotos francesas referem-se ao período compreendido entre os anos de 1890 e 1957 e representam fatos ocorridos em escolas normais, liceus de moços e moças, ginásios, pensionatos. Tais fotos foram classificadas de acordo com a indicação apresentada na própria foto ou separadas de acordo com a indicação dada pelo arquivo. Constatou-se que os gabinetes de ciências, normalmente, eram os ambientes em que os materiais eram guardados em armários, estes também chamados de museus escolares. Havia gabinetes que eram salas anexadas à sala de aula ou laboratórios; outros tinham ambientes montados para estudo no próprio gabinete. As fotos foram pesquisadas no Centre National de Recherche Pédagogique do Musée Nationale de L'Éducation na cidade de Rouen.

escolhidas ações que privilegiavam a demonstração realizada em aula. Os livros didáticos abordados estão disponíveis na Biblioteca do Livro Didáticos da Faculdade de Educação na Universidade de São Paulo (LIVRES – FE-USP). A revista de Ensino do Estado de São Paulo faz parte do acervo do Arquivo do Estado de São Paulo (APESP).

O aparato científico em salas de demonstração: o que significa observar?

Fernand Buisson, no *Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire*, no verbete ‘Educação dos sentidos’, afirmou que as Ciências Naturais e os seus ferramentais eram conhecimentos de importância fundamental. As Ciências Naturais foram descritas como “[...] a mais importante de todas as artes” para o “[...] uso de nossos olhos ensinar” (Buisson, 1887, tradução do autor)³. A relação entre observação, objetos e olhos era demarcada como uma necessidade fundamental.

No verbete ‘Observação’, o reformador francês afirmou que o método científico era o seu grande professor. Segundo seu pensamento, ter uma boa observação significava apurar os sentidos em primeiro lugar. Depois, o sujeito observador tinha que se livrar do preconceito e de explicações antecipadas, pois a ação executada levemente estava ligada ao senso-comum e, dessa forma, sujeita a erros. O melhor aprendizado seria o da precisão de resultados, mediante o bom uso de métodos que determinariam ações humanas mais exatas. O sujeito observador, além de perspicaz, deveria ser paciente, atento, desconfiado (Buisson, 1887).

Rui Barbosa (1950), em sua tradução para Calkins de *Primary object lessons*, apontou o caráter didático da operação dos sentidos, instruído pelas próprias coisas e não acerca das coisas, e demonstrou como se operacionalizava o trabalho de aula. Os hábitos de observação serviam como meio para o estímulo das sensações que precedem a percepção e a atenção; criavam prontidão para a classificação; capacitavam para a discriminação de outras propriedades; ampliavam a capacidade de descrição (Barbosa, 1950).

No livro didático *Primeiras noções sobre as ciências*, está registrado que o método da ‘observação’ e da ‘experiência’, por meio do qual se obtinham ‘grandes resultados na ciência’, tinha caráter exato e

3 "Toutes les sciences naturelles sont particulièrement excellentes pour nous apprendre le plus important de tous les arts, celui d'user de nos yeux".

apurado. A observação científica se ocupava com o rigor e com a precisão, para buscar com maior ‘exatidão’ os resultados da investigação em regras gerais ou leis da natureza (Huxley, 1917). Esse autor mostra que aquilo que captamos por meio dos sentidos é chamado ‘coisa’ ou ‘objeto’ e que a informação capturada por essa ação é chamada ‘sensação’. Segundo o conteúdo do livro, deve-se ficar atento ao entendimento da ‘causa das coisas’, por isso estimula-se a observação atenta da “[...] cadeia das causas e efeitos” (Huxley, 1917, p. 6).

Ao longo do século XIX, as tecnologias voltadas à produção das ciências ganharam a posição de grande apresentadoras de novos mundos e passaram a ter um significado especial para as ditas aulas de ciências. Eram orientadoras de sentidos, revelando significados da Natureza em seu funcionamento e sob escalas diferenciadas. Não eram elementos secundários na construção de hipóteses e de categorias analíticas, já que muitas delas nem teriam sido postuladas sem a invenção ou o funcionamento desses objetos. Isto é, objetos científicos associados a condições institucionais e discursivas, que, à época, promulgavam o que seria o ‘conhecimento científico’, firmaram-se como material importante e definiram a ideia de sujeito observador.

Todavia, nem sempre foi assim: anteriormente, no século XVIII, na busca do fato científico, apresentado na forma de leis naturais, tais aparelhos eram vistos como elos entre um saber dependente da debilidade dos sentidos e o saber regrado pelo conhecimento do método. Parte importante da revolução científica foi a criação de um método experimental e a produção de convenções sobre o próprio uso dos instrumentos (Van Helden & Hankins, 1994).

Na aplicação escolar, eles podem ser apresentados de forma simplificada ou em escala reduzida, seja com propósitos de familiarização e de treino seja como meio de apologia histórica de um evento científico (Heering, 2011). As replicações escolares das experiências de composição e decomposição da água feitas por Lavoisier por meio de instrumentação são exemplos de práticas pedagógicas cuja versão didática, além de apresentar o fenômeno, queria demarcar o evento científico. Alguns objetos eram nomeados como brinquedos científicos (Brenni, 1997), sendo usados em aulas de demonstração, para entreter, chamar a atenção e apresentar os fenômenos científicos de forma lúdica.

Microscópios eram exaltados como grandes ferramentas de aprendizagem e, constantemente, os livros didáticos passavam instruções

sobre o seu funcionamento. Eram destacados por apresentar um mundo “[...] formado de pequeníssimas partes chamadas células que só podemos ver e distinguir com a ajuda de um microscópio” (Potsch, 1923, p. 13). Mais do que isso, havia uma obsessão pela nomeação do universo microscópico descoberto. Era importante saber as funções de cada uma das partes observadas.

Os recortes microscópicos de mundos tornaram-se forma de conhecimento visual imediato nos *tableaux* de ensino, conhecidos no Brasil como quadros parietais. Tais quadros fizeram parte de uma longa tradição de ensino e eram parte do material didático visual da escola. Dentre os temas voltados às ciências, suas imagens permitiam ver partes internas e externas de plantas e animais, distinguir os órgãos, com suas respectivas nomeações, e conhecer as classificações que a Botânica e a Zoologia tinham construído sobre a Natureza.

Nos livros didáticos, partes microscópicas de tecidos animais e vegetais eram apresentadas como recortes, seja para sua visualização seja para a apresentação dos respectivos nomes⁴. Por exemplo, destaca-se a observação do corte transversal de um grão germinado de trigo: a) tegumento, b) albumen, c) embrião, d) lumula e radículas cobertas (Hooker, 1894). Apresenta-se até mesmo o funcionamento do próprio microscópio, distinguindo-se, da mesma forma, suas partes constitutivas. Conforme apresentado no livro *Noções de sciencias physicas e naturaes*, o microscópio é assim composto: O = ocular, o = objetiva, a) porta do objeto, L = lente para a entrada de luz solar sobre o objeto, M = espelho para o mesmo fim, OABo = tubo do instrumentos ou canhão (*Noções de sciencias physicas e naturaes...*, 1927).

No caso da Zoologia, subitem da disciplina de História Natural, os animais taxidermizados tinham aparência de vida; teatralizavam-se os respectivos ambientes naturais, criando uma atmosfera de exotismo e de familiaridade, dependendo do *habitat* da espécie. Madi Filho (2013) apresentou a ‘biografia’ dos usos de animais taxidermizados em atividades escolares realizadas durante a proeminência do método intuitivo, mostrando que o elemento mais importante dessas aulas era a apresentação visual dos animais empalhados aos alunos.

4 Sobre a apresentação de microscópios: *Noções de sciencias physicas e naturaes...* (1927) e *Elementos de história natural...* (1917). Sobre a visualidade microscópica: Broglie (2010, 2012).

Assim, os animais eram observados em suas respectivas morfologias. O professor faria a descrição do animal e depois educaria o olhar do aluno para as características morfológicas, ou seja, para aquilo que era significativo na peça e que diferenciava ou assemelhava os animais. Por exemplo, com base na pata ligada por membranas interdigitais se classificaria uma gaivota entre os palmípedes. Feito esse trabalho mais geral, poder-se-ia seguir para uma classificação mais específica e, pela característica das asas longas e agudas da gaivota, esta poderia ser alocada na subordem dos *longipennes*. Observar, no caso da Zoologia, significava comparar e classificar os animais, diferenciando-os ou agrupando-os com base em detalhes de suas características anatômicas externas, atentando-se para sua morfologia (Madi Filho, 2013).

Nos gabinetes científicos do século XVIII, aparelhos eram projetados especialmente para a demonstração de um efeito ou lei física, caso em que seriam adaptações didáticas e não instrumentos de pesquisa. Eles ressaltavam uma teoria, apresentavam-se como entretenimento de plateias e tinham o poder de divulgar o conhecimento científico para um público amplo.

Nieto-Galan (2011) explica que, no século XVIII, demonstrações para apresentar a eletricidade causavam sentimentos ‘quase irracionais’ na plateia. Segundo o autor, os filósofos naturais eram, às vezes, percebidos como magos e como parte de um negócio. Apresentavam-se em teatros e galerias populares de ciência prática, com suas lanternas mágicas, ilusões óticas, dioramas e panoramas (Nieto-Galan, 2011).

Uma explicação para a transferência da prática de demonstração para o ambiente escolarizado seria a da moda de gabinetes de Física surgida no final do século XVIII na França (Hulin, 2007). Segundo a autora, Sigaud de la Fond, conhecido na França por criar os primeiros gabinetes de Física no Collège Louis-le-Grand, chegou a ministrar aulas particulares para a preparação de dispositivos e experiências. Demonstradores de Física correram para o interior das faculdades vendendo instrumentos. Em 1802, Antoine-François de Fourcroy, político francês, químico e reformador do ensino superior e secundário, informava que, “[...] em vez do curso de Física ou de História Natural [...]”, demonstradores mostravam fenômenos elétricos ou magnéticos,

experiências sobre o vácuo e ampliação de objetos no microscópio (Hulin, 2007, p. 64)⁵.

A ideia de apresentar o experimento de forma expositiva tem outra explicação histórica: as plateias eram consideradas como distribuidoras de informações e, ao mesmo tempo, fixadas à ideia de que recebiam conhecimento de cátedra (Lehman & Bensaude-Vincent, 2007).

Objetos científicos eram adquiridos ou remanejados de lugar de acordo com a conveniência e com os regramentos curriculares das disciplinas. O princípio era colocá-los no foco dos alunos, dando ênfase ao que cada disciplina entendia como observação (Bocchi, 2013). Tratava-se da arte de disposição de objetos para que fossem visualizados em espaços construídos especialmente para isso, tais como gabinetes de ciências, museus escolares e laboratórios.

No artigo, são analisadas quatro fotos e uma ilustração. As fotos apresentadas a seguir (Fotos 1, 2, 3) são três registros de aulas demonstrativas francesas. Na sequência, aborda-se uma ilustração de como se transferia a carga elétrica para uma garrafa de Leyden. Por fim, a Foto 5 registra uma aula ocorrida no laboratório de química do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo.

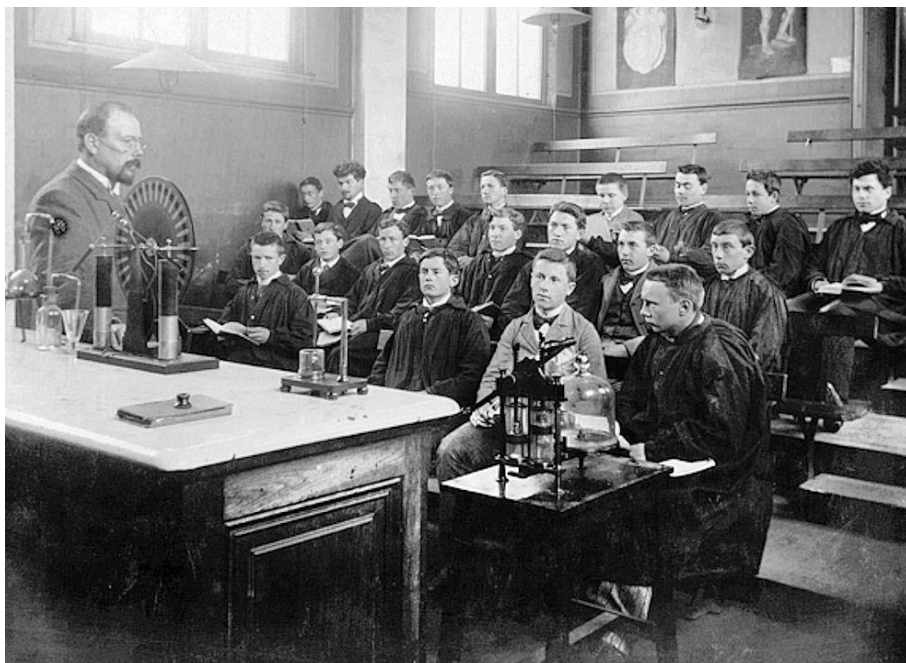
De uma perspectiva visual, os três registros franceses mostram situações parecidas em contextos próximos, já a foto do caso brasileiro, demonstra um laboratório do início dos anos 1940. Nas diferentes escolas, em diferentes espaços, dentro de salas-auditórios, um laboratório de Química e uma classe vemos que o foco do aluno concentra-se na

5 Essa última referência aponta uma discordância quanto à forma de ensino, ou seja, aponta que um ‘verdadeiro’ ensino de Física não estaria imediatamente relacionado à apresentação visual dos experimentos. No estado de São Paulo havia quem considerasse o ensino por meio de máquinas com ressalvas. Primeiro, dava-se muito crédito a elas; depois afirmava-se que somente sua presença não garantiria a aprendizagem. Segundo João Bellegarde, na Revista de Ensino, o excesso de máquinas, de aparelhos, era comparado ao crescimento de uma erva daninha na ‘árvore fecunda da instrução pública’ porque os princípios de Pedagogia se perdiam diante do funcionamento de máquinas, tratadas com ironia, ‘que tudo se ensina e todos aprendem!’. Ele previa, com ironia que, em breve tempo, o professor seria dispensado, porque quem ensinava era a máquina. Assim, criticava a política paulista de Cesário Mota: “Esta monomania didáctica só tem servido para comprometer e distrahir a atenção de que se devem rodear os livros de ensino real merecimento, em proveito dos que aprendem, da mocidade estudiosa” (Bellegarde, 1902, p. 84).

apresentação do professor e nos objetos científicos. Bancadas com objetos científicos variados são a parte central das ações. Os alunos estão colocados na audiência, no lugar daqueles que deveriam prestar atenção ao expositor dos materiais.

No caso dos exemplos franceses, vemos o uso de aparelhos científicos voltados para a formação de professores em escolas normais, para a formação de moças no Liceu e para o ensino de moços no curso primário superior entre 1900 e 1905. Nas apresentações, percebemos o uso de instrumentos do gênero eletrostático, como a já citada Máquina de Wimshurst (Foto 1) e a Bobina de Ruhmkorff (figura 3), mas também atividades com bombas pneumáticas (Fotos 1, 2, 3).

Foto 1: Aula com destaque para a Máquina de Wimshurst na École Normale de garçons d'Evreux (por volta de 1900).



Fonte: *Leçon de physique...* (1900).

Na foto 1, vemos que o professor está ao lado da mesa de experimentos. A maioria dos alunos, sentada, observa a ação principal da Máquina de Wimshurst. Alguns alunos parecem tomar nota de algo,

outros, segurando livros, parecem acompanhar a possível lição. O professor se mantém em pé, em supervisão. Sob a mesa, há outros objetos, cujo destaque é a Bomba Pneumática de Geryk de dois cilindros. A edificação da audiência em plano inclinado destaca ainda mais a posição de centralidade do professor e de seus experimentos.

A Máquina de Wimshurst, do gênero eletrostático, podia ser vendida em vários tamanhos. Caso não fosse manejada corretamente, geraria descargas fortes. O uso do espaço, a posição dos sujeitos diante do instrumento e o fato de ela não ser de simples manejo destacam o papel do professor na ação da aula.

Já a bomba pneumática também é uma máquina, ou seja, trata-se de um conjunto de itens usados em associação para produzir e transformar energia, imprimindo movimento aos eixos cilíndricos. Outros acessórios podem ser acoplados à bomba, de modo a criar vácuo em cilindros, esferas etc.

Ambas são acionadas pelo manejo direto de manivelas e apresentam diferentes etapas de condução do manejo, as quais são a própria apresentação da aula, sendo, portanto, máquinas para estudo operativo.

Para explicar a natureza elástica dos gases, por exemplo, dizia o livro de Física de J. Lamglebert:

Demonstra-se experimentalmente esta expansibilidade dos gases colocando-se sobre o recipiente de uma máquina pneumática uma bexiga contendo uma pequena quantidade de ar. À medida que se estabelece o vácuo no recipiente, isto é, que a pressão diminui, vê-se a bexiga inchar cada vez mais, dilatada pela força expansiva do ar que contém, não mais equilibrado pelo ar exterior (Lamglebert, 1904, p. 4).

A ideia era explicar que há elasticidade nos gases, mas, para que tal atividade fosse levada a cabo, era necessário ter conhecimento do funcionamento da bomba a vácuo, unir as mangueiras da bomba para o recipiente de vidro com a cúpula de onde se retira o ar, selar a cúpula, ligar a bomba ou, às vezes, retirar o ar manualmente por meio de manivelas, etc.

No Museu Escolar do Arquidiocesano, por meio do contato direto com uma bomba a vácuo, constatou-se que esta servia como módulo para a acoplagem de várias espécies de cúpulas, pois era um aparelho ‘multiuso’ cuja finalidade era a demonstração das variadas propriedades do ar para o

curso de Pneumática. Desse modo, era possível fazer a experiência da ausência de som no vácuo, provar a existência do oxigênio, etc. O conhecimento técnico poderia ser adquirido pelo acompanhamento do que estava escrito no livro didático, mas, com a peça presente, ocorria o trato direto, manual, que poderia selar o sucesso ou o fracasso de uma aula, dependendo da experiência e do manejo do professor⁶.

Na aula do Liceu (foto 2), a maioria das jovens normalistas parece prestar atenção a algo que não está visível no enquadramento da foto. Vemos que, ao centro, está a bancada de demonstração com vários objetos científicos. Mais uma vez, a sala, em formato de auditório, passa a sensação de que o foco está concentrado nesses materiais. Sua distribuição pela mesa de demonstração exhibe materiais e acessórios dispersos, pois, para que eles realmente funcionem, necessitam de outros aparelhos. Não aparece exatamente o foco em uma experiência específica, mas sim o direcionamento do eixo de exibição para os aparelhos usados na demonstração.

No centro da mesa, há um ‘Anel de Gravesande’, geralmente usado no curso de Calorimetria para provar a dilatação do metal com a aplicação do calor. Sua operação consiste, fundamentalmente, em mostrar ao público que a bola de metal sustentada por uma corrente passa, verticalmente, por um anel enquanto está fria. No entanto, ao ser expandida pelo calor acionado por fogo, já não é mais possível passá-la pelo mesmo orifício (Ganot, 1884).

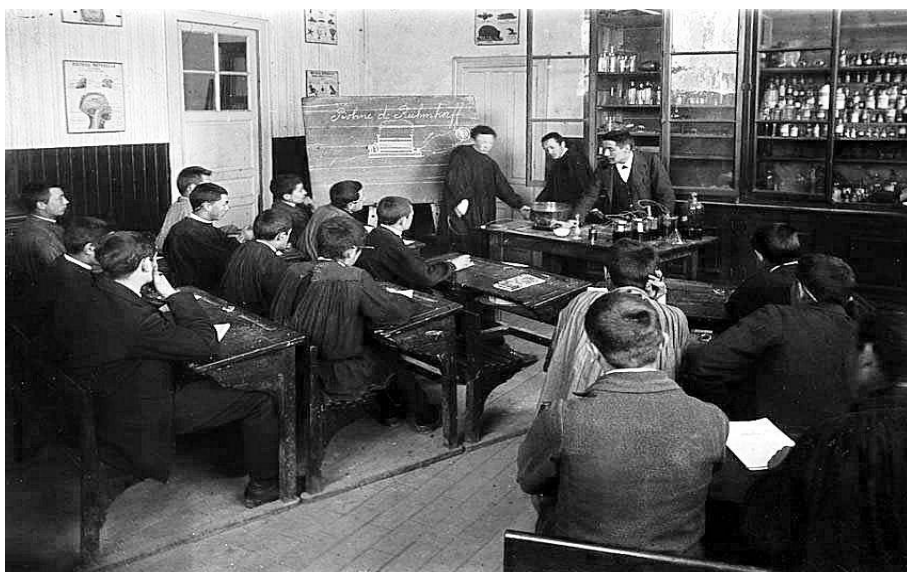
⁶ Vários modelos de bombas de ar foram sendo aprimorados e melhorados ao longo do século XX. O barômetro de Toricelli é apontado como o primeiro instrumento para a medição da pressão atmosférica e para o estabelecimento da existência do vácuo (1644). Já na Exposição Universal do Palácio de Cristal em Londres (1851), havia 12 expositores de bombas de ar. Portanto, não existe apenas um modelo de bombas de ar e sim uma série delas, com modos de operação diferenciados e com marcações evolutivas que demonstram ao mesmo tempo as diferentes formas de fazer que também eram apresentadas como vantagens comerciais (Turner, 1983).

Foto 2: Sala de Física e de Química do Lycée Fénelon de Lille (por volta de 1905).



Fonte: *Lycée Fenelon de...* (1905).

Foto 3: Lição de Física com Bobina de Ruhmkorff na Escola Primária Superior de La Ferté-Macé – 1900.



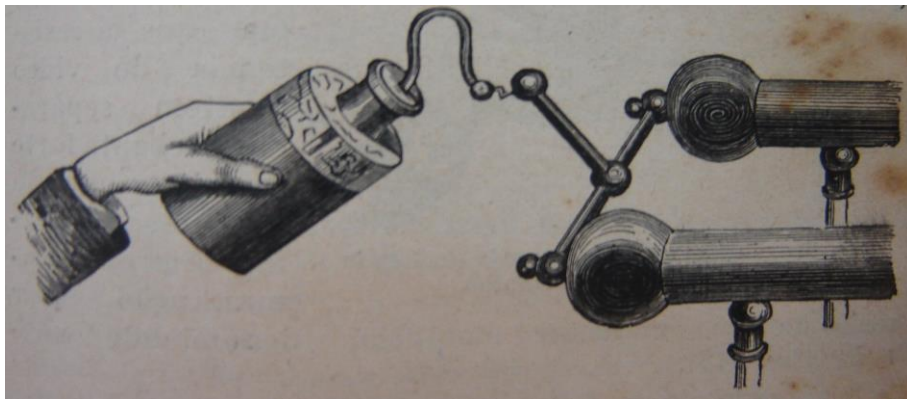
Fonte: *Ecole primaire superieure...* (1900).

Objetos relacionados à eletricidade estão presentes em grande quantidade nas coleções científicas, sejam elas escolares ou não. Algumas vezes, era possível convidar os espectadores a participar de experiências para que o cabelo arrepiasse e as mãos atraíssem pequenos pedaços de papel em consequência da eletrificação (Castel, Mocholi & Sánchez, 2003)⁷.

A foto 3 apresenta uma sala de aula masculina, com os alunos de costas para o fotógrafo, evidenciando o direcionamento do foco para a demonstração feita pelo professor em sua mesa. O professor parece assessorado por dois alunos. No quadro, está escrito ‘Bobina de Ruhmkorff’. Essa bobina tem a função de mostrar que a “[...] indução eletromagnética transforma correntes elétricas de baixa tensão, como a das pilhas, em correntes de tensão muito elevada” (Thesaurus, 2016).

Constata-se, pelos objetos dispostos na mesa e apresentados pelo professor, que se trata de uma aula de Eletrostática porque, à extrema direita do professor, vê-se um condensador de Volta e, logo adiante, as garrafas de Leyden, que servem para armazenar cargas e provocar correntes elétricas. O livro *Noções de sciencias physicas e naturaes* (1927) mostra como era feita essa manobra de armazenamento de cargas (foto 4).

Foto 4: Como se carrega uma garrafa de Leyden – 1927.



Fonte: *Noções de sciencias physicas e naturaes* (1927, p. 265).

⁷ Essas experiências ocorreram por muito tempo em aulas de Física e, segundo os autores, foram o estímulo de A. Ganot para a publicação de seu livro *Cours de physique* (1875), “[...] puramente experimental e sem cálculos matemáticos” (Castel, Mocholi & Sánchez, 2003, p. 342)

A haste de comunicação de metal do condensador é posta em contato com uma fonte de energia elétrica vinda da máquina eletrostática e acumula uma carga elétrica. Caso o operador toque a haste, recebe um choque. O condensador possui uma campânula de vidro, na qual, às vezes, introduzem-se folhas picadas, metalizadas, as quais parecem flutuar quando há a distribuição de cargas elétricas no interior da peça. Portanto, o conjunto com bobina, garrafas e condensador formava um aparato completo de demonstração da eletricidade.

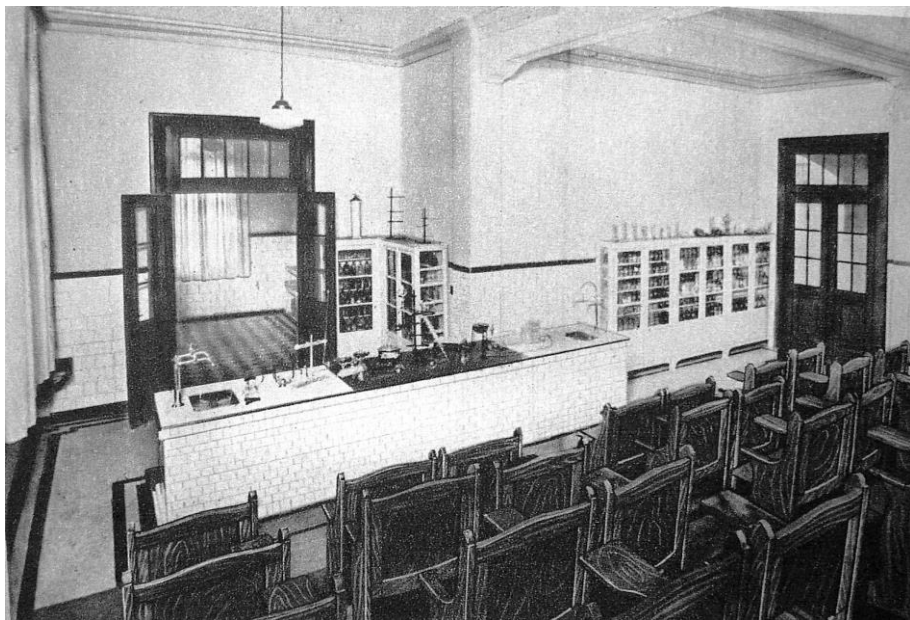
Segundo o conteúdo do livro didático de Miguel Milano (1922), era importante a apresentação dos fenômenos físicos por meio de máquinas e aparelhos. A força elétrica podia ser conhecida por meio da apresentação das ‘correntes indutoras e induzidas’ e a melhor forma de apresentá-las seria por meio de bobinas. De acordo com o autor, a Bobina de Ruhmkorff é a mais importante ‘máquina de indução’ de correntes (Milano, 1922). O conhecimento da matéria está concentrado no funcionamento e na identificação dos aparelhos, bem como na observação dos fenômenos que podem ser demonstrados por meio deles (Milano, 1922).

Portanto, neste caso, por observação compreendia-se a apresentação do atrito para gerar eletricidade, passando por corpos condutores, a capacidade elétrica de condutores, os efeitos produzidos pelas descargas elétricas, a dinâmica elétrica, a indução elétrica, etc. Para as demonstrações elétricas, havia toda sorte de máquinas e aparelhos possíveis: máquinas elétricas, garrafas de Leyden, baterias, electoscópios, pára-raios, bússolas, pilha de Volta etc (Lamglebert, 1904).

Nos livros didáticos, a eletricidade, para citar outro exemplo, era entendida como uma ‘coisa’. A ideia era apresentar tudo o que estivesse ligado ou relacionado à série de fenômenos que ela produzia, sem que se soubesse, ao certo, do que se tratava. O interesse dos estudos se concentrava nas “[...] atrações, choques nos membros, combinações químicas, efeitos luminosos, caloríficos” (Huxley, 1917, p. 171).

Foto 5: Laboratório de Química

Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo – 1935.



Fonte: Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (1935).

No caso do Laboratório de Química do Colégio Arquidiocesano de São Paulo, Bocchi (2013) percebeu que, em 1935, a preferência foi a construção do novo laboratório no estilo de auditório (foto 4). Segundo o relato do inspetor federal, o espaço foi pensado com base nos regulamentos expedidos pelo Ministério da Educação e Saúde, de forma que o aluno pudesse “[...] estudar praticamente e com o máximo proveito a Química” (Memorial, 1935). Por proveitos da Química, entendia-se o ato de centralizar o experimento, demonstrando que a prática de visualização de instrumentos e exercícios feitos à maneira de conferência não foi abandonada facilmente.

O conteúdo programático apresentado no livro didático *Lições elementares de physica* demonstrou que o ensino da disciplina de Physica-Chimica estava voltado para o conhecimento dos fenômenos da natureza, mas também para o conhecimento dos instrumentos científicos, vistos como conteúdos de ensino⁸. Objetos científicos em laboratórios escolares

⁸ Considerando os programas de ensino do Colégio D. Pedro II, colégio referencial

não eram entendidos somente como recursos didáticos para as atividades; eles próprios, suas respectivas funções e suas partes constitutivas, estavam descritos como parte de um programa de estudos. Dentre os instrumentos ou objetos de estudo mencionados no livro, estavam: alavanca, balança, areômetros, higrômetros, máquina pneumática, bombas, termômetros, electrophoros, eletroscópios, ímãs, espelhos, lentes.

Brenni (2011) é categórico ao afirmar que algumas máquinas dificilmente eram usadas, já que o número de horas dedicadas ao curso era limitado para o tempo consumido por demonstrações complicadas. Os aparelhos não eram de fácil funcionamento e nem todos os professores tinham o auxílio de preparadores capacitados, o que dificultava o uso.

No entanto, de forma correta ou não, a observação direta dos mesmos objetos apresentados nas fotos e encontrados no Colégio Arquidiocesano mostra o contrário. No caso da Bomba de Ar de Deleuil, adquirida antes de 1906, há marcas de desgaste em pontos de apoio que são mais evidentes do que em outros locais da peça – nos locais de engate e desengate de peças, marcações em vidros. Tais registros indicam o manuseio dos objetos e são uma espécie de cartografia da ação: apontam para os movimentos manuais necessários tanto para o entendimento da peça quanto para as possibilidades de práticas com o objeto. Os aparelhos chamam as mãos à ação e, ao observá-las, buscam-se os pontos de apoio que já estão marcados. As camadas de uso são perceptíveis, como sedimentos inscrustrados no objeto ao longo do tempo, contando o histórico do uso.

do ensino secundário brasileiro, a disciplina de Physica-Chimica foi ministrada em conjunto a partir de 1850, conforme Programa de Exames da instituição. Depois, em 1856, as disciplinas foram desmembradas: Physica para o 2º ano, Chimica para o 3º ano. No ano de 1858, ainda separadas, passaram a ser, respectivamente, conteúdo do 5º e 6º anos. Foram unificadas novamente em 1862, com o nome 'Noções de Physica e Chimica'. Logo após a proclamação da República, o Programa de Ensino do Gymnasio Nacional organizado pela Reforma de 08/11/1892 e previsto no Regulamento de 22/11/1890, artº 6, continuou apresentando a disciplina de forma unificada. No entanto, foram apresentadas atividades diferenciadas em laboratórios, permanecendo assim até 1915. Somente no Programa de ensino de 1926 há uma clara separação entre as duas disciplinas, ministradas no 4º e 5º anos (Vechia & Lorenz, 1998).

- 9 Segundo o programa de estudos do Collegio de Pedro II, de autoria do professor Saturnino Soares de Meirelles (1828-1909).

Considerações Finais

Pensar em técnicas para observação relacionadas às aulas de demonstração significa pensar nos processos culturais – hábitos, costumes visuais, concentração no foco da aula. Desse modo, pode-se compreender que aspectos visuais e relações entre pessoas e objetos, como fonte de transmissão cultural, apresentam o processo visual de identificação e de entendimento do mundo pela capacitação da visão observadora.

A estratégia didática de demonstração científica tinha por interesse fundamental mostrar à plateia as ações observáveis que, direta ou indiretamente, foram constituídas para provar, principalmente, a plausibilidade (e, às vezes, a falsidade) das hipóteses apresentadas para os fenômenos. As demonstrações científicas apresentadas nos livros didáticos como replicações viam na repetição dos experimentos o fundamento pedagógico para o estudo de uma teoria científica. Além disso, pela replicação, o educador tinha sempre uma nova oportunidade de intervenção para conduzir o olhar do aluno para aquilo que deveria ser o foco da observação.

A demonstração, como atividade pedagógica, ao mesmo tempo em que tinha um caráter científico, aparecia como atividade para chamar a atenção, embora aproblemática. O objeto era apresentado pelas sequências de procedimentos previamente estipuladas pelo experimentador. Portanto, divulgava-se uma ação que não necessariamente estimulava a problematização científica, já que, no ato da demonstração, a pergunta já estava posta e a explicação, evidenciada. O modo significativo de observação era normatizado.

De acordo com a análise de livros didáticos, da iconografia produzida para catálogos de vendas, o teste dos observadores em sala de aula passaria pelo seguinte ritual: a demonstração da peça, da máquina ou dos instrumentos. Tais demonstrações tinham por interesse fazer a plateia apreciar não apenas o fenômeno científico a ser investigado, mas a peça propriamente dita. O *constructo* da peça estava em jogo, bem como seu funcionamento, a integração de suas partes. A peça domesticava o olho e, para além de conhecimento individualizado, buscava-se uma padronização de observação em grupo, já que as apresentações eram feitas para conferir conhecimento a plateias.

O aparato científico era mediador de um saber fazer experimental e teve importante papel pedagógico no processo de educação científica, já que ilustrava, tornava visível e, por vezes, palpável para um público de não

cientistas um fenômeno da natureza apresentado na forma de ‘fato’. É interessante examinar a exigência da observação apurada prescrevendo, para e no ensino, práticas, procedimentos, gestos, hábitos, habilidades, disciplinas corporais e também as materialidades dos instrumentos e dos objetos que constituíam o repertório de materiais escolares que se prestavam ao ensino de observação ‘bem feita’. As propostas de práticas pedagógicas davam forma aos sujeitos, segundo aquilo que se entendia como espírito e atitudes científicas.

A plateia acompanhava os atos dos professores, levando em consideração o funcionamento do instrumento ou do modelo, buscando a compreensão dos fenômenos, dos fatos científicos e das teorias que eram mobilizadas por eles e os respectivos funcionamentos de cada um dos aparatos. O procedimento era apresentado como uma incorporação de saberes, uma dinâmica interiorizada pelo corpo durante a ação que os professores exerciam sobre o objeto. Esse conhecimento se realizava pela percepção dos pontos de contato entre o docente e a peça na forma de uma memorização motriz.

Por meio de aulas planejadas com esses aparatos, buscava-se estimular uma percepção acurada, a seleção do que valia a pena ser visto e registrado, separado daquilo que era meramente suplementar. O olhar separava o que era necessário das imagens, já que seria lançado para uma síntese motora que não permitia muita conturbação para que a aula fosse bem sucedida. A procura pela veridicção institui a visão como forma mais rápida para a aquisição de conhecimentos. A ‘observação’ dos alunos seria a associação da visão com a audição na busca pela compreensão dos pontos da aula e das diferentes etapas demonstráveis, levando em conta os diferentes objetivos das disciplinas escolares científicas, como a *Physica*, a *Chimica* e a *História Natural*. ‘Ver’ iluminaria e orientaria as percepções de audição.

Entretanto, com base na análise dos documentos, bem como na manipulação da instrumentação, confirmou-se que o tato, ainda que posto na ação como um sentido operatório e subsidiário, tinha papel importante na educação científica, já que o uso das mãos estava presente em todos os procedimentos nos quais se utilizavam instrumentos. A hipótese de que há uma hierarquia de sentidos posta à vista nas aulas é, por si só, interessante e pode render discussões futuras.

Fontes

Barbosa, R. (1950). *Obras completas de Rui Barbosa: lições de coisas* (Prefácio e revisão de Lourenço Filho). Rio de Janeiro, RJ: Ministério da Educação e Saúde.

Bellegarde, J. F. (1902). Um bom livro. *Revista de Ensino*, (1), 84-88.

Buisson, F. (1887). *Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire*. Paris, FR: Librairie Hachette. Disponível em: <http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/document.php?id=3621>

Ecole primaire superieure de La Ferte-Mace - Leçon de physique bobine de Ruhmkorff. (1900). (MNE Inv.: 1979.36669.340). Rouen, FR: Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l'Éducation.

Elementos de história natural segundo os programmas officiaes. Admissão a várias escolas superiores. Curso médio. (1917). (Coleção FTD). Rio de Janeiro, RJ: Francisco Alves.

Ganot, A. (1875). *Cours de physique*. Paris, FR: Chez L'auter Editeurs.

Ganot, A. (1884). *Traité élémentaire de physique* (19a ed.). Paris, FR.

Hooker, J. D. (1894). *Botânica*. Rio de Janeiro, RJ: Laemmert & C. Editores Proprietários.

Huxley T. H. (1917). *Primeiras noções sobre as Ciências* (M. Ali Said, trad.). Rio de Janeiro, RJ: Francisco Alves.

Lamglebert, J. (1904). *Physica: curso elementar de estudos científicos*. Rio de Janeiro, RJ: Garnier.

Leçon de physique, École normale d'Evreux. (1900). (MNE Inv.: 1979.36669.0010). Rouen, FR: Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l'Éducation.

Lycee Fenelon de Lille. Salle de physique et chimie. (1905). (MNE Inv.: 1979.17243). Rouen, FR: Centre de Ressources et de Recherche du Musée National de l'Éducation.

Meirelles, Saturnino Soares. (1856). Lições elementares de physica segundo o programma de estudos do Collegio de Pedro II. Rio de Janeiro: Typographia Nacional.

Memorial do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo. (1935). *Elucidário para a ficha de classificação: processo de equiparação definitiva*.

Milano, M. (1922). *Sciencias physicas e naturaes, hygiene*. São Paulo, SP: Monteiro Lobato.

Noções de sciencias physicas e naturaes. Physica e chimica ... Curso medio, programma de admissão a varias escolas superiores, por uma reunião de professores. (1927). Belo Horizonte, MG: Livraria Paulo de Azevedo e Cia.

Potsch, W. (1923). *História natural ou o Brasil e suas riquezas: algumas noções de hygiene* (4a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Oficinas Gráficas Villas Boas & Cia.

Referências

Bocchi, A. B. (2013). *A configuração de novos locais e práticas pedagógicas na escola: o museu escolar, os laboratórios e gabinetes de ensino do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo (1908-1940)* (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

Braghini, K. Z., Piñas, R. Q., & Pedro, R. T. (2014). Museu Escolar do Colégio Marista Arquidiocesano de São Paulo: constituição, histórico e primeiros movimentos de salvaguarda da coleção. *Revista Esboços*, 21(31), 28-49

Brenni, P. (2011). The evolution of teaching instruments and their use between 1800 and 1930. In P. Heering, & R. Wittje. *Learning by doing: experiments and instruments in the history of science teaching* (p. 281-316). Stuttgart, DE: Frans Steiner Verlag.

Brenni, P. (1997). Physics instruments in the twentieth century. In J. Kriege, & D. Pestre (Ed.), *Science in the twentieth century* (p. 742-759). Amsterdam, NL: Harwood Academic Publishers.

Brogie, L. A. (2010). *Deyrolle: leçons de choses* (Vol. 1). Paris: Michel Lafon.

Brogie, L. A. (2012). *Deyrolle: leçons de choses* (Vol. 2). Paris: Michel Lafon.

Crary, J. (1992). *Techniques of the observer: on vision and modernity in the nineteenth century*. Cambridge, MA: MIT Press.

Castel, J. S., Mocholí, C. S., & Sánchez, J. R. B. (2003). Instrumentos para la enseñanza: la colección de la Escuela Universitaria de Magisterio. In J. R. B. Sánchez, & A. G. Belmar (Orgs.), *Abriendo las cajas negras* (p. 337-365, Colección de Instrumentos Científicos de la Universitat de Valencia). Valencia, ES: Bancaja.

Daston, L., & Galison, P. (2010). Epistemologies of the eye. In L. Daston, & P. Galison. *Objetivity* (p. 18-19). New York, NY: Zone Books.

Daston, L., & Lunbeck, E. (2011). *Histories of scientific observation*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Heering, P. (2011). Tools for investigation, tools for instruction: potential transformations of instruments in the transfer from research to teaching. In P. Heering, & R. Wittje (Eds.), *Learning by doing, experiments and instruments in the history of science teaching* (p. 15-30). Stuttgart, DE: Franz Steiner Verlag.

Hulin, N. (2007). *L'enseignement secondaire scientifique en France d'un siècle à l'autre (1802-1980)*. Paris, FR: Institut National de Recherche Pédagogique.

Lehman, C., & Bensaude-Vincent, B. (2007). Public demonstrations of chemistry in eighteenth century France. *Science & Education*, 16(6), 573-583.

Kremer, R. (2011). Reforming American Physics Pedagogy in the 1880s: Introducing 'Learnin by doing' via Student Laboratory Exercises'. In: P. Heering & R. Wittje (Ed.), *Learning by doing, experiments and instruments in the history of science teaching*. (p. 243-280). Stuttgart, DE: Franz Steiner Verlag.

Madi Filho, J. I. (2013). *Animais taxidermizados como materiais de ensino em fins do século XIX e começo do século XX* (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo.

Meloni, R. A. (2014). Patrimônio educativo na escola secundária: os objetos para a educação em ciências da natureza. In *Anais do X Congresso Luso-Brasileiro de História da Educação* (p. 1-12). Curitiba, PR.

Meneses, U. T. B. (2003). Fontes visuais, cultura visual, história visual: balanço provisório, propostas cautelares. *Revista Brasileira de História*, 23(45), 11-36.

Nieto-Galan, A. *Los públicos de la ciencia: experts y profanos a través de la historia*. Madrid, ES: Marcial Pons Ediciones de Historia, 2011.

Pestre, D. (1996). Por uma nova história cultural e social das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG*, 6(1), 3-56.

Souza, R. F. (2007). História da cultura material escolar: um balanço inicial. In M. L. Bencostta (Org.), *Culturas escolares, saberes e práticas educativas: itinerários históricos* (p. 163-189). São Paulo, SP: Cortez.

Thesaurus de acervos científicos em Língua Portuguesa. (2016).

Disponível em:

<http://thesaurusonline.museus.ul.pt/ficha.aspx?t=o&id=624>

Turner, G. L'E. (1983). *Nineteenth-century scientific instruments*. Berkeley, CA: University of California Press, 1983.

Valdemarin, V. T. (2004). *Estudando as lições de coisas*. Campinas, SP: Autores Associados.

Van Helden, A., & Hankins, T. (1994). Introduction: instruments in the history of science. *Osiris*, 9, 1-6.

Vecchia, A., & Lorenz, K. (1998). *Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951*. Curitiba, PR: Ed. do Autor.

Warnier, J.-P. (1999). *Construire la culture materielle. l'homme qui pensait avec ses doigts*. Paris, FR: Presses Universitaires de France.

Submetido em: 01/02/15

Aprovado em: 19/01/17