



LOS LABORATORIOS DE ENSEÑANZA EXPERIMENTAL EN EL MÉXICO DEL SIGLO XIX. EL CASO DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

Blanca Irais Uribe Mendoza

Luz Fernanda Azuela Bernal

Área temática: A.2 Historia e historiografía de la educación.

Línea temática: A.2 Historia e historiografía de la educación.

Tipo de ponencia: Reporte final de investigación.

Resumen:

El objetivo de la presentación es describir los criterios científicos y epistemológicos que dieron origen a los primeros laboratorios de enseñanza experimental en el México del siglo XIX, particularmente analizaremos el caso de la Escuela Nacional Preparatoria. La hipótesis a demostrar es que la racionalidad científica impregnada del positivismo comteano y los valores morales asociados a la enseñanza experimental, junto con las dinámicas de industrialización y la demanda de nuevos profesionales asociada a este proceso, son los factores que explican la emergencia de los primeros laboratorios de enseñanza en nuestro país. Con ello se habrá de comprobar, además, que dichos valores arraigados en el siglo XIX siguen presentes hasta hoy en la enseñanza de la ciencia.

Palabras clave: enseñanza, laboratorios, ciencia, positivismo, experimental.

Introducción

De acuerdo con Augusto Comte (2018), “el llamado espíritu positivo era el resultado de una relación entre la razón práctica y la razón positiva, por lo tanto, la observación constituía la primera condición de la especulación científica, ya que la validación de los postulados teóricos dependía de su confrontación con los hechos” (p.8). En su traducción pedagógica, el postulado comtiano exigía estrategias didácticas para que los alumnos entraran en contacto directo con la naturaleza desde un ámbito experimental, al mismo tiempo en que advirtieran los vínculos entre las teorías científicas y los hechos observados, pues sólo así los alumnos tendrían la posibilidad de comprender el universo de la naturaleza y los agentes orgánicos que la componen.

Con base en estos planteamientos, en la estructura a los planes de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) —diseñados en 1867 por la Comisión de Instrucción Pública (Dublan y Lozano, 1878)— fue prioritario que la enseñanza experimental tuviera como sustento la demostración positiva de los hechos. Para tal efecto, y como prometió Gabino Barreda desde la inauguración de los cursos de la ENP en febrero de 1868, en 1872 abrieron sus puertas los primeros laboratorios de enseñanza experimental en México (Núñez, 2004, p. 37). Así pues, acercarnos a la historia de los laboratorios de enseñanza en México abre una ventana para comprender, entre otras cosas, los criterios y valores de la racionalidad positivista que impregnaron el sentido epistemológico y práctico de la educación científica a lo largo de todo el siglo XIX, sobre todo en el nivel medio superior.

Ahora bien, a pesar de la pertinencia que tiene el tema para la historia de la educación, prácticamente no existen trabajos sobre la historia de los laboratorios de enseñanza. Incluso las investigaciones sobre los laboratorios de experimentación son escasos hasta el día de hoy (Staplaes, 1989), (Herrera 2002), Olivares (2016), Nina Hinke (2012) y Laura Chazaro (2016). Estas investigaciones, además, se han realizado desde los estudios sociales de la ciencia, y no desde la historia de la educación.

En este contexto, se hace evidente la necesidad de tener trabajos que profundicen en la historia de los laboratorios de enseñanza del nivel básico y medio superior. Razón por la cual realizamos la investigación que lleva por título “La enseñanza experimental en la ENP. Espacios, prácticas y valores”, cuyos resultados se exponen esta presentación y en un artículo que saldrá a la luz en los próximos meses.

El objetivo de la presentación es describir los criterios científicos, epistemológicos y sociales que dieron origen a los primeros laboratorios de enseñanza experimental en el México del siglo XIX, particularmente analizaremos el caso de la Escuela Nacional Preparatoria. Con este objetivo buscamos demostrar la hipótesis de que la racionalidad científica, impregnada del positivismo comtiano y los valores morales asociados al método científico, junto con las dinámicas de industrialización y la demanda de nuevos profesionales asociada a este proceso, son los factores que explican la emergencia de los laboratorios de enseñanza en México. Además se habrá de comprobar que dichos valores, arraigados en el siglo XIX, aún están presentes en la enseñanza de la ciencia.

El enfoque teórico que da sustento a la presentación proviene de la historia social de la educación (Aguirre, 2015), (Cucuzza, 1996), (Galván, 2003) y (Santoni, 2000). La razón es que esta corriente historiográfica es capaz de mostrar que los cambios históricos que se suscitan en la educación responden al contexto económico, político, social y cultural de una época. Además aporta valiosos elementos interpretativos para dar cuenta de la compleja relación entre las instituciones de educación, el desarrollo epistemológico de campos profesionales y disciplinares, y el papel de las prácticas experimentales de enseñanza.

La metodología para desarrollar los objetivos de la presentación se basó en la búsqueda, análisis e interpretación de los documentos contenidos en el Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM), particularmente de los fondos Escuela Nacional Preparatoria y Colegio de San Ildefonso. Cada uno de estos acervos resguarda valiosa información sobre los primeros laboratorios de enseñanza en la Ciudad de México. Asimismo se consultó material hemerográfico del siglo XIX, en donde se localizaron notas periodísticas referentes a la inauguración de los primeros laboratorios de enseñanza.

El contexto científico que antecede a los primeros laboratorios de enseñanza en México

Como es sabido, la introducción del método experimental para la producción de conocimiento se remonta al siglo XVII con los trabajos de Galileo, Gilbert, Harvey y Boyle, entre otros filósofos naturales, aunque también es cierto que algunos saberes como la alquimia, la farmacia y la metalurgia llevaban a cabo experimentos en sus prácticas cotidianas. Sin embargo, no fue hasta el siglo XVIII cuando en algunas escuelas de educación superior de las principales capitales de Europa se institucionalizó la educación científica a partir de la observación y la experiencia (Shaping, 2000, pp. 69-108). Por ello fue necesario integrar a las aulas objetos que habían estado ausentes en la enseñanza clásica, tales como, microscopios, herbarios, especímenes naturales como minerales y animales, telescopios e instrumentos y aparatos mecánicos, ópticos y eléctricos (Izquierdo, 1941, pp. 354-366). Para ello, se dispusieron de gabinetes localizados en aulas y demostraciones frente a los alumnos con la intención de enseñarles los vínculos inextricables entre la teoría, la observación y el mundo natural. De manera que este fue el preámbulo para que finalmente en el siglo XIX surgiera un nuevo espacio pedagógico: el laboratorio de enseñanza, especialmente del campo de la química y física, donde se transitó de una didáctica “demostrativa”, a la participación de los alumnos en prácticas experimentales dentro de los laboratorios.

Cabe mencionar que la química contaba ya con una larga tradición de adiestramiento que se desprendía de sus orígenes artesanales, donde la transmisión de los saberes se efectuaba en el ejercicio de la experimentación. Sin embargo, la institucionalización de la química en la educación formal llevó consigo la incorporación de los antiguos “elaboratorios” a los centros de enseñanza superior. Los “elaboratorios” eran espacios designados para la “elaboración” de materiales naturales y su aplicación en la medicina, la química o la metalurgia, así que son el antecedente de los laboratorios de experimentación y enseñanza de química (Gooday, 1990, p. 25).

El caso de la física es diferente, pues su práctica experimental se desarrollaba en el espacio doméstico principalmente, aunque algunas academias y asociaciones científicas contaban con instrumental para la investigación y la demostración de pruebas y experimentos. De manera que su traslado al espacio educativo fue paulatino. En todo caso es claro que la historia de los laboratorios muestra un vínculo entrañable con el devenir de las ciencias naturales, pues su emergencia en la esfera pública y doméstica (siglos XVII-XIX), así como su desarrollo en los espacios educativos e industriales (a partir del siglo XIX), revela los sucesivos rasgos de la empresa científica y los distintos papeles que ésta ha desempeñado en diversos ámbitos geográficos y epistémicos. Sin dejar de mencionar los incentivos políticos, económicos e industriales que estimularon la promoción de la enseñanza experimental (Scheffer, 2011, pp. 345-395).

Por ejemplo, a lo largo del siglo XIX las presiones derivadas de la creciente industrialización exigió el entrenamiento de profesionista para resolver los retos que ésta planteaba. Dicho apremio exigió la formación de profesionistas familiarizados con los procedimientos de laboratorio, lo que estimuló la introducción de estos espacios en las instituciones de enseñanza media y superior. Como resultado, las universidades occidentales más importantes incorporaron la enseñanza experimental en los planes de estudio, pues las prácticas experimentales fueron ganando espacio en la medida en que se generó la necesidad de que las escuelas proporcionaran formación científica a sus alumnos para capacitarlos en los procesos de industrialización y uso de instrumentos (Brock, 2017, p. 45).

Así, en las décadas de los veinte y treinta del siglo XIX, países como Prusia y Gran Bretaña contaban con un número creciente de escuelas de enseñanza media en la que los docentes efectuaban “demostraciones” experimentales en aulas dotadas de gabinetes y laboratorios abastecidos con dispositivos instrumentales y utensilios para ese efecto (Brock, 2017, p. 43) y (Olesko, 1989, p. 94). En los Estados Unidos, por su parte, el movimiento educativo que impulsó la ciencia experimental en las escuelas inició tímidamente en la década de los cincuenta y alcanzó su auge después de la guerra civil (1865). La progresiva multiplicación de los nuevos espacios escolares llegó a tal punto, que un reporte de la Asociación de Profesores de Química se refiere a este período como “los años de locura de los laboratorios” (Rosen, 1958, p. 211).

En México, colegios como el de San Ildefonso (1855), el Colegio de Minería (1787), la Escuela Nacional de Medicina (1843), el Colegio Nacional de Agricultura (1853) y la Escuela Nacional Preparatoria (Izquierdo, 1958, 87-91) (Rodríguez, 2008, 79) (AHUNAM, caja 195, foja 5) pronto se incorporaron al movimiento de la enseñanza experimental como una nueva estrategia didáctica para la instrucción científica. La idea detrás de eso era la necesidad de incrementar las capacidades científico-técnicas en los alumnos, pues serían los futuros profesionales a cargo del desarrollo de las vías de comunicación, el trazo geográfico de las fronteras nacionales, el desarrollo agrícola del país, entre otras actividades claves en la búsqueda del progreso a través de la industrialización.

Los criterios científicos que dieron origen a los primeros laboratorios de enseñanza en México. El caso de la Escuela Nacional Preparatoria

En 1868, cuando la Escuela Nacional Preparatoria abrió sus puertas, tanto el presidente Juárez como Gabino Barreda tuvieron claro que la ciencia desempeñaba un papel capital en el corazón de la estrategia política. Ya que para encauzar la modernización del país era indispensable contar con cuadros profesionales capaces de intervenir en las distintas acciones que contribuían a su materialización. Y no nos referimos únicamente a las labores de exploración y reconocimiento de recursos naturales que venían procurándose, y debían intensificarse, sino a la aplicación y diseño de novedades tecnológicas para su explotación. Misma que exigía un sistema educativo dirigido a fortalecer la formación científica y a socializar las metas de la empresa modernizadora.

Por lo tanto, de acuerdo con los principios epistemológicos de la racionalidad científica bajo el sesgo del positivismo, la ENP habría de ejercer una enseñanza de la ciencia basada en la observación y la experiencia, es decir, mediante la expansión del método experimental dentro de los laboratorios. Y es que, se pensó, las transformaciones científico-técnicas estaban vinculadas con el desarrollo industrial que se venía desplegando tanto en las naciones europeas como un México (AHUNAM, 1900, caja 3, exp. 57). En esa lógica, Barreda advirtió que la enseñanza de ciencias en la ENP tendría que sujetarse a estos criterios, pues con ello se dejaría atrás la enseñanza dogmática basada en la transmisión de teorías, pero sobre todo, para que el aprendizaje fuese sustentado en la demostración positiva de los hechos como única vía para acceder al conocimiento de la verdad (Núñez, 2004, p. 37).

De conformidad con estos principios, la enseñanza experimental era indispensable, pues además poseía un valor formativo de carácter moral que trascendía los contenidos epistémicos de las disciplinas en cuestión. Y es que para Barreda, el estudio de ciencias bajo el método experimental y la observación daría a los alumnos la posibilidad de conocer las propiedades de los cuerpos, los procedimientos predominantes de la práctica científica y, sobre todo, les enseñaría a razonar por pasos y “a conocer lo que realmente existe, y no lo que esperan o creen que existe”. Como consecuencia del conocimiento positivo de los hechos, argumentaba, “los dogmas políticos y religiosos perderían peso de cara a la verdad y se evitarían las pugnas y revoluciones que tanto habían afectado al país” (Barreda, 1978, p. 103).

Esto explica porque en la ENP desde 1868 se destinaron grandes cantidades de dinero para acondicionar y de equipar los laboratorios de física y química. Mismos que comenzaron a funcionar en 1872, una vez que fueron equipados con novedosos instrumentos comprados en Europa. Estos materiales fueron dispuestos en gabinetes que a su vez formaban parte de los laboratorios de enseñanza de ambas materias. Los espacios eran amplios, iluminados y con mesas y muebles de madera dispuestos para las clases demostrativas y prácticas (AHUNAM, 1879).

Por lo tanto, en los laboratorios de la ENP se materializó el giro pedagógico que imprimió el positivismo a la enseñanza de la ciencia a partir del empleo de instrumentos para la observación y manipulación de

fenómenos naturales, además del ejercicio del método experimental y el uso de criterios de cuantificación y precisión en la investigación científica. En estos espacios se pretendía que los alumnos reprodujeran fenómenos naturales en ambientes controlados para hacer asequible su comprensión y, sobre todo, someter la teoría a su comprobación empírica. No obstante, las aspiraciones de la enseñanza experimental tuvieron que ajustarse a los límites arquitectónicos de los espacios asignados, la índole y el número de instrumentos y utensilios disponibles, así como a la organización laboral del personal a cargo.

La importancia académica, epistémica y social que tuvo la apertura de los primeros laboratorios de enseñanza experimental en la Ciudad de México despertó tal impacto, que la prensa nacional dedicó innumerables notas a este hecho. En ellas se exaltaba el que la enseñanza experimental habría de sustituir a la rutina que por largo tiempo había normado la enseñanza en México. Y es que, como lo expresaba la prensa, “los métodos, textos y aparatos científicos empleados para la instrucción preparatoria transmutaba en elementos indispensables para el progreso del país; honrando de esa manera al gobierno liberal que auspiciaba escuelas, a sus directores y al cuerpo docente. Con los laboratorios de enseñanza, además, se ejemplificaba que la ciencia estaba llamada a convertirse en la reina del mundo, puesto que sus leyes y aplicaciones transformaban el modo de ser del hombre rodeando su vida de facilidad y comunidad” (*El Siglo XIX*, 1878).

De acuerdo con los diarios nacionales, “en el método científico y la práctica experimental estaban implícitos valores morales y epistémicos, ya que eran la única vía para producir conocimiento cierto y transformar a los jóvenes en inventores y descubridores” (*El Siglo XIX*, 1871). De ahí que se le confiriera a la racionalidad científica un papel fundamental para el desarrollo de cualquier nación y el mejoramiento moral del individuo y la sociedad” (*El Diario del Hogar*, 1882).

Entre los criterios epistemológicos asignados a la racionalidad científica y el método experimental, estaba la certeza de la infalibilidad del método basado en la observación y la experiencia, así como la primacía de la precisión y la exactitud en las prácticas de investigación. Por ello, en la enseñanza preparatoria se inculcaba la consideración de la ciencia como una empresa de carácter universal y colectivo, y se sugería la idea de la colaboración desinteresada entre los hombres de ciencia en la búsqueda de conocimiento (Storer, 1973, pp. 254-66).

Por otra parte, la idea de que la práctica científica tenía la capacidad de “moderar las pasiones” no era nueva (ni en México y Europa), como han probado Shapin y Schaffer en su estudio sobre las prácticas experimentales de Boyle en la Royal Society durante la Restauración. De acuerdo con los autores, el debate de Boyle y Hobbes sobre el conocimiento científico y el método experimental puede interpretarse como una controversia sobre las estrategias políticas para mantener el orden social. Esto en virtud de que los filósofos naturales que aceptaban los resultados experimentales actuaban con base en la razón, y se mantenían alejados de los sectarismos religiosos y políticos que amenazaban el orden social (Shapin y Schaffer, 2005, p. 219). En este sentido, la ENP, que se fundó en un periodo en el que la estabilidad política

largamente anhelada en el siglo XIX apenas comenzaba a avizorarse, se buscó evitar la controversia y el encono entre los ciudadanos, como había ocurrido en la Inglaterra de la Restauración. Así que al asignar a la enseñanza científica y experimental esa capacidad de salvar los antagonismos mediante el recurso de la razón, se perfilaba una vía asequible para el mantenimiento del orden político.

En otras palabras, el estudio de las regularidades del mundo natural, reveladas por la ciencia y la enseñanza experimental, fomentaba la aceptación del orden social existente, más allá de la apropiación de los contenidos epistémicos de aquella que se enseñaban en la escuela. A través de esta interpretación del pensamiento científico, se generalizó la idea de que éste podría aplicarse a la solución de problemas de todo tipo – naturales, sociales o políticos–, pero también, como se ha mostrado, la ciencia brindaría beneficios morales a sus estudiosos y practicantes, pues se percibía como una actividad noble y pura, en la que científico y el alumno demostraba su fortaleza interna a través del dominio de la razón. Y, sobre todo, potencializaba su capacidad para transformar el mundo a través de sus aplicaciones tecnológicas e industriales.

Una certeza que compartían todos los países occidentales que habían experimentado los cambios derivados de la industrialización, el desarrollo de las comunicaciones y la metamorfosis de la vida urbana a lo largo de la centuria. En ese sentido, tanto Barreda como quienes dirigieron la Escuela Nacional Preparatoria hasta entrado el siglo XX, tuvieron claro que la meta de la enseñanza experimental a través de los laboratorios brindaría a los preparatorianos la posibilidad de alcanzar los niveles de bienestar y progreso al que aspiraban las sociedad decimonónica. Pues a su juicio, se materializarían mediante el proyecto modernizador en el que colaborarían los cuadros científico-técnicos que se formaban en la preparatoria y las escuelas profesionales.

Conclusiones

Los laboratorios de la Escuela Nacional Preparatoria se instauraron casi al mismo tiempo que en otros países debido a una serie de incentivos políticos, económicos, culturales e industriales. La razón es que la enseñanza experimental dentro de los laboratorios tuvo como prioridad la formación de futuros científicos y profesionales familiarizados con las ciencias experimentales y los instrumentos dispuestos para el desarrollo científico y tecnológico. De esta manera en los laboratorios se difundieron los valores locales que se confrieron a la ciencia, especialmente los vinculados con su método para el conocimiento de la naturaleza frente al recurso de la fe, y con la función que se le asignó para mantener el orden social. En otras palabras, la enseñanza experimental en la ENP adquirió una dimensión moral arraigada en los mismos valores y potencialidades que se asignaban al conocimiento científico, como la capacidad de promover el progreso material y moral de la sociedad a partir de una nueva ciudadanía instruida positivamente, capaz de coadyuvar en los esfuerzos para hacer de la nación mexicana un ejemplo de modernidad, bienestar y orden social. Aspiraciones, todas ellas, de los regímenes de Benito Juárez y Porfirio Díaz.

Por último, para mostrar que los valores epistémicos y morales que se arraigaron a la enseñanza experimental

desde el siglo XIX continúan vigentes hasta el día de hoy, citaremos las palabras que recientemente plasmaron los editores de la revista *Ciencia* (el órgano de divulgación más importante de la Academia Mexicana de la Ciencia): “los laboratorios son espacios donde los estudiantes, científicos y futuros tecnólogos adquieren artesanalmente la disciplina, el rigor y la reciedumbre científica que requerirán en su trabajo futuro. Por otro lado, en el mundo globalizado que vivimos, el desarrollo humano y la competitividad de las economías determinan el nivel de bienestar y la calidad de vida en cada país. Así que la experiencia demuestra que eso sólo es posible si se reconoce cuál es la relevancia de la educación, la ciencia y la tecnología (Lee y Laclette, 2019, p. 7). Lee (2019) agrega, además, que la búsqueda y generación de nuevos conocimientos científicos también implica el desarrollo y la consolidación de una sociedad más educada, crítica, con mayor equidad y justicia (p. 16). Valores o principios, todos ellos, entrañados en el siglo XIX.

Fuentes documentales y hemerográficas

Archivo Histórico de la UNAM (AHUNAM). (1871). *Fondo: Colegio de San Idelfonso*.

Sección: *Mayordomía. Serie: cátedras y gabinetes*. Caja 195. Documento: MGA-293, foja 5.

AHUNAM. (1879). *Fondo: Escuela Nacional Preparatoria, sección: Dirección, serie: Informes*. Caja 2, exp.34-35.

AHUNAM. (1900). *Fondo: Escuela Nacional Preparatoria, sección: Dirección, serie:*

Expedientes sobre acondicionamiento de gabinetes y gimnasio. “Averiguación practicada con motivo de varios incidentes ocurridos en este departamento”. Caja, 3, exp. 57.

Escuela Nacional Preparatoria. (22 de abril de 1871). *El Siglo XIX*.

La Nacional Preparatoria. (24 de diciembre de 1878). *El Siglo XIX*.

La Escuela Nacional Preparatoria. (25 de febrero de 1882). *El Diario del Hogar. Periódico de las familias*.

Bibliografía secundaria

Aguirre, L. M. (2015). *Narrar historias de la educación. Crisol y alquimia de un oficio*.

México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gabino, B. (1978). *La educación positiva en México*. México. Porrúa.

Brand, C. J. (1941). “A Modern Visit to Liebig’s Laboratory”. *Journal Chemical Education*. 18 (5), pp. 221-235.

Brock, W. H. (2017). “British School Chemistry Laboratories, 1830–1920”. *Ambix*, 64 (1), pp. 43-65.

Cházaro, G. L. (2016). *La fisiología y sus instrumentos. Estudio y catalogación de la colección de fisiología del Museo de la Medicina Mexicana*. México. CINVESTAV, CONACYT. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cucuzza, H. (coord.). (1996). *Historia de la educación en debate*. Buenos Aires,

- Argentina. Editorial Miño y Dávila.
- Dublán y Lozano (1878). *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas, expedidas desde la Independencia de la República*. México. Imprenta del Comercio de Dublán y Chávez.
- Gooday, G. (1990). "Precision Measurement and the Genesis of Physics Teaching Laboratories in Victorian Britain," *British Journal for the History of Science*. 23, pp. 25-51.
- Galván, L. L.E. (2003). "Debates, enfoques y paradigmas teóricos", en Luz Elena Galván
- Lafarga, Susana Quintanilla Osorio y Clara Inés Ramírez González (coords.). *Historiografía de la educación en México*. México. Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- Herrera, M. L. (2002). "El gabinete de física de la Escuela de Artes y Oficios de Puebla". *Elementos*. 48 (9), pp. 25-31.
- Hinke, N. (2012). *El Instituto Médico Nacional. La política de las plantas y los laboratorios a fines del siglo XIX*. México. CINVESTAV. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Izquierdo, J. J. (1958). *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*. México. Ediciones Ciencia.
- Izquierdo, J.J. (1941). "La marcha de la medicina experimental desde su iniciación por Claude Bernard, hasta nuestros días". *Gaceta Médica de México*, tomo 72, pp. 354-366.
- Lee, H. y J. P. Lacleste. (2019). "Ciencia en México: ¿para qué?". *Ciencia*. 70 (2), pp. 6-7.
- Núñez, M. (2004). *La enseñanza de la física y las matemáticas en la Escuela Nacional Preparatoria: los primeros años (1868-1896)*. México. Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología.
- Olesko, K. (1989). "Physics Instruction in Prussian Secondary Schools before 1859". *Osiris*. 5, pp. 94-120.
- Olivares, L. (2016). "La cultura material en la cátedra y gabinete de química de la Escuela Nacional Preparatoria a finales del siglo XIX". *Educación química*. 27, pp. 74-81.
- Rodríguez, M. E. (2008). *La Escuela Nacional de Medicina 1833-1910*. México. Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina. UNAM.
- Rosen, S. (1958). "High School Science. Looking Backward". *Report of the New England Association of Chemistry Teachers, Journal of Chemical Education*. 35 (4), p. 211.
- Santoni, A. (2000). *Milenios de sociedad educadora. Un encuentro con las raíces occidentales de nuestro quehacer*. México. Educación, voces y vuelos.
- Shapin, S. y S. Schaffer (2005). *El Leviathan y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental*. Trad. Alfonso Buch. Buenos Aires. Universidad de Quilmes.
- Schaffer, S. (2011). *Trabajos de cristal. Ensayos de historia de la ciencia, 1650-1900*. Trad. Juan Pimentel. Madrid. Ambos Mundos y Marcial Pons.
- Staples, A. (1989). "Gabinetes de física y química, siglo XIX". *Memorias del Primer*

Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología. México, pp. 112-130.

Storer, N. (edit.). (1973). *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: The University of Chicago Press.